

ЗМІСТ	2
ВСТУП	9
ОРГАНІЗАЦІЯ КНИГИ	10
ПОДЯКИ	11
1. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ	12
1.1. ОСНОВНІ ОЗНАЧЕННЯ	13
1.2. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	16
2. ОСНОВИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	17
2.1. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	17
2.2. РІЗНИЦЯ МІЖ БІОЛОГІЧНИМ І ШТУЧНИМ НЕЙРОНОМ	18
2.3. ШТУЧНИЙ НЕЙРОН	19
2.4. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ НЕЙРОМЕРЕЖ	22
2.5. РЕЖИМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ	23
2.6. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	23
3. ПЕРСЕПТРОН — МЕРЕЖА З ОДНИМ НЕЙРОНОМ	25
3.1. МОДЕЛЬ ПЕРСЕПТРОНА	25
3.2. МОЖЛИВОСТІ ПЕРСЕПТРОНА	26
3.3. ПРОБЛЕМА ЛІНІЙНОЇ РОЗДІЛЬНОСТІ	27
3.4. ВЛАСТИВОСТІ ТЕОРЕМИ ПРО ЛІНІЙНУ РОЗДІЛЬНІСТЬ	32
3.5. МАКСИМАЛЬНИЙ РОЗМІР НАВЧАЛЬНОЇ МНОЖИНИ	33
3.6. АЛГОРИТМ НАВЧАННЯ ПЕРСЕПТРОНА У ВИПАДКУ ІСНУВАННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ГІПЕРПЛОЩИНИ	34
3.7. АЛГОРИТМ НАВЧАННЯ ПЕРСЕПТРОНА РОЗЕНБЛАТТА	34
3.8. ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСЕПТРОНА	35
3.8.1. Приклад використання персептрона для класифікації образів	35
3.8.2. Приклад використання персептрона для реалізації логічних функцій	37
3.9. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	38
4. БАГАТОШАРОВІ НЕЙРОМЕРЕЖІ ПРЯМОГО ПОШИРЕННЯ	33
4.1. АРХІТЕКТУРА	33
4.2. ВХІДНІ І ВИХІДНІ ДАНІ	33
4.3. РЕЖИМИ РОБОТИ	34
4.4. РЕЖИМ ПРОГОНУ	35
4.5. РЕЖИМ НАВЧАННЯ З УЧИТЕЛЕМ	35
4.6. МЕТОД ЗВОРОТНОГО ПОШИРЕННЯ ПОХИБКИ	36
4.7. ОБЧИСЛЕННЯ ПОХІДНИХ	37
4.8. ОПТИМІЗАЦІЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ЗА МЕТОДОМ ГРАДІЄНТНОГО СПУСКУ	39
4.9. ВАРІАНТИ МЕТОДУ ЗВОРОТНОГО ПОШИРЕННЯ ПОХИБКИ	40
4.10. СТАНДАРТНІ МОДИФІКАЦІЇ МЕТОДУ ЗВОРОТНОГО ПОШИРЕННЯ	41
4.10.1. Фактор моменту	41
4.10.2. Зниження вагових коефіцієнтів (weight decay)	43
4.11. ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ НЕЙРОМЕРЕЖ ПРЯМОГО ПОШИРЕННЯ	44
4.11.1. Система NETtalk	44
4.11.2. Розв'язок задачі XOR (виключаюче АБО)	45
4.11.3. Приклад використання багатощарового персептрона для розпізнавання двовимірних зображень	46
4.12. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	49
5. ПРИСКОРЕНІ ВАРІАНТИ МЕТОДУ ЗВОРОТНОГО ПОШИРЕННЯ ПОХИБКИ	50
5.1. АЛГОРИТМ НАВЧАННЯ DELTA-BAR-DELTA —	50

НЕКУМУЛЯТИВНИЙ АЛГОРИТМ БЕЗ МОМЕНТІВ	
5.2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕВРИСТИКИ ЗМІНИ КОЕФІЦІЄНТУ НАВЧАННЯ	51
5.3. АЛГОРИТМ НАВЧАННЯ ENHANCED DELTA-BAR-DELTA	53
5.4. ПРУЖНЕ ПОШИРЕННЯ — RESILIENT PROPAGATION	55
5.5. АЛГОРИТМ НАВЧАННЯ QUICK PROPAGATION	57
5.6. ВАРІАНТ QR, РЕАЛІЗОВАНИЙ У СИСТЕМІ THINKS	59
5.7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	61
6. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ДРУГОГО ПОРЯДКУ	62
6.1. УЗАГАЛЬНЕНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ НАВЧАННЯ МЕРЕЖІ	62
