

Міністерство освіти і науки України



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

**«Автоматизація та приладобудування»**

**«Automation and Development of Electronic Devices»**

**ADED-2025**

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



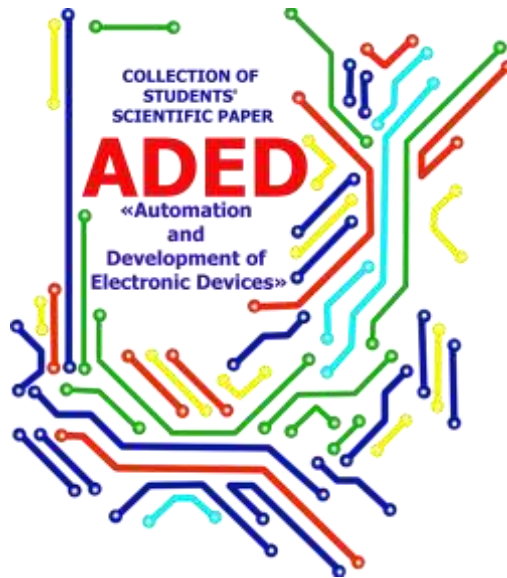
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2025

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки  
(КІТАР)



## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

**«Автоматизація та приладобудування»**

**«Automation and Development of Electronic Devices»**

**ADED-2025**

**(Випуск 2)**

**[електронне видання]**

Харків 2025

## ЗМІСТ

<i>Карпович Б.О.</i> Імпульсно-доплерівська селекція в системах автоматичного керування та робототехніці .....	7
<i>Рожко А.Р., Бондаренко С.В.</i> Підвищення точності систем автоматичного регулювання шляхом корекції динаміки спостерігача стану .....	12
<i>Бондаренко С.В., Рожко А.Р.</i> Аналіз методів синтезу оптимальних регуляторів для систем із параметричними збуреннями .....	17
<i>Кобець Д.С., Кравченко С.О.</i> Синтез адаптивних систем із прогнозуючим законом керування .....	21
<i>Кравченко С.О., Кобець Д.С.</i> Застосування принципу інваріантності для компенсації зовнішніх збурень у системах автоматичного регулювання .....	25
<i>Коваленко О.А., Бондаренко С.В.</i> Вплив нелінійних характеристик виконавчих механізмів на динамічні властивості систем автоматичного регулювання та методи їх компенсації .....	29
<i>Lisovskyi A.</i> Comparative Analysis of the Vulnerability of Large Language Models to Prompt Injections .....	34
<i>Шевченко О.</i> Аналіз методів визначення положення безпілотного наземного мобільного робота на карті місцевості .....	41
<i>Андреев А. С.</i> Особливості використання LLM в аналізі даних .....	46
<i>Гайдук І.М.</i> Система управління роботизованим маніпулятором на основі розпізнавання жестів руки .....	53
<i>Єчевський А. Д.</i> Дослідження ефективності систем навігації SLAM, VSLAM та LDS для автономних мобільних роботів у складських приміщеннях .....	56
<i>Колбаса О. Р.</i> CRM-система як інструмент інтеграції відділу продажів та виробництва: від зменшення циклу замовлення до підвищення лояльності клієнтів .....	63
<i>Конєва А. І.</i> Особливості обробки зображень на виробництві .....	69
<i>Котенко В.А.</i> Аналіз технологій та перспектив розвитку гібридних мобільних роботів .....	76
<i>Кривчун Р.В.</i> Комп'ютерне моделювання та його роль у сучасному роботизованому виробництві ....	81
<i>Левченко К.О.</i> Методи кольорового сортування за допомогою контурного виділення звичайною оптичною камерою у видимому спектрі сировини на конвеєрних виробництвах .....	87
<i>Мамін В.А.</i> Інтелектуальні системи керування квадрокоптерами: аналіз функціональних аспектів та перспективи розвитку .....	92
<i>Маруніч Р.В.</i>	95

