

**Додаток А**  
**Публікації за тематикою роботи**

Міністерство освіти і науки України



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2023**

(Випуск 2)

[електронне видання]



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



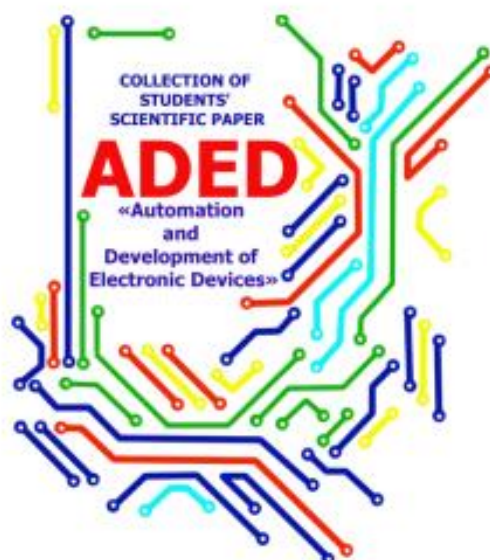
<http://itez.zntu.edu.ua/>



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

Харків 2023

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



## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2023**

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2023

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету  
**Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».  
**Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.  
**Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».  
**Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.  
**Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського  
**Демська Наталія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 2. – 408с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 2 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2023. – 408p with.

Рекомендовано рішенням  
Науково-технічної ради  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради  
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол № 4 від 30.11.2023

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2023 рік

## ЗМІСТ

<i>Я.І. Халімонов</i>	
Перспективи: Автоматизації вимірювання умов у житлових та робочих приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих рішень .....	9
<i>Є.Ю. Гавриков, А.Я. Осман</i>	
Дослідження технологій виробництва деталей на 3D принтері .....	12
<i>А.С. Андрєєв</i>	
QR-коди в науці та техніці .....	17
<i>Ф. Курьота</i>	
Development of Automated Environmental Control System for Portable Greenway Section .	23
<i>К.К. Стеценко</i>	
Моделювання BEAM-робота в середовищі TINKERCAD .....	27
<i>О.В. Удовиченко</i>	
Вплив розвитку штучного інтелекту на комп'ютеризовані та робототехнічні системи ..	30
<i>Б.О. Чеснаков</i>	
3D моделювання роботизованої платформи для гуманітарного розмінуванні .....	33
<i>Є.В. Шевченко</i>	
Розробка кіберфізичної системи моніторингу технологічних процесів на виробництві .	37
<i>Є.О. Єфімік</i>	
Розроблення концепт макету малогабаритного мобільного робота підвищеної прохідності .....	44
<i>М. Манічкін</i>	
Аналіз кінематики та розробка моделі розрахунків елементів матриці гомогенних перетворень для зооморфного мобільного робота .....	49
<i>М.М. Моргунов</i>	
Розробка методу передачі інформації всередині статичного зображення для мобільних роботів .....	55
<i>Є.С. Ключник</i>	
Аналіз систем автоматизованого свердління у Industry 4.0 .....	61
<i>О.Д. Юрченко</i>	
Розроблення системи моніторингу роботи засобів виробництва та персоналу приладобудівного приміщення з використанням ESP32-CAM .....	66
<i>М.О. Бендеберя</i>	
Розробка алгоритмічно-функціональної моделі робота маніпулятора на базі ABB Robot Studio .....	74
<i>І.В. Балабанов</i>	
Визначення залежності часу та інтенсивності випромінювання на температуру фотополімерної смоли .....	79
<i>М.Д. Лисун</i>	
Аналіз кінемастик 3D принтерів за технологією FDM/FFF .....	83
<i>С.В. Шматко</i>	
Аналіз сучасних роботів телеприсутності, як людського помічника .....	87
<i>І.С. Коваленко</i>	
Перспективи розвитку повітряної робототехніки .....	92
<i>М.С. Лубінець</i>	
Розроблення методу прокладення траєкторії руху робота-сапера на основі даних від металошукача .....	97