6.2. ТИПИ ПОХИБОК І КРИТЕРІЇ НАВЧАННЯ МЕРЕЖІ	63
6.3. ВЕКТОР ГРАДІЄНТА ФУНКЦІЇ КРИТЕРІЮ ОЦІНЮВАННЯ І МАТРИЦЯ ЧУТЛИВОСТІ ПО ПАРАМЕТРАХ	64
6.4. ЗАГАЛЬНА СХЕМА ОПТИМІЗАЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ НАВЧАННЯ	65
6.5. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	67
7. ГРАДІЄНТНІ МЕТОДИ ДРУГОГО ПОРЯДКУ	68
7.1. ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ	68
7.2. МЕТОД НЬЮТОНА	68
7.3. МЕТОД ГАУССА-НЬЮТОНА	70
7.4. МЕТОД ЛЕВЕНБЕРГА-МАРКВАРДА	71
7.5. КВАЗІ-НЬЮТОНІВСЬКІ МЕТОДИ	74
7.6. МЕТОД ФЛЕТЧЕРА-ПАУЕЛА-ДЕВІДОНА	74
7.7. ОПТИМІЗАЦІЙНІ АЛГОРИТМИ НАВЧАННЯ З ФІКСАЦІЄЮ ГРУП ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ	76
7.8. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	77
8. МЕРЕЖІ З ПЕРЕТВОРЕННЯМ ВХІДНОГО ПРОСТОРУ	79
8.1. МЕРЕЖА НА ОСНОВІ РАДІАЛЬНИХ БАЗИСНИХ ФУНКЦІЙ	79
8.2. НАВЧАННЯ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ РАДІАЛЬНИХ БАЗИСНИХ ФУНКЦІЙ	80
8.3. МЕРЕЖА РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ	81
8.4. МЕРЕЖА НА ОСНОВІ РАДІАЛЬНИХ БАЗИСНИХ ФУНКЦІЙ	82
8.4.1 ПРИКЛАД: ПРОБЛЕМА ВИКЛЮЧАЮЧОГО АБО	83
8.5. КЛАСИФІКАТОР З ВИПАДКОВИМИ ПОРОГАМИ	84
8.5.1. Архітектура нейронної мережі	84
8.5.2. НАВЧАННЯ КЛАСИФІКАТОРА	85
8.6. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	86
9. АНАЛІЗ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТІВ	87
9.1. ПРИНЦИП САМООРГАНІЗАЦІЇ	87
9.2. ПРИКЛАДИ МЕРЕЖ З САМООРГАНІЗАЦІЄЮ	88
9.3. ІНТУЇТИВНІ ПРИНЦИПИ САМООРГАНІЗАЦІЇ	89
9.4. АНАЛІЗ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТІВ	89
9.5. РОЗКЛАД ДАНИХ У НОВОМУ БАЗИСІ	93
9.6. ЗМЕНШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ ПРОСТОРУ ВХІДНИХ ОЗНАК	93
9.7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	96
10. КАРТИ КОХОНЕНА, ЩО САМООРГАНІЗУЮТЬСЯ	97
10.1. ДВІ ОСНОВНІ МОДЕЛІ ВІДОБРАЖЕННЯ ОЗНАК	98
10.1.1. Модель Уілшоу-Ван дер Мальсбурґа	98
10.1.2. Модель Кохонена (1982)	100
10.2. КАРТИ САМООРГАНІЗАЦІЇ	101
10.2.1. КОНКУРЕНЦІЯ	102
10.2.2. Кооперація	102
10.2.3. Адаптація	104

10.2.4. Фази процесу адаптації	105
10.3. ВЛАСТИВОСТІ КАРТИ ОЗНАК	106
10.4. ЗАСТОСУВАННЯ КАРТ КОХОНЕНА	107
10.5. РЕЗЮМЕ	107
10.6. ПРИКЛАД: ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖІ КОХОНЕНА ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ОБРАЗІВ	108
10.7. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	110
11. НЕЙРОДИНАМІКА	111
11.1. МЕРЕЖІ ІЗ ЗВОРОТНІМИ ЗВ'ЯЗКАМИ	111
11.2. ДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ	112
11.2.1. Визначення стійкості	112
11.3. КРИТЕРІЇ СТІЙКОСТІ ЛЯПУНОВА	113
11.3.1. Прямий метод Ляпунова визначення стійкості системи	113
11.3.2. Атрактори	115
11.4. ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ НЕЙРОНА	116
11.5. МОДЕЛЬ ХОПФІЛДА	118
11.6. ДИСКРЕТНА МОДЕЛЬ ХОПФІЛДА	121
11.7. ДИСКРЕТНА МОДЕЛЬ ХОПФІЛДА ЯК АСОЦІАТИВНА ПАМ'ЯТЬ	122
