

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ТЕОРИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	11
1.1. ОБЩИЕ РАБОТЫ ПО ТЕОРИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	12
1.2. ОБЗОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕОРИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	18
1.3. О РАБОТАХ ПО РАЗМЫТОЙ ЛОГИКЕ	18
1.4. ИССЛЕДОВАНИЯ ЧАСТНЫХ ВИДОВ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	19
1.4.1. Нейронные сети Кохонена	20
1.4.2. Нейронные сети Хопфилда	21
1.4.3. Адаптивная резонансная теория (ART)	24
1.4.4. Радиальные базисные функции	26
1.4.5. Нейронные сети со структурой мозжечка (СМАС)	28
1.4.6. Вейвлетные нейронные сети	28
1.4.7. Нейронные сети с обратными связями (рекуррентные)	29
1.4.8. Нейронные сети со случайными связями	30
1.4.9. Нейронные сети с упреждением	32
1.4.10. Нейронные сети с переменной структурой	36
1.4.11. Функции активации	36
1.4.12. Бинарные нейронные сети	37
1.4.13. Нейронные сети с комплексными весовыми коэффициентами	39
1.4.14. Континуальные нейронные сети	39
1.5. МЕТОДЫ НАСТРОЙКИ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	42
1.6. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В НАСТРОЙКЕ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	48
1.7. УСКОРЕНИЕ МЕТОДОВ НАСТРОЙКИ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	50
1.8. ВЫБОР НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ НАСТРОЙКЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	52

1.9. СОКРАЩЕНИЕ РАЗМЕРОВ НЕЙРОННОЙ СЕТИ. ВЫБОР ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ. НЕЗАВИСИМЫЙ КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ	53
1.10. КЛЕТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ.....	55
1.11. АЛГОРИТМЫ САМООБУЧЕНИЯ (КЛАСТЕРИЗАЦИИ) НА МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ.....	55
1.12. НАСТРОЙКА МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ МАЛОЙ ВЫБОРКЕ ВХОДНЫХ ДАННЫХ	57
1.13. ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	58
1.14. ОБ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ЯЗЫКАХ ОПИСАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	60
1.15. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
Глава 2. НЕЙРОМАТЕМАТИКА.....	62
2.1. НЕЙРОМАТЕМАТИКА – НОВЫЙ РАЗДЕЛ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ.....	62
2.2. РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В НЕЙРОСЕТЕВОМ ЛОГИЧЕСКОМ БАЗИСЕ [2.5–2.37].....	65
2.3. РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ.....	67
2.4. АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ [2.113–2.181]	68
2.5. ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ	71
2.6. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ НА НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ.....	73
2.7. ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ	78
2.8. ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ.....	79
2.9. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ	79
2.10. ОПЕРАЦИИ С БУЛЕВЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ.....	79
2.11. СОРТИРОВКА	80
2.12. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ГЕНЕРАЦИИ АДАПТИВНЫХ РЕШЕТОК.....	80
2.13. ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	81
2.14. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ НЕЙРОЧИПЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	83

2.15. РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ.....	83
2.16. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
Глава 3. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ.....	87
3.1. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ.....	89
3.1.1. Нейропакеты.....	89
3.1.2. Цифровые нейрокомпьютеры. Цифровые нейрочипы.....	90
3.1.3. Аналоговые и аналого-цифровые нейрокомпьютеры. Аналоговые и аналого-цифровые нейрочипы.....	91
3.1.4. Оптические нейрокомпьютеры.....	95
3.1.5. Нейронные системы на пластине.....	98
3.1.6. Квантовые ЭВМ.....	98
3.1.7. Выводы.....	99
3.2. НЕЙРОННАЯ ПАМЯТЬ. НЕЙРОЧИПЫ ПАМЯТИ.....	101
3.3. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ.....	108
3.3.1. Нейросетевые алгоритмы распределения заданий в многопроцессорных вычислительных системах.....	108
3.3.2. Интеллектуальные сенсоры с применением нейросетевых технологий.....	109
3.3.3. Нейросетевые алгоритмы слияния информации со многих датчиков.....	111
3.3.4. Нейросетевые алгоритмы оценки надежности программного обеспечения.....	112
3.3.5. Интеллектуальные источники питания на базе нейросетевых технологий.....	113
3.4. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....	113
3.4.1. Нейросетевые технологии обработки текстовой информации. Поиск информации в сети Интернет. Нейроагенты.....	113
3.4.2. Нейроэкспертные системы.....	119
3.4.3. Нейросетевые алгоритмы защиты в системах информации от несанкционированного доступа.....	127
3.4.4. Извлечение знаний (data mining).....	128
3.5. БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	128
3.5.1. Дактилоскопические системы.....	130
3.5.2. Распознавание лиц по портрету.....	131
3.5.3. Идентификация личности по форме ладони.....	141

