

**Мартинюк Т. Б.,  
Павлов С. В.,  
Кожем'яко А. В.,  
Скорюкова Я. Г.,  
Марков С. М.**

## **ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ МАТРИЧНИЙ КОРЕЛЯТОР**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація.**

*Пропонуються два варіанта апаратної реалізації оптоелектронного матричного корелятора у складі оптоелектронної кореляційної системи. Розглядається альтернативний метод кореляційного оброблення оптичного зображення для визначення місцезнаходження центра еталона на полі поточного зображення.*

**Ключові слова:** кореляція, оптоелектронна система, кореляційна матриця, матриця смарт-пікселів.

### **Вступ**

Можливість швидкісного оброблення значних масивів даних не в першу чергу пов'язана з особливостями оптоелектронних методів через поєднання цифрового електронного оброблення з його універсальністю та оптичного оброблення через його продуктивність [1].

Метою роботи є аналіз можливостей оптоелектронної реалізації матричного корелятора у складі систем розпізнавання об'єктів.

### **Результати дослідження**

Для аналізу розглядається узагальнена структура кореляційної системи, яка містить двовимірну пам'ять корелятора, препроцесор, пам'ять еталонів та блок керування. Інтерес представляє апаратна реалізація двовимірної пам'яті, оскільки саме з її безпосереднім задіянням виконується процес кореляційного оброблення поточного оптичного зображення. Матричний метод кореляційного оброблення бінарних зображень починається зі считування з пам'яті еталонів у кожному циклі (згідно з розгорткою) відповідного елемента еталона, який логічно перемножується з усіма елементами поточного зображення, яке зсунуто у протилежному напрямку з розгорткою еталона [2].

З огляду на те, що передбачається не тільки подання вхідного зображення в оптичному діапазоні, але й формування оптичного кореляційного рельєфу для зручності відеонагляду, можливі два варіанта реалізації оптоелектронного матричного корелятора, базовим вузлом якого є двовимірні пам'ять [2].

Перший варіант полягає в тому, що регулярна структура двовимірної пам'яті з сусідніми між'єднаннями нескладних за структурою обчислювальних комірок обумовлює її ефективне розміщення в одній мікросхемі ПЛІС, наприклад, у мікросхемі FLEX10K фірми Altera. Але в даному випадку виникає необхідність у підключенні матриці світлодіодів для оптичної візуалізації кореляційного рельєфу.

Другий варіант передбачає реалізацію двовимірної пам'яті корелятора на матриці смарт-пікселів. В цьому випадку завдяки можливостям формування вихідного оптичного двовимірного сигналу не виникає потреба у додаткових претвореннях цифрового зображення кореляційного рельєфу у відповідне оптичне зображення [3].

### **Висновки**

1. Через свою двояку природу, а саме, можливість приймати та видавати інформацію в оптичному вигляді, а опрацьовувати в електронному, оптоелектронні методи та засоби знаходять

своє ефективне застосування у широких колах практичних задач. Особливо це стосується процесів аналізу та розпізнавання об'єктів на зображеннях, особливо у медичній діагностиці.

2. Застосування матричного методу кореляційного оброблення впливає на структуру як обчислювальних комірок, так і відповідних міжз'єднань у складі двовимірної пам'яті корелятора. У свою чергу, регулярність структури двовимірної пам'яті корелятора дозволяє її компактну реалізацію як на мікросхемі ПЛІС, так і матриці смарт-пікселів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Y. Dan, et al., (2022), Optoelectronic integrated circuits for analog optical computing: Development and challenge, *Frontiers in Physics*, № 10, 1064693.
2. Т. Б. Мартинюк, С. В. Богомолов, С. М. Фацілін, та Є. С. Генеральницький (2019). Аналіз зображень в оптоелектронній системі з кореляційною матрицею, *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, 3(46), 39-46. <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2019-46-3-39-46>.
3. Smart Pixels for Image Computing, (2024). [Online]. Available: <https://oai.dtic.mil/oai/oai?verd=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA389827>.

**Мартинюк Тетяна Борисівна** – д. т. н., професор, професор кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [martyniuk.t.b@gmail.com](mailto:martyniuk.t.b@gmail.com).

**Павлов Сергій Володимирович** – д. т. н., професор, професор кафедри біомедичної інженерії та оптоелектронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [psv@vntu.edu.ua](mailto:psv@vntu.edu.ua).

**Кожем'яко Андрій Вікторович** – к. т. н., доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [kvantron@gmail.com](mailto:kvantron@gmail.com).

**Скорюкова Яніна Германівна** – к. т. н., доцент, доцент кафедри опору матеріалів, теоретичної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [yaskor@vntu.edu.ua](mailto:yaskor@vntu.edu.ua).

**Марков Сергій Михайлович** – провідний інженер, асистент кафедри біомедичної інженерії та оптоелектронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [s.markov@vntu.edu.ua](mailto:s.markov@vntu.edu.ua).

## OPTOELECTRONIC MATRIX CORRELATOR

### Abstract

*Two variants of hardware implementation of optoelectronic matrix correlator as part of optoelectronic correlation system are proposed. An alternative method of correlation processing of optical image for determining the location of the center of the reference in the field of the current image is considered.*

**Keywords:** correlation, optoelectronic system, correlation matrix, smart pixel matrix.

**Martyniuk Tatiana** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [martyniuk.t.b@gmail.com](mailto:martyniuk.t.b@gmail.com).

**Pavlov Serhii** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [psv@vntu.edu.ua](mailto:psv@vntu.edu.ua).

**Kozhemiako Andrii** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kvantron@gmail.com](mailto:kvantron@gmail.com).

**Skoriukova Yanina** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Strength of Materials, Theoretical Mechanics and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [yaskor@vntu.edu.ua](mailto:yaskor@vntu.edu.ua)

**Markov Serhii** – leading engineer, assistant of the Chair of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [s.markov@vntu.edu.ua](mailto:s.markov@vntu.edu.ua).