<i>О.О. Рак</i>	
Розробка автоматизованого модуля моніторингу параметрів об'єктів критичної інфраструктури .....	104
<i>О.І. Черненко</i>	
Автоматизація процесу сортування деталей на виробництві .....	109
<i>О.А. Тищенко</i>	
Моделювання пристрою позиціонування вантажного робота .....	114
<i>В.О. Веснянка</i>	
Розроблення інформаційної системи для оптимізації бізнес-процесів закладу харчування .....	121
<i>Ю.А. Бердник</i>	
Аналіз сучасних автономних роботизованих платформ .....	126
<i>М.В. Звєзінцев</i>	
Розробка модуля позиціонування сонячних панелей .....	133
<i>Д.Д. Лещенко</i>	
Моделювання руху маніпулятора робота з використанням динамічної ланки з прямою та зворотною кінематикою .....	138
<i>П.М. Савченко</i>	
Огляд датчиків положення для обладнання, що працює в умовах аварійних відключень електроживлення .....	142
<i>П.М. Савченко</i>	
Створення сучасних систем управління з застосуванням мікропроцесорної техніки та засобів автоматизації .....	148
<i>Є.Р. Васильченко</i>	
Огляд принципів побудови пожежно-охоронної системи .....	153
<i>А.Д. Єчевський</i>	
Система моніторингу та управління параметрами мікроклімату в офісних приміщеннях .....	159
<i>А.І. Конєва</i>	
Перспективи розвитку безпілотних систем .....	164
<i>В.І. Фомін</i>	
Використання робототехнічних систем з елементами штучного інтелекту в приладобудуванні .....	171
<i>В.І. Фомін</i>	
Застосування 3D-друку у виробництві та промисловості .....	177
<i>О.В. Чернищенко</i>	
Оптимізація маршрутів в логістичних мережах виробничого процесу .....	182
<i>Р.Р. Шаталюк</i>	
Використання віртуальної та доповненої реальності для навчання та симуляцій у робототехніці .....	188
<i>Р.Р. Шаталюк</i>	
Програмування мікроконтролерів для автоматизації систем .....	193
<i>Т.А. Лихо</i>	
Вибір обладнання для розробки мобільного робота для відеонагляду .....	197
<i>В.О. Александров</i>	
Безпілотні літальні апарати. види, технічні особливості, автоматизація .....	203
<i>С.О. Вінниченко</i>	
Еволюція виробництва: Роль MES-системи у оптимізації та контролі промислових .....	208

процесів на підприємстві .....	
<i>А.В. Готовська</i>	
Підтримка прийняття рішень в технології проектування роботизованого виробничого процесу .....	213
<i>Я.В. Олінкевич</i>	
Впровадження еgr-системи на виробництві .....	219
<i>М. Коваленко</i>	
Схема керування транспортними роботами на основі візуальних ознак .....	223
<i>В.К. Маковесва</i>	
Контейнеризація та оркестрація: DOCKER та KUBERNETES .....	228
<i>Д.Р. Придятько</i>	
Огляд методів розпізнавання об'єктів за допомогою систем технічного зору .....	234
<i>А.А. Большаков</i>	
Розроблення архітектури SCADA-системи гнучкого виробництва та вибір апаратних засобів .....	239
<i>В.С. Головіна</i>	
Розроблення системи керування мобільним пошуково-рятувальним роботом .....	244
<i>Д.В. Мілько</i>	
Дослідження програмного методу визначення відстані до об'єкту за допомогою параметрів камери .....	250
<i>І.А. Манякін</i>	
Аналіз методів автоматичного розпізнавання осіб .....	254
<i>Ю.С. Візір</i>	
Автоматичне енергоефективне управління освітленістю з використанням кіберфізичних підходів в умовах виробництва .....	259
<i>В.І. Дульський</i>	
Методи оптимізації керуючих програм для верстатів з ЧПУ .....	264
<i>М.С. Карпов</i>	
Використання бездротових мереж для організації контролю в промисловості .....	269
<i>М.А. Пісклов</i>	
Алгоритми створення та оптимізації розкладу для загальноосвітніх навчальних закладів .....	275
<i>А.Ю. Губарь</i>	
Веб-додаток для моніторингу та управління запасами в 3D-друкарні .....	281
<i>І.А. Поддубняк</i>	
Аналіз сучасних візуальних SLAM систем в робототехніці .....	286
<i>Д.П. Редько</i>	
Технології транспортування вибухонебезпечних предметів за допомогою роботизованого пристрою .....	292
<i>В.О. Заїкін</i>	
Роботизовані системи та їх застосування у інноваційних методах виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів .....	296
<i>К.О. Вадурін, А.С. Шандро</i>	
Розробка структури інформаційно-аналітичної система для збору, обробки та аналізу даних щодо використання енергетичних ресурсів багатоповерховою будівлею .....	302
<i>Є.М. Грищенко</i>	
Аналіз систем контролю виготовлення 3D деталей на потоковому роботизованому виробництві .....	309