Аналіз сучасних систем контролю доступу та перспективи їх розвитку .....	
<i>Маслов І.В.</i>	
Вплив структури заповнення на термостійкість виробів FFF/FDM-друку .....	101
<i>Мироненко Н.М.</i>	
Аналіз систем автоматизації виявлення дефектів литих пластикових виробів з використанням технології комп'ютерного зору .....	109
<i>Проценко Д.Є.</i>	
Аналіз роботи з штучними інтелектами .....	106
<i>Рябовол Д.А.</i>	
Мінімізація людського фактору в промисловій автоматизації засобами інтелектуальних систем підтримки рішень .....	120
<i>Пара І.І.</i>	
Аналіз систем керування FPV дронів з використанням нейронних мереж .....	126
<i>Гайдук І.М.</i>	
Аналіз особливостей розробки системи управління роботизованим маніпулятором на основі розпізнавання жестів руки .....	130
<i>Коваленко І.С.</i>	
Вдосконалення системи керування безпілотним мобільним роботом з використанням резервування та дублювання основних функцій .....	135
<i>Мороз М.В.</i>	
Аналіз сучасних систем моніторингу виробничих параметрів .....	142
<i>Головчанський М.О.</i>	
Роль штучного інтелекту у віртуальних симуляціях для автономного управління дронами .....	147
<i>Сухомлінова Д. А.</i>	
Дрони та метавесвіт: віртуальні середовища як полігон для безпілотних технологій ...	155
<i>Фесенко А. О.</i>	
Аналіз характеристик параметрів навколишнього середовища у виробничих приміщеннях .....	164
<i>Чередніченко Т.О.</i>	
Захист даних у системах автоматичного відстеження робочого часу .....	171
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Використання інтелектуальної аналітики даних у системах моніторингу вентиляційних процесів литейних установок .....	177
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Застосування візуальних середовищ Node-Red та Grafana для побудови панелей моніторингу технологічних процесів .....	182
<i>Шевченко А. Д.</i>	
Штучний інтелект та машинне навчання в робототехніці .....	188
<i>Воловік А.В.</i>	
Калібрування камери модуля визначення положення виконавчого елемента робота ....	194
<i>Ярош-Іванов М.В.</i>	
Пошук об'єкта за кольором в системі технічного зору .....	201

**ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ НА ВИРОБНИЦТВІ****Конєва А. І.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: alina.konieva@nure.ua

**Анотація.** У статті розглянуто особливості процесів обробки зображень у контексті промислової автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій. Проаналізовано основні етапи цифрової обробки зображень – від покращення якості та фільтрації до сегментації й розпізнавання об'єктів. Особливу увагу приділено застосуванню згорткових нейронних мереж (CNN) у системах контролю якості, які забезпечують високу точність і надійність виявлення дефектів на виробництві. Показано, що інтеграція методів штучного інтелекту, технічного зору та глибокого навчання створює передумови для формування «розумних» виробничих систем нового покоління. Результати дослідження можуть бути використані під час розробки автоматизованих комплексів контролю якості та систем машинного зору.

**Ключові слова:** зображення, обробка, автоматизація, сегментація, фільтри.

**FEATURES OF IMAGE PROCESSING IN MANUFACTURING****Konieva A. I.**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, 14 Nauky Ave

E-mail: alina.konieva@nure.ua

**Abstract.** The article discusses the features of image processing in the context of industrial automation and computer-integrated technologies. The main stages of digital image processing are analyzed – from quality improvement and filtering to segmentation and object recognition. Particular attention is paid to the use of convolutional neural networks (CNN) in quality control systems, which ensure high accuracy and reliability in detecting defects in production. It is shown that the integration of artificial intelligence, machine vision, and deep learning methods creates the prerequisites for the formation of a new generation of “smart” production systems. The results of the study can be used in the development of automated quality control complexes and machine vision systems.

