

Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”  
Приладобудівний факультет  
Академія інженерних наук України  
Люблинський технологічний університет, Польща



**XXIV Міжнародна науково-технічна конференція**

**“ПРИЛАДОБУДУВАННЯ:  
стан і перспективи”**

*13 – 14 травня 2025 р.*

*Київ, Україна*

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**



КИЇВ 2025

**XXIV Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 13-14 травня 2025 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна**

**Література**

- [1] О. В. Афанасьєва, Ю. С. Курський, Є. М. Одаренко, *Оптичні вимірювання: навч. посіб.* Харків: ХНУРЕ, 2021. Ч.1.
- [2] І. В. Солтис *Техніка спектроскопії: навч. посіб.* Чернівці: ЧНУ, 2022.
- [3] Д. О. Мельничук, С. Д. Мельничук, В. М. Войціцький, *Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики: навч. посіб.* Київ: Компринт, 2016.
- [4] В. Ю. Денисюк, Р. А. Гарбарчук, «Аналіз оптичних спектральних приладів для задач контролю на базі вимірювання оптичних спектрів». *Актуальні проблеми автоматизації та управління: матер. XI-ої Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Луцьк, 30 лист. 2023 р.).* Вип. 11. Луцьк, с. 269-275, 2023.
- [5] В. Ю. Денисюк, «Аналіз області застосування оптичного спектрального методу контролю у металургії». *«Прогресивні напрямки розвитку автоматизованих технологічних комплексів»:* зб. наук. праць VIII Міжнар. наук. техн. конф. ТК-2024 (м. Луцьк, 28-30 трав. 2024 р.). Луцьк: ЛНТУ, с. 57- 58, 2024.
- [6] Я. І. Лепіх, В. І. Сантоній, Л. М. Будіянська, *Оптико-електронні системи ближньої локації: монографія.* Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2019.
- [7] В. Ю. Денисюк, В. В. Пташенчук, «Аналіз методів метрологічного забезпечення високоточного контролю похибок механічних пристроїв переміщень об'єктів». *«Перспективні технології та прилади»:* зб. статей. Вип. 21. с. 20-25, 2022.

УДК 621.38:004.93

**ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ BIG DATA В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ З УРАХУВАННЯМ СТАТИСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ**

*Патров Д.О., Стрілкова Т.О.*

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна*

*E-mail: [denys.patrov@nure.ua](mailto:denys.patrov@nure.ua), [tetiana.strilkova@nure.ua](mailto:tetiana.strilkova@nure.ua)*

Методи математичної статистики є незамінними для прийняття обґрунтованих рішень у науці та практиці. Точкове оцінювання забезпечує швидкі результати, інтегральне оцінювання враховує невизначеність даних, а перевірка статистичних гіпотез дозволяє перевірити істинність тверджень. Розвиток сучасних технологій, таких як машинне навчання, лише підсилює значення статистичних методів у дослідженнях. Методи математичної статистики дають змогу ефективно аналізувати дані та приймати обґрунтовані рішення. Вони є невід'ємною частиною сучасної науки й техніки, сприяючи розвитку точних прогнозів і технологічних інновацій

Застосування методів математичної статистики при обробці великих даних, сприяє вдосконаленню класичних статистичних методів і розвитку нових підходів, таких як машинне навчання, стохастичні методи й адаптивна фільтрація.

Впровадження технологій обробки Big Data в оптико-електронних системах з урахуванням статистичних властивостей вихідних сигналів є необхідним для підвищення їх ефективності та надійності. Подальші дослідження в цій галузі сприятимуть розвитку нових методів та алгоритмів, що забезпечать ще вищу якість обробки та аналізу даних.

Метою роботи є дослідження технологій обробки Big Data в оптико-електронних системах з урахуванням статистичних властивостей вихідних сигналів.