<i>В.А. Савін</i>	
Класифікація роботизованих систем для пошуку вибухонебезпечних предметів .....	319
<i>М. Збітнев</i>	
Аналіз мобільних робототехнічних платформ для гуманітарного розмінування .....	329
<i>В.А.Сторожук В.А., М.А. Вісковатов</i>	
Розробка інтелектуального модуля для моніторингу параметрів на базі ІоТ .....	334
<i>М.В. Толстий</i>	
Аналіз методів намотування дротів на станках з ЧПУ у роботизованому виробництві .	340
<i>В.В. Цешевський</i>	
Огляд сучасних конструктивних схем роботів для переміщення сходами .....	354
<i>О.О. Зибенко</i>	
Інновації та досягнення в електророзробній обробці: формування комп'ютерно-інтегрованого виробництва .....	356
<i>К.О. Левченко</i>	
Моделювання автоматизованого комплексу безтарного сховища сировини .....	361
<i>О.Д. Нікулін</i>	
Конвеєрні технології та автоматизація у аддитивному виробництві .....	364
<i>Д.В. Пархоменко</i>	
Аналіз систем інжекції з'єднувальної речовини у технології 3D друку 3DP .....	370
<i>К.Є. Скрипник</i>	
Моделювання та розрахунок дозування пластику у шнековому екструдері .....	374
<i>С.Ю. Мірошніченко</i>	
Автоматизована система управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів	381
<i>В.Є. Тараненко</i>	
технологія екструзійного 3D друк без підтримок .....	386
<i>Є.О.Зусь, М.Ю. Лучанінов</i>	
Дослідження методів автономного позиціонування та навігації робототехнічних мобільних платформ .....	390
<i>О.С. Пащенко, К.О. Зозуля</i>	
Сучасне виробництво з використанням комп'ютерного управління та інформаційних технологій .....	394
<i>Є.Г. Федосєєв</i>	
Аналіз методів імітаційного моделювання технологічних процесів складання .....	401
<i>К.С. Редькін</i>	
Локальна навігація мобільного робота в приміщенні .....	404

## ВПЛИВ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ТА РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ

**Удовиченко О.В.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: oleksandr.udovychenko@nure.ua

**Анотація:** У статті проаналізовано вплив розвитку штучного інтелекту(ШІ) на комп'ютеризовані та робототехнічні системи, розглянуто підвищення ефективності виробничих та бізнес-процесів, а також потенціал використання ШІ для вирішення реальних завдань.

**Ключові слова:** штучний інтелект, автоматизація, машинне навчання.

## IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT ON COMPUTERIZED AND ROBOTIC SYSTEMS

**O. Udovychenko**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, Nauky av.,14

Email address: oleksandr.udovychenko@nure.ua

**Abstract:** The article analyzes the impact of artificial intelligence (AI) development on computerized and robotic systems. It explores the enhancement of efficiency in production and business processes, as well as the potential use of AI in addressing real-world tasks.

**Keywords:** artificial intelligence, automation, machine learning.

Штучний інтелект (ШІ) – це симуляція людського інтелекту системою або машиною. Мета розвитку штучного інтелекту полягає в тому, щоб розробити машину, яка може думати як люди та імітувати людську поведінку, включаючи сприйняття, міркування, навчання, планування, прогнозування тощо. Інтелект - одна з основних характеристик, яка відрізняє людину від тварин. З нескінченним настанням промислових революцій все більше типів машин постійно замінюють людську працю в усіх сферах діяльності суспільства, що неминуче замінить використання людських ресурсів, машинним інтелектом, проте це все ще є великим викликом, який необхідно подолати. Багато вчених зосереджуються на галузі вивчення і розвитку штучного інтелекту, що робить дослідження в галузі ШІ дуже насиченими та різноманітними. Сфери досліджень ШІ включають створення нових кращих пошукових алгоритмів, графів знань, а також можливість використання обробки природних мов, покращення експертних систем, алгоритмів еволюції, машинного навчання (МН), глибокого навчання (ГН) тощо[1].