**Keywords:** image, processing, automation, segmentation, filters.

Сьогодні цифрові технології присутні майже в усіх сферах життя: у промисловості, медицині, мистецтві, побуті [1-9]. Одним із важливих напрямів розвитку інформаційних технологій є обробка зображень. Вона відіграє значну роль у створенні систем комп'ютерного зору, автоматизованих виробничих ліній і систем контролю якості.

Обробку зображень можна визначити як сукупність методів і засобів, які дозволяють перетворювати, аналізувати та інтерпретувати цифрові зображення, щоб отримати з них корисну інформацію або покращити їхню якість. У сфері автоматизації це особливо важливо, адже машинний зір використовується для виявлення дефектів, розпізнавання об'єктів або вимірювання параметрів деталей на виробництві [10-18].

Процес обробки складається з кількох послідовних етапів. Все починається з отримання зображення за допомогою камери або сенсора. Потім воно перетворюється у цифрову форму, яку можна аналізувати математично. На цьому етапі важливо мати якісний вхідний сигнал, тому що від нього залежить точність подальшої обробки.

Раніше обробка зводилася переважно до покращення якості. Наприклад, підвищення контрасту чи видалення шумів. Але зараз головна мета – це розуміння сцени: визначення, що саме зображено, які об'єкти присутні та які між ними зв'язки. Такий підхід став можливим завдяки розвитку штучного інтелекту та нейронних мереж.

На початкових стадіях обробки застосовуються різні фільтри: медіанні, гаусові, адаптивні. Вони дозволяють прибрати шум, вирівняти яскравість і підготувати зображення до подальшого аналізу. Потім виконується перетворення зображень, наприклад, гістограмне вирівнювання або бінаризація, що допомагає виділити важливі деталі. Для пошуку контурів використовуються оператори Собеля, Превітта чи Кенні, тобто класичні інструменти комп'ютерного зору.

Одним із ключових етапів є сегментація – це поділ зображення на області, які відповідають окремим об'єктам. У промислових системах це використовується для ідентифікації деталей або перевірки правильності складання. Наприклад, камера на роботизованій лінії може розпізнавати форму та орієнтацію деталі, а потім передавати дані для подальшої дії робота.

Також сьогодні обробка зображень тісно пов'язана з нейронними мережами та машинним навчанням. Зокрема, згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Network – CNN) здатні самостійно навчатися на великих наборах зображень і розпізнавати складні об'єкти з високою точністю. Це відкриває широкі можливості для автоматизації від систем контролю якості на заводах до медичних діагностичних програм.

Згорткові нейронні мережі представляють собою сучасний підхід до аналізу візуальної інформації, який докорінно змінив можливості автоматизованих систем контролю якості. На відміну від традиційних методів обробки зображень, які вимагають ручного проектування ознак і правил розпізнавання, згорткові мережі здатні самостійно навчатися на великих наборах зображень, автоматично виявляючи найбільш значущі характеристики об'єктів для їх подальшої ідентифікації.

Принципова перевага CNN полягає в їхній здатності розпізнавати складні об'єкти з високою точністю навіть у випадках, коли традиційні алгоритми виявляються неефективними. Це стало можливим завдяки багаторівневій архітектурі мереж, де кожен наступний шар виділяє все більш абстрактні та складні ознаки зображення.

Якщо перші шари можуть виявляти прості елементи як краї та контури, то глибші шари здатні розпізнавати цілісні форми, текстури та навіть складні патерни, включаючи жести, емоції або специфічні рухи.

У контексті промислової автоматизації застосування згорткових нейронних мереж відкрило якісно новий рівень систем контролю якості. Автоматизовані системи на базі CNN демонструють високу ефективність, іноді перевищуючи 99 % точності при виявленні дефектів, що значно перевищує середні показники людського контролю, які зазвичай не перевищують 80 % через фактори втоми та суб'єктивності оцінки. Така точність досягається завдяки здатності нейронних мереж аналізувати дрібні особливості поверхні, виявляти локальні аномалії у структурі матеріалів та розпізнавати навіть незначні відхилення від еталонних зразків.