Будь-яке цифрове зображення являє собою великий масив даних. Тому подальша обробка зображення потребує застосування статистичних методів обробки великих масивів даних. До такої обробки можна віднести фільтрацію зображення від завад; покращення роздільної здатності зображення – що у свою чергу дозволяє отримати більш якісне зображення. Покращення якості одного зображення може опосередковано впливати на характеристики оптико-електронної системи в цілому, наприклад збільшуючи дальність дії цієї системи завдяки подальшій обробці отриманих зображень [1, 2].

При проектуванні оптико-електронних систем враховують просторово-часові та енергетичні характеристик сигнальних та фонових складових. Ці показники визначають здатність системи виявляти та правильно ідентифікувати об'єкти в різних умовах спостереження. Однією з основних особливостей цих систем є те, що чисельне значення для кожної окремої комірки фотометричної матриці є адитивною сумішшю корисного сигналу та завад, тому статистичні методи, які використовуються для фільтрації зображень є дуже важливою частиною процесу обробки зображень [1, 2].

У роботі [3] представлено порівняльний аналіз сучасних моделей виявлення об'єктів, таких як YOLOv5, YOLOv8, Faster R-CNN та DETR, застосованих до задач виявлення БПЛА на тепловізійних зображеннях. Особливу увагу приділено методам попередньої обробки зображень, у тому числі генерації псевдо-інфрачервоних даних, що дозволяє значно збільшити обсяг вхідних даних для навчання моделей. Це підкреслює важливість використання методів Big Data для формування якісних датасетів, які враховують статистичну варіативність сигналів у складних умовах спостереження.

Оптимальні і квазіоптимальні алгоритми виявлення сигналів на тлі перешкод враховують імовірнісний характер як сигнальної, так і фонові компонент. Імовірнісний характер вихідних сигналів визначається корпускулярними властивостями оптичного випромінювання, процесами що відбуваються в трасі поширення оптичного випромінювання та у фотоприймальному пристрої. Вхідне оптичне випромінювання, яке взаємодіє з елементами системи, може зазнавати просторово-координатних і просторово-спектральних змін, які впливають на статистичні характеристики вихідних сигналів оптико-електронних систем. Зміна

статистичних властивостей вихідних сигналів впливає на точність визначення параметрів вихідних сигналів, і як наслідок на результати оцінки ефективності оптико-електронних систем. Такий підхід дозволяє точніше моделювати та обробляти сигнали в умовах невизначеності [4, 5].

У роботі [5] наведено докладний аналіз статистичних характеристик оптичних сигналів та зображень, який є критично важливим для побудови ефективних алгоритмів обробки у системах машинного зору. Зокрема, автори розглядають флуктуації сигналів у різних умовах освітлення, що на пряму впливає на якість виявлення та класифікації об'єктів. Запропоновані методи врахування шумових характеристик дозволяють зменшити кількість помилкових спрацювань в умовах неоднорідного фону, що є особливо актуальним для задач аналізу великих обсягів даних в реальному часі.

У роботі [6] представлено комплексну методику прийому та обробки сигналів у системах машинного зору. Особлива увага приділяється впровадженню елементів штучного інтелекту для покращення точності розпізнавання візуальних об'єктів. Запропоновані підходи орієнтовані на обробку великих потоків даних (Big Data) у реальному часі, що відповідає вимогам індустрії 4.0 та зокрема – розумного виробництва. Використання статистичних фільтрів та методів оптимального прийому сигналів дозволяє значно підвищити ефективність оптико-електронних систем за критеріями прийняття рішення.

У роботі [7] представлено результати розрахунків ефективності оптико-електронних систем за критерієм відношення сигнал/шум, які показали залежність цього показника від спектральних і енергетичних характеристик вхідного сигналу. Було встановлено, що оптимізація передобробки даних з урахуванням статистичних параметрів дозволяє досягти підвищення точності виявлення об'єктів у складних метеоумовах. Зроблено висновок, що використання статистичних моделей шуму при розробці архітектури систем обробки сигналів є ключовим фактором підвищення надійності сучасних оптико-електронних пристроїв

В доповіді представлено результати застосування статистичних методів обробки даних в оптико-електронних системах для покращення їх характеристик. Статистичні методи обробки Big Data застосовані при математичному моделюванні просторово-часової обробки сигналів з урахуванням стохастичних характеристик та умов спостереження.