Досить довгий час з початку введення терміну ШІ(1956р.), вчені не могли досягти значних успіхів у розвитку технології, однак у 2006 році Джеффри Хінтон і його колеги[3,4], зробили прорив у ШІ, запропонувавши підхід побудови глибших нейронних мереж, а також спосіб уникнути зникнення градієнта під час навчання. Це відновило дослідження штучного інтелекту, і алгоритми МН стали однією з найактивніших сфер досліджень штучного інтелекту. МН - це підмножина машинного навчання, заснована на декількох шарах нейронних мереж з навчанням представлення[5], тоді як машинне навчання є частиною штучного інтелекту, яку комп'ютер або програма може використовувати для навчання та набуття інтелекту без

втручання людини. Таким чином, «вчитися» є ключовим словом цієї ери досліджень штучного інтелекту. Технології великих даних і вдосконалення обчислювальної потужності зробили отримання функцій та інформації з масивних вибірок даних більш ефективним.

В подальшому з розвитком мікроелектроніки, а саме з розвитком комп'ютерів стало можливим будувати станки та верстати з великою точністю управління, що дозволило ще покращити апаратне забезпечення обчислювальних машин. Розвиток програмного забезпечення вправно підлаштовується під нові можливості, що відкриваються для покращених пристроїв. Проте виявилось, що писати програму і прописувати команди виконання з часом стає все важче. Для рішення проблеми, що постало перед людством, а саме збільшення відсотку автоматизації на підприємствах, при незначному зростанні матеріальних затрат та зниженні кількості спеціалістів, що потрібні для побудови спеціального програмного забезпечення(ПЗ), було обрано розвиток ШІ для того, щоб його можна було навчити виконувати рутинну однотипну роботу. Станом на 2023 рік, застосування ШІ дозволяє підвищити ефективність виконання виробничих та бізнес-процесів через різні механізми в різних задачах таких, як:

- автоматизація рутинних завдань, що звільняє людей від монотонних обов'язків та дозволяє їм зосередитися на більш складних та творчих завданнях;
- аналіз та обробка великих об'ємів даних за рахунок того, що ШІ може швидко та ефективно аналізувати великі обсяги даних, виявляючи патерни та тренди. В результаті це допомагає приймати обґрунтовані рішення на основі достовірної(актуальної) інформації;
- прогнозування та оптимізація, за рахунок використання ШІ алгоритмів прогнозування для визначення майбутніх тенденцій та оптимізації робочих процесів, в результаті дозволяє підприємствам адаптуватися до змін і проводити стратегічне планування;
- персоналізація та контекстний аналіз, адже в результаті адаптації ШІ може забезпечити персоналізований підхід до клієнтів та бізнес-партнерів, аналізуючи їхні унікальні потреби та уподобання;
- автоматизація обробки мовлення, сучасні системи обробки природної мови на основі ШІ можуть автоматизувати комунікацію з клієнтами, партнерами та співробітниками, що покращує ефективність обробки інформації;
- керування запасами та логістикою, за рахунок можливості обчислювати великі об'єми даних системи ШІ можуть оптимізувати управління запасами, відстежуючи попит та регулюючи запаси в реальному часі.;
- автоматизація процесів прийняття рішень, ШІ може допомагати в прийнятті рішень, аналізуючи дані та рекомендуючи оптимальні стратегії для досягнення поставлених цілей.

Загально, використання ШІ дозволяє прискорити та оптимізувати різні етапи виробничих та бізнес-процесів, що призводить до підвищення продуктивності та конкурентоспроможності підприємства[2].

Звісно в теорії все виглядає досить красиво, та чи так є насправді? І відповідь на дане питання вже існує, адже з кожним роком застосування технологій машинного навчання та штучного інтелекту набуває все більшого поширення, саме через це є актуальні дані про вплив цього фактору на такі галузі, як: промислова робототехніка, робототехніка в охороні здоров'я, сервісна робототехніка, автономні транспортні засоби. Наприклад в промисловій робототехніці штучний інтелект справив глибокий вплив на промислову автоматизацію, революціонізувавши виробничі процеси, складальні лінії та контроль якості. Роботи на основі штучного інтелекту можуть виконувати повторювані завдання з високою точністю та ефективністю, що призводить до підвищення продуктивності та економії коштів У таких галузях, як автомобілебудування, електроніка та фармацевтика, роботи на основі штучного інтелекту використовуються для таких завдань, як зварювання, пакування та перевірка.