3.5.4. Идентификация личности по рисунку радужной оболочки глаза.....	142
3.5.5. Идентификация личности по подписи [3.618–3.624].....	142
3.5.6. Идентификация личности по манере работы с клавиатурой	143
3.5.7. Идентификация жестов и позы человека	143
БИБЛИОГРАФИЯ	144
Б. ВВОДНАЯ ГЛАВА	144
Б.1. ТЕОРИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	144
Б.1.1. ОБЩИЕ РАБОТЫ ПО ТЕОРИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	144
Б.1.2. ОБЗОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕОРИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	163
Б.1.3. О РАБОТАХ ПО РАЗМЫТОЙ ЛОГИКЕ	164
Б.1.4. ИССЛЕДОВАНИЯ ЧАСТНЫХ ВИДОВ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	165
Б.1.4.1. Нейронные сети Кохонена	165
Б.1.4.2. Нейронные сети Хопфилда	167
Б.1.4.3. Адаптивная резонансная теория.....	173
Б.1.4.4. Радиальные базисные функции	175
Б.1.4.5. Нейронные сети со структурой мозжечка (СМАС).....	178
Б.1.4.6. Вейвлетные нейронные сети	179
Б.1.4.7. Нейронные сети с обратными связями (рекуррентные)..	181
Б.1.4.8. Нейронные сети со случайными связями	184
Б.1.4.9. Нейронные сети с упреждением	186
Б.1.4.10. Нейронные сети с переменной структурой	187
Б.1.4.11. Функции активации	187
Б.1.4.12. Бинарные нейронные сети	188
Б.1.4.13. Нейронные сети с комплексными весовыми коэффициентами	190
Б.1.4.14. Континуальные нейронные сети	190
Б.1.5. МЕТОДЫ НАСТРОЙКИ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	195
Б.1.6. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В НАСТРОЙКЕ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	229
Б.1.7. УСКОРЕНИЕ МЕТОДОВ НАСТРОЙКИ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	234

Б.1.8. ВЫБОР НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ НАСТРОЙКЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	236
Б.1.9. СОКРАЩЕНИЕ РАЗМЕРОВ НЕЙРОННОЙ СЕТИ. ВЫБОР ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ. НЕЗАВИСИМЫЙ КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ	237
Б.1.10. Клеточные нейронные сети	240
Б.1.11. АЛГОРИТМЫ САМООБУЧЕНИЯ (КЛАСТЕРИЗАЦИИ) НА МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ.....	243
Б.1.12. НАСТРОЙКА МНОГОСЛОЙНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ МАЛОЙ ВЫБОРКЕ ВХОДНЫХ ДАННЫХ	249
Б.1.13. ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	249
Б.1.14. ОБ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ЯЗЫКАХ ОПИСАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	251
Б.1.15. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	252
Б.2. НЕЙРОМАТЕМАТИКА	257
Б.2.1. НЕЙРОМАТЕМАТИКА – НОВЫЙ РАЗДЕЛ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ	257
Б.2.2. РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В НЕЙРОСЕТЕВОМ ЛОГИЧЕСКОМ БАЗИСЕ	258
Б.2.3. РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ	260
Б.2.4. АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ	266
Б.2.5. ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ	272
Б.2.6. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ НА НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ	276
Б.2.7. ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ	288
Б.2.8. ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ	291
Б.2.9. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ	292
Б.2.10. ОПЕРАЦИИ С БУЛЕВСКИМИ ПЕРЕМЕННЫМИ	292
Б.2.11. СОРТИРОВКА.....	292
Б.2.12. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ГЕНЕРАЦИИ АДАПТИВНЫХ РЕШЕТОК	292
Б.2.13. ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	294

Б.2.14. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ НЕЙРОЧИПЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	295
Б.2.15. РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	297
Б.3. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ	302
Б.3.1. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ	302
Б.3.1.1. Нейропакеты	302
Б.3.1.2. Цифровые нейрокомпьютеры. Цифровые нейрочипы ...	303
Б.3.1.3. Аналоговые и аналого-цифровые нейрокомпьютеры. Аналоговые и аналого-цифровые нейрочипы	305
Б.3.1.4. Оптические нейрокомпьютеры	309
Б.3.1.5. Нейронные системы на пластине	312
Б.3.1.6. Квантовые ЭВМ	312
Б.3.2. НЕЙРОННАЯ ПАМЯТЬ. НЕЙРОЧИПЫ ПАМЯТИ	313
Б.3.3. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	327
Б.3.3.1. Нейросетевые алгоритмы распределения заданий в многопроцессорных вычислительных системах	327
Б.3.3.2. Интеллектуальные сенсоры с применением нейросетевых технологий	328
Б.3.3.3. Нейросетевые алгоритмы слияния информации со многих датчиков	329
Б.3.3.4. Нейросетевые алгоритмы оценки надежности программного обеспечения	330
Б.3.3.5. Интеллектуальные источники питания на базе нейросетевых технологий	330
Б.3.4. НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	331
Б.3.4.1. Нейросетевые технологии обработки текстовой информации. Поиск информации в сети Интернет. Нейроагенты	331
Б.3.4.2. Нейроэкспертные системы	337
Б.3.4.3. Нейросетевые алгоритмы защиты в системах информации от несанкционированного доступа	348
Б.3.4.4. Извлечение знаний (data mining)	349
Б.3.5. БИОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	350
Б.3.5.1. Дактилоскопические системы	350
Б.3.5.2. Распознавание лиц по портрету	351
Б.3.5.3. Идентификация личности по форме ладони	358

Б.3.5.4. Идентификация личности по рисунку радужной оболочки глаза.....	358
Б.3.5.5. Идентификация личности по подписи	358
Б.3.5.6. Идентификация личности по манере работы с клавиатурой	359
Б.3.5.7. Идентификация жестов и позы человека.....	359