*Ключові слова:* оптико-електронні системи, Big Data, статистична обробка даних, обробка сигналів, обробка зображень.

#### **Література**

- [1] Патров Д. О. Дослідження методів збільшення дальності тепловізійних систем: атестаційна робота на здобуття ступеня магістра за спец. 171 «Електроніка» / Д. О. Патров; наук. керівник Т. О. Стрілкова; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки, каф. мікроелектроніки,

**XXIV Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 13-14 травня 2025 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна**

- електрон. приладів та пристроїв. – Харків, 2019. – 78 с. – Освіт.-проф. програма «Електронні прилади та пристрої».
- [2] Патров Д.О., Стрелкова Т.А. Исследование методов увеличения дальности тепловизионных систем // *Monografia Pokonaerencyjna Science, Research, Development # Technics and Technology. 30- 31.10.2019*, pp. 32-35. London, 2019
- [3] Танчук В. С., Колобродов В. Г. Аналіз існуючих моделей виявлення БПЛА на тепловізійних зображеннях / В. С. Танчук, В. Г. Колобродов // *Вісник КПІ. Серія «Приладобудування». Методи і системи оптично-електронної та цифрової обробки сигналів.* – 2024. – Вип. 68, №2. – С. 5–10. – DOI: 10.20535/1970.68(2).2024.318080
- [4] Стрелкова Т. О. Литюга О.П., Дуднік О.В. Використання методів машинного навчання для інтелектуального аналізу даних систем відеоспостереження // XXIII Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”. Секція 2. Оптичні та оптико-електронні прилади системи. Фотоніка. 14-15 травня 2024 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна., С. 51-52.
- [5] Strelkova T.A., Lytyuga A.P., Kalmykov A.S. Statistical Characteristics of Optical Signals and Images in Machine Vision Systems *Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0.* 2021, Pages: 134-162. DOI: 10.4018/978-1-7998-6522-3.ch005. Монографія. Chapter 5 in book. IGI Global. USA.
- [6] T. Strelkova ,A.I. Strelkov, V.M. Kartashov, A. P. Lytyuga, A S. Kalmykov. Methods of Reception and Signal Processing in Machine Vision Systems // *Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0.*, 2021, Pages: 71-102. DOI: 10.4018/978-1-7998-6522-3.ch003. Монографія. Chapter 3 in book. IGI Global. USA.
- [7] Патров Д.О., Стрелкова Т.О. Оцінка ефективності оптико-електронних систем формування та обробки сигналів та зображень // *Матеріали 29-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті».* Харків, 16-18 травня 2025 року, ХНУРЕ, С. 27–29.

УДК 551.510.534:621.383.52: 004.4

**БЕЗПРОВІДНИЙ ВИМІРЮВАЧ СВІТЛОПРОПУСКАННЯ СКЛА**

*Шабашкевич Б.Г., Добровольський Ю.Г.*

*Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробнича фірма «ТЕНЗОР»,*

*Чернівці, Україна*

*E-mail: [td\\_tenzor@ukr.net](mailto:td_tenzor@ukr.net)*

Актуальним завданням сучасної світлотехніки загалом та оптоелектроніки зокрема є забезпечення вимірювання параметрів світлового середовища. Одним з факторів, що зумовлюють цю актуальність є активний розвиток в Україні сучасної системи станцій технічного огляду та сертифікаційних центрів, які забезпечують умови для сертифікації автомобілів. До переліку обов'язкових до контролю характеристик автомобіля входить контроль світлопропускання скла, яким автомобіль комплектується, на відповідність вимог ДСТУ 3649:2010 [1] та Постановою КМУ від 19.05.2023р № 514. Згідно згаданих документів,