Навіть в сфері охорони здоров'я, штучний інтелект дозволив розробляти передові роботизовані системи для різних застосувань. Наприклад, хірургічні роботи допомагають хірургам виконувати мінімально інвазивні процедури з підвищеною точністю та швидкістю. Реабілітаційні роботи допомагають пацієнтам відновитися після травм або інвалідності, надаючи цільову терапію та допомогу. Роботизоване протезування також виграло від штучного інтелекту, дозволяючи користувачам відновлювати рухливість і виконувати складні рухи[6]. Також під час досліджень для винайдення вакцини, що здатна подолати або надати імунітет до вірусу Covid-19, активно застосовувався ШІ, цілком і повністю була використана можливість обробки та аналізу великого об'єму даних, що дозволило значно скоротити терміни досліджень та виявити методи створення потрібних вакцин, також штучний інтелект дав змогу зменшити ризики за рахунок моделювання результатів дії препарату[7]. Вище перераховані внески в науку та технології неможливо не брати до уваги, саме через це ШІ став одним із найбільш досліджуваних у прогресивному світі.

Підводячи підсумки, можна сміливо припустити, що інтеграція штучного інтелекту в робототехніку мала значний вплив на різні галузі, революціонізуючи процеси, підвищуючи ефективність і підвищуючи безпеку. Роботи на основі штучного інтелекту мають потенціал для трансформації секторів охорони здоров'я, виробництва, транспорту та послуг. Однак необхідно враховувати етичні міркування, технічні обмеження та проблеми у взаємодії людини та робота. Необхідні подальші дослідження та розробки, щоб використовувати весь потенціал роботів на основі штучного інтелекту та забезпечити їх відповідальне та етичне використання[6].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Junjun Qiu, Keqin Hua, Wentao Su, Jian Wu, Huiyu Xu, Yong Han, Chenguang Fu, Zhigang Yin, Miao Liu, Ronald Roepman, Sabine Dietmann, Jiabao Zhang, Fredrick Kengara, Ze Zhang, Lifu Zhang, Taolan Zhao, Ji Dai, Zhipeng Cai, Fang Wang, Jiabao Zhang (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. // ScienceDirect DOI: <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100179>. (переглянуто 10.11.2023р.)
2. Paul R. Daugherty, H. James Wilson (2018). Human + Machine Reimagining Work in the Age of AI // Harvard Business Review Press ISBN 9781633693876.
3. Hinton G. E., Osindero S., Teh Y. W. A fast learning algorithm for deep belief nets // Neural computation. – 2006. – Т. 18. – №. 7. – С. 1527-1554.
4. Hinton G. E., Salakhutdinov R. R. Reducing the dimensionality of data with neural networks // science. – 2006. – Т. 313. – №. 5786. – С. 504-507.
5. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // nature. – 2015. – Т. 521. – №. 7553. – С. 436-444.
6. Damien SOULÉ. The Impact of Artificial Intelligence on Robotics // LinkedIn.com URL: <https://www.linkedin.com/pulse/impact-artificial-intelligence-robotics-damien-soul%C3%A9/> (переглянуто 12.11.2023р.).
7. Adrian Bucher; Emilia Antonio; Henrike Grund; Nusrat Jabin; Chantel Jones; Meron Kifle; Susan Khader; Genevieve Boily-Larouche; Morgan Lay; Alice Norton, 2022, "Replication data for A living mapping review for COVID-19 funded research projects: 15 month update", <https://doi.org/10.7910/DVN/UWX1OJ> (переглянуто 12.11.2023р.), Harvard Dataverse, V1

**Науковий керівник:** *Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри КІТАР, Харківського національного університету радіоелектроніки*

Міністерство освіти і науки України



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

**«Автоматизація та приладобудування»**

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

**ADED-2024**

(Випуск 1)

[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 2024

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-2024**  
(Випуск 1)  
[електронне видання]

Харків 2024

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету  
**Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».  
**Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.  
**Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».  
**Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.  
**Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського  
**Демська Наталія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.  
**Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2024) [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2024. – Вип. 1. – 207с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2024 Part 1 (Key infrastructure 2024) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2024. – 207p with.

