

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

Пелещак І.Р., Литвин В.В., Пелещак Р.М.

**Методи розпізнавання та  
шифрування  
мультиспектральних образів на  
основі осциляторних нейронних  
мереж**

Монографія

Львів

Видавець ФОП Марченко Т.В.

2024

УДК 004.032.26

ББК 32.813

*Рекомендувала Вчена Рада  
Національного університету «Львівська політехніка»  
(протокол № 5 від 31 жовтня 2023 року)*

**Рецензенти:**

**Теслюк В.М.**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка»;

**Назаркевич М.А.**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка»;

**Сеньо П.С.**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів Львівського національного університету ім. Івана Франка.

ПЗ3 **Пелещак І.Р., Литвин В.В., Пелещак Р.М.**

Методи розпізнавання та шифрування мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж: Монографія. – Львів: Видавець ФОП Марченко Т.В., 2024.-218 с.

ISBN 978-617-7937-88-2

У монографії досліджено методології розпізнавання та шифрування мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж. Методами системного аналізу (у процесі декомпозиції, аналізу і синтезу та концептуального моделювання) досліджено структуру і властивості штучних нейронних мереж з лінійними та нелінійними осциляторними нейронами. Зокрема, досліджено: метод стиску вхідних образів у нейронній мережі внаслідок діагоналізації матриці вагових синаптичних зв'язків; метод шифрування інформації з постійно змінним асиметричним ключем для кожного нового вхідного образу, який базується на синтезі діагоналізованої нейромережі та алгоритму AES (Advanced Encryption Standard) і на синтезі нелінійних осциляторних нейронів з топологією ланцюжка і кільця; метод розпізнавання мультиспектральних образів осциляторною нейромережею на основі інформаційного резонансу.

ББК 32.813

ISBN 978-617-7937-88-2

© Пелещак І.Р., Литвин В.В., Пелещак Р.М., 2024  
© Видавець ФОП Марченко Т.В., 2024

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СТРУКТУРА І ВЛАСТИВОСТІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	13
1.1. Аналіз моделей штучних нейронних мереж з осциляторними нейронами.....	13
1.2. Аналіз нейромережових технологій розпізнавання осциляторних і мультиспектральних образів.....	24
1.3. Аналіз способів стиснення даних.....	36
1.4. Аналіз технологій нейронних мереж в задачах шифрування інформації.....	46
РОЗДІЛ 2. СТИСК І ШИФРУВАННЯ ВХІДНИХ ОБРАЗІВ МЕТОДОМ ДІАГОНАЛІЗАЦІЇ МАТРИЦІ ВАГОВИХ СИНАПТИЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У НЕЙРОННІЙ МЕРЕЖІ.....	50
2.1. Стиск вхідних образів на основі методу діагоналізації матриці вагових синаптичних зв'язків.....	50
2.2. Модифікована теорема Хехт-Нільсена для нейронної мережі з діагоналізованими синаптичними зв'язками.....	56
2.3. Нелінійна модель оптимізації розміру багат шарової нейронної мережі в межах узагальненої похибки.....	60
2.4. Шифрування інформації на основі синтезу діагоналізованої нейронної мережі та алгоритму AES.....	67
РОЗДІЛ 3. ОСЦИЛЯТОРНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ З ЛІНІЙНИМИ ТА НЕЛІНІЙНИМИ ОСЦИЛЯТОРНИМИ НЕЙРОНАМИ.....	85
3.1. Математична модель нейронної мережі з лінійними осциляторними нейронами. Критерій виникнення інформаційного резонансу.....	85
3.2. Математична модель нейронної мережі з нелінійними осциляторними нейронами.....	90

3.3. Шифрування інформації ланцюговою та кільцевою мережами з нелінійними осциляторними нейронами.....	97
3.4. Розпізнавання спектральної інформації на основі синтезу модифікованих осциляторних нейронних мереж та голографічних методів обробки даних....	114
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	121
4.1. Розпізнавання мультиспектральних образів за допомогою осциляторної нейронної мережі.....	121
4.2. Чисельний розрахунок параметра складності навчання тришарової нейронної мережі та її оптимального розміру.....	129
4.3. Розпізнавання символів псевдоспіновою дипольною нейронною мережею.....	133
4.4. Розпізнавання сигналів просторово-рознесеного багатодіапазонного радіолокаційного комплексу з використанням осциляторної нейронної мережі.....	146
4.5. Розпізнавання мін з використанням даних надширокосмугового радару за допомогою осциляторних нейронних мереж.....	154
4.6. Розпізнавання тональності текстів за допомогою гібридної нейронної мережі.....	169
ВИСНОВКИ.....	187
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	191

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Пелешак І.Р., Литвин В.В., Пелешак Р.М.**

**Методи розпізнавання та шифрування  
мультиспектральних образів  
на основі осциляторних нейронних мереж**

МОНОГРАФІЯ

Підписано до друку з оригінал-макета 16.11.2023 р.

Формат 70×100 1/16 . Папір офсетний.

Друк цифровий.

Умовн. друк. арк. 17,71. Гарнітура Таймс Нью-Роман.

Тираж 100 прим.

Видавець Марченко Т.В.

м. Львів-53, 79053, Україна, тел.+380503701957

e-mail: [magnol06@ukr.net](mailto:magnol06@ukr.net)

<https://magnolia.lviv.ua>

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи

до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і

розповсюджувачів

видавничої продукції: серія ДК № 6784 від 30.05.2019 року,

видане Державним комітетом інформаційної політики,

телебачення та радіомовлення України

Надруковано у друкарні видавця ФОП Марченко Т. В.