Практичне застосування цих технологій охоплює широкий спектр виробничих завдань.

На роботизованих лініях камери з інтегрованими нейронними мережами можуть ідентифікувати форму та орієнтацію деталей, визначати правильність складання компонентів, вимірювати параметри виробів та виявляти дефекти в режимі реального часу. Система не просто фіксує зображення, а аналізує його, приймає рішення про якість продукції та передає дані для подальших дій робота, забезпечуючи безперервність виробничого процесу.

Важливою особливістю сучасних систем є їхня здатність працювати зі складними сценаріями, де об'єкти можуть частково перекриватися, мати різну орієнтацію або знаходитися в умовах змінного освітлення.

Глибоке навчання дозволило автоматизувати не лише прості дії, як фільтрація чи сегментація, але й складні завдання розпізнавання патернів та сегментації до контекстного аналізу сцени, коли система не лише виявляє присутність об'єкта, а й аналізує його стан, оцінює ризики виникнення дефектів та адаптує свою поведінку відповідно до конкретної ситуації. Це робить згорткові нейронні мережі незамінним інструментом сучасного промислового контролю якості та основою для розвитку повністю автоматизованих виробничих систем.

Для більш повного розуміння принципів їхньої роботи та взаємодії окремих компонентів розглянемо структуру типового комплексу контролю якості.

Принцип роботи інтегрованої системи наведено на рисунку 1, який наочно ілюструє весь цикл: від захоплення зображення до прийняття рішення.



Рисунок 1 – Система розумного контролю на виробництві

Рис. 1 є концептуальним зображенням сучасної технологічної екосистеми «розумного» виробництва, візуалізує ключові компоненти «Четвертої промислової революції», інтегровані навколо центрального поняття «розумної фабрики». Всі елементи взаємопов'язані, що символізує їхню синергію та єдність у цифровому ланцюжку створення вартості.

Основою цієї системи є промисловий інтернет речей та хмарні технології, які забезпечують повсюдну зв'язність та збір даних. Машинне навчання та штучний інтелект виступають аналітичним «мозком», що перетворює великі дані на корисні інсайти та управляє процесами автоматизації. Такі технології, як цифровий двійник і 3D-друк, дозволяють створювати

віртуальні копії фізичних об'єктів для моделювання та швидкого прототипування. Доповнена реальність покращує взаємодію людини з цим цифровим середовищем, а блокчейн потенційно забезпечує безпеку та прозорість ланцюгів поставок. У сукупності ці технології формують динамічну, самокеровану та ефективну виробничу систему.

Це відкриває широкі можливості для автоматизації – від систем контролю якості на заводах до медичних діагностичних програм. Однак для практичної реалізації цих можливостей у виробничих умовах ключовими залишаються точність, швидкість і робота в реальному часі. Для цього використовуються спеціальні бібліотеки, такі як OpenCV, які дозволяють обробляти відео або зображення з камер без затримки. Такі інструменти підтримують мови програмування Python, C++ або середовище MATLAB. Це дозволяє створювати власні програмні модулі для аналізу зображень у лабораторних або промислових умовах.

Глибоке навчання зробило можливим прості дії типу фільтрації чи сегментації та розпізнавання складних патернів, таких як жести, емоції або рухи.

Описані вище аспекти знаходять практичне втілення в сучасних промислових системах технічного зору. Провідні виробники обладнання пропонують комплексні рішення, які об'єднують апаратну частину – камери високої роздільної здатності, спеціалізовані процесори та освітлювальні системи – із програмним забезпеченням для аналізу та прийняття рішень. Прикладом такої інтеграції є система технічного зору від компанії Nikon (рисунок 2), яка демонструє повний цикл автоматизованого контролю якості на виробництві.