11.8. ФАЗИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДИСКРЕТНОЇ МЕРЕЖІ ХОПФІЛДА	124
11.8.1. Фаза запам'ятовування	124
11.8.2. Фаза відновлення	124
11.9. АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ ХОПФІЛДА	125
11.10. АСОЦІАТИВНА ПАМ'ЯТЬ ТА МЕРЕЖА ХОПФІЛДА	126
11.10.1. Приклад: асоціативна пам'ять	126
11.10.2. Приклад: застосування мережі Хопфілда для розпізнавання зображень	127
11.11. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	130
12. ІНШІ ТИПИ НЕЙРОМЕРЕЖ	131
12.1. МЕРЕЖІ ЗУСТРІЧНОГО ПОШИРЕННЯ	131
12.1.1. Архітектура мережі. Шар Кохонена	131
12.1.2. Архітектура мережі. Шар Гросберга	132
12.1.3. Застосування	133
12.1.4. Переваги і недоліки	134
12.2. ТЕОРІЯ АДАПТИВНОГО РЕЗОНАНСУ	134
12.2.1. Архітектура ART	134
12.2.2. Переваги і недоліки	136
12.3. КОГНИТРОН І НЕОКОГНИТРОН	136
12.3.1. Переваги і недоліки	138
12.4. АСОЦІАТИВНО-ПРОЕКТИВНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ	139
12.4.1. Переваги і недоліки	139
12.5. ТИПИ НЕЙРОКОМП'ЮТЕРІВ	140
12.6. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	140
13. ЕВОЛЮЦІЙНІ ОБЧИСЛЕННЯ	141
13.1. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ	141
13.2. ГЕНЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ	142
13.3. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ	147
13.4. ЕВОЛЮЦІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ	149
13.5. ФІЛОСОФСЬКІ ВІДМІННОСТІ МІЖ ЕВОЛЮЦІЙНИМИ І ГЕНЕТИЧНИМИ АЛГОРИТМАМИ	150
13.6. ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕМПІРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	150
13.7. ПРИКЛАД: ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ	151

ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	
13.8. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	151
14. НЕЧІТКІ СИСТЕМИ	153
14.1. ПОВЕДІНКОВА МОТИВАЦІЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	153
14.2. ОСНОВНІ ОПЕРАЦІЇ НАД НЕЧІТКИМИ МНОЖИНАМИ	155
14.3. ЕТАПИ ПОБУДОВИ НЕЧІТКИХ СИСТЕМ	156
14.4. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	159
15. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ	160
15.1. ТИПИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ	160
15.2. ПРИКЛАД НЕЙРО-ФАЗЗИ СИСТЕМИ	161
15.3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В ДІЯЛЬНОСТІ КОРИСТУВАЧІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	164
Вступ	164
15.3.1. Аналіз існуючих моделей поведінки користувачів та комп'ютерних систем та їх застосування в системах виявлення вторгнення	167
15.3.2 Побудова моделі користувачів комп'ютерних систем	179
15.3.3 Результати експериментів	187
15.3.4 Практична реалізація комплексної моделі користувача на основі агентної технології	191
15.4. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ	208
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	211