Рисунок 2 – Система технічного зору для виробництва від Nikon

Особливу роль обробка зображень відіграє у технічному зорі промислових роботів. Такі системи допомагають машинам «бачити» навколишнє середовище, визначати розташування об'єктів, контролювати якість і навіть адаптувати свою поведінку під час роботи. Приклад системи технічного зору представлено на рис. 3.



Рисунок 3 – Приклад системи технічного зору

На рисунку 3 представлено практичну реалізацію системи технічного зору в умовах сучасного виробництва. Зображення демонструє роботизовану лінію з промисловим

маніпулятором, інтегрованим у автоматизований технологічний процес. Робот розташовано над конвеєрною стрічкою бірюзового кольору, по якій переміщуються деталі білого кольору, що підлягають обробці або контролю. Ця система наочно ілюструє ключові концепції, описані в статті. Робот обладнано системою технічного зору, яка дозволяє йому «бачити» навколишнє середовище та визначати розташування об'єктів на конвеєрі. Камери та сенсори, інтегровані в систему, здійснюють захоплення зображень деталей у реальному часі, а програмне забезпечення з використанням згорткових нейронних мереж аналізує отримані дані для прийняття рішень про подальші дії маніпулятора.

Ключовою особливістю сучасних систем технічного зору є їхня модульність та масштабованість. Це означає, що базову конфігурацію можна розширювати додатковими компонентами залежно від специфіки виробничих завдань. Важливим параметром є роздільна здатність камер, яка безпосередньо впливає на точність виявлення дефектів та можливість розпізнавання дрібних деталей. Для високоточних операцій використовуються камери з роздільною здатністю понад 5 мегапікселів, тоді як для базового контролю може бути достатньо і менших значень.

Освітлення є критично важливим фактором, оскільки воно визначає контрастність зображення та можливість виділення характерних ознак об'єктів. У промислових умовах застосовуються спеціалізовані системи освітлення з різними кутами падіння світла, довжинами хвиль та інтенсивністю, що дозволяє виявляти навіть мікроскопічні дефекти поверхні. Швидкість обробки залишається одним із найважливіших показників ефективності, адже на сучасних виробничих лініях необхідно аналізувати сотні об'єктів за хвилину без зниження точності контролю.

Надійність системи в промислових умовах залежить від стійкості до зовнішніх факторів – вібрацій, перепадів температури, запиленості та змінного освітлення. Тому апаратна частина повинна відповідати промисловим стандартам захисту, а програмне забезпечення має включати алгоритми адаптивної корекції, які компенсують вплив зовнішніх завад. Інтеграція з іншими системами управління виробництвом є обов'язковою умовою для забезпечення безперервного обміну даними та координації роботи всіх елементів автоматизованої лінії.

Економічна ефективність впровадження систем технічного зору визначається скороченням браку та зменшенням витрат на ручний контроль якості. За статистичними даними, автоматизовані системи виявляють понад 99 % дефектів, тоді як людський контроль рідко перевищує 80 % через втому та суб'єктивні фактори. Особливої уваги заслуговує питання калібрування та налаштування систем, що вимагає високої кваліфікації персоналу та спеціалізованого обладнання для забезпечення точності вимірювань на рівні мікрометрів.

Перспективним напрямком розвитку є використання гіперспектральних камер, які дозволяють аналізувати об'єкти не лише у видимому діапазоні, а й в інфрачервоному та ультрафіолетовому спектрах. Це відкриває нові можливості для контролю якості матеріалів, виявлення прихованих дефектів та аналізу хімічного складу поверхні без руйнівного тестування. Тенденція до децентралізації обчислень призводить до використання периферійних обчислень, коли складні алгоритми виконуються безпосередньо на камерах або спеціалізованих процесорах, що значно зменшує затримки та навантаження на центральну систему управління.

Отже, обробка зображень – це не просто спосіб покращення фотографій, а важливий елемент сучасної автоматизації. Вона допомагає машинам сприймати світ і приймати рішення, що робить її невід'ємною частиною комп'ютерно-інтегрованих систем. Поєднання методів штучного інтелекту, комп'ютерного зору та технічного контролю робить цей напрям одним із найперспективніших у науці та промисловості.

У даній статті було розглянуто та проаналізовано особливості процесів обробки зображень у контексті автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій. Розкрито основні етапи цифрової обробки зображень, такі як покращення якості, сегментація, аналіз та розпізнавання об'єктів. Описано роль згорткових нейронних мереж у розпізнаванні складних об'єктів та їхнє застосування для автоматизації систем контролю якості. Отримані результати можуть бути використані для подальших досліджень у галузі обробки зображень та комп'ютерного зору.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Konieva, A., et al. Main trends in the development of automated image processing systems // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025. – 2025. – pp. 68-72
2. Cherednichenko, T., et al. Features of automatic working time control systems // Manufacturing & Mechatronic Systems 2025: Proceedings of IX st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2025: Theses of Reports. – 2025. – pp. 54-57
3. Danylenko, M. M., et al. Comparative analysis of modern SCADA packages for production automation // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER). – 2025. – Vol. 9. – 2. – pp. 26-34
4. Sotnik, S. V. Development of automated control system and registration of metal in continuous casting // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 3. – 2024. – pp. 197-211
5. Vasylychenko, Y., et al. Development of Security and Fire Alarm Integrated Automation System at Enterprise // WSEAS Transactions on Systems. – 2025. – 24. – pp. 642-664
6. Sotnik, S. Integration of IoT into security systems: opportunities and risks // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 2024. – Vol. 8, Issue 11. – pp. 56-61
7. Marunich, R.V., et al. Modern IoT technologies for creating automated access systems // Sustainable smart cities and communities: business and innovation solutions 2025: Proceedings of I st I International Conference, Kharkiv, April 21, 2025: Theses of Reports. – 2025. – pp. 38-39
8. Sotnik, S. Development of automated control system for continuous casting // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2. – 2024. – pp. 181-189
9. Tverdokhlib, A., et al. Intelligent tools for optimizing information and search engines // Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2024, pp. 28-31
10. Sotnik S. V. Analysis of Personal Information Security Issues in Peacetime and Wartime // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 2024, Vol. 8 Issue 10, pp. 108-113
11. Hubar, A.Y., Sotnik, S.V. Impact of automation and CALS technologies on human factor in production // The 5th International scientific and practical conference “Perspectives of contemporary science: theory and practice” (June 24-26, 2024) SPC “Sci?conf.com.ua”, Lviv, Ukraine, 2024. – pp. 243-249
12. Sotnik, S. V. Features of using REST architecture for development of ARS for information systems // Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами», Коблево, 9–13 вересня 2024 р. Збірник праць. – Харків: ХНУРЕ, 2024. – С. 42-45
13. Marunich, R., et al. Approaches to ensuring the effective implementation of IoT technologies in various industries // International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024», 2024 – pp. 22-23
14. Sotnik, S. Evaluating relational database scaling strategies in web engineering // International Conference on Advanced Trends In Radioelectronics and Infocommunications (ATRIC-2025) (May 21–22, 2025), Lviv Polytechnic Publishing House, Lviv, Ukraine, 2025. – pp. 224-228
15. Rudenko, M., et al. Overview of approaches to scaling relational databases in development and adaptation of web applications // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей XII Міжнародної науково-

практичної конференції (10-12 грудня 2024 р., м. Запоріжжя). [Електронний ресурс] /Електрон. дані. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – С. 398-402

16. Sotnik, S. Development of a range measurement module on an ultrasonic sensor with a GSM module // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2. – 2025. – pp. 32-44

17. Yechevskiy, A., et al. Analysis of the data collection process about products at different stages of production // Manufacturing & Mechatronic Systems 2025: Proceedings of IX st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2025: Theses of Reports. – 2025. – pp. 38-41

18. Polikanov, K. A., et al. Overview of modern technologies for residential automation // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025. – 2025. – pp. 85-89