Рекомендовано рішенням  
Науково-технічної ради  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради  
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол № 10 від 20.05.2024

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка; 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2024 рік

## ЗМІСТ

<i>Візір Ю.С.</i> Штучний інтелект у системах управління освітленістю .....	7
<i>Тимошенко М.В.</i> Огляд комп'ютерних телекомунікаційних мереж та технологій .....	12
<i>Бендеберя М.О.</i> Розробка алгоритмічно-функціональної моделі робота маніпулятора на базі ABB ROBOT STUDIO .....	18
<i>Дяченко Е.С.</i> Сучасні формати даних та їх вплив на швидкодію ВЕБ-додатків .....	23
<i>Karpenko A.</i> Overview at Autonomous Construction Development Tendencies .....	29
<i>Мороз М. В.</i> Необхідність та актуальність програмного забезпечення для автоматизації розсилки повідомлень .....	35
<i>Натарова В.С.</i> Інтеграція датчиків та контрольних систем для оптимізації параметрів вирощування рослин на основі технологій гідропонних .....	41
<i>Остапенко І.В.</i> Дослідження методів керування ТП з використанням робототехнічних засобів .....	47
<i>Редькін К.С.</i> Вдосконалення модуля автоматизованого управління режимами роботи теплообмінника на центральному тепловому пункті .....	51
<i>Савченко П.М.</i> Аналіз принципів побудови адаптивних систем автоматичного управління .....	55
<i>Савченко П.М.</i> Використання інтелектуальних технологій у створенні та вдосконаленні програмного забезпечення систем управління роботами .....	59
<i>Соломатін В.О.</i> Розробка системи сповіщення про стан пристрою дозування пластичних матеріалів ....	63
<i>R. Maksim</i> The Way to Efficient Production: Cals Approaches for Managing Product Data .....	70
<i>Тимошенко М.В.</i> Аналіз структури сучасної системи контролю та управління доступом .....	75
<i>Кирпота Ф.В.</i> Роль автоматизованої системи контролю навколишнього середовища теплиці .....	80
<i>Біліченко А.С.</i> Аналіз проблем і можливостей, пов'язаних з пошуком інформації в мережі інтернет ...	85
<i>Манякін І.А.</i> Пошукові технології у медичній сфері: відкриття та перспективи .....	91
<i>S.V. Shmatko</i> Evolution of Information and Search Systems From Beginnings to Present: Review .....	96
<i>Васильченко Є.Р.</i> Аналіз функцій та основних принципів роботи охоронно-пожежної сигналізації .....	101
<i>Халімонов Я.І</i> Використання сенсорів та IoT-технологій для моніторингу параметрів робочого середовища .....	106

<i>R. Maksim</i>	
Strategies for Implementation of Production Automation Using CALS Approaches .....	111
<i>Андреев А.С.</i>	
Пошук інформації в інтернеті: Проблеми та можливості .....	116
<i>Yechevskiy A.D.</i>	
System Of Monitoring and Control of Microclimate Parameters in Office Premises .....	122
<i>Лихо Т.А.</i>	
Роль розпізнавання образів та комп'ютерного зору в удосконаленні робототехнічних систем підтримки рішень .....	127
<i>Макушев І.А.</i>	
Огляд та актуальність сучасних повітряних дронів .....	133
<i>Соколов Т.О.</i>	
Роль інтелектуальних систем підтримки рішень в автоматизації та оптимізації робототехнічних процесів .....	138
<i>Зарубін І.С.</i>	
Огляд сучасних повітряних роботів .....	144
<i>Остроухов Є.С.</i>	
Дистанційно керовані роботи – нові можливості для медичної допомоги .....	150
<i>Придятько Д.Р.</i>	
Аналіз методів пошуку вибухонебезпечних предметів .....	155
<i>Shmatko S.V.</i>	
Impact of Information Search Systems on Users and Society .....	161
<i>Удовиченко О.В.</i>	
Застосування штучного інтелекту в промисловості та автомобільній галузі .....	166
<i>Фомін В.І.</i>	
Математичні методи в системах автоматизації .....	169
<i>Фомін В.І.</i>	
Етика та правові аспекти в робототехніці .....	173
<i>Черноморченко Б.О.</i>	
Аналіз інтелектуальних систем забезпечення безпеки виробництва .....	177
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Виклики та перспективи впровадження адаптивних роботів у виробництво .....	182
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Оцінка впливу роботизації на продуктивність та якість виробництв .....	187
<i>Довбня М.</i>	
Аналіз лабораторних блоків живлення, представлених на ринку електроніки .....	192
<i>Довбня М.</i>	
Порівняльний аналіз дронів для розмінування українських територій .....	200

## ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОМИСЛОВІСТІ ТА АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

**О.В. Удовиченко**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: [oleksandr.udovychenko@nure.ua](mailto:oleksandr.udovychenko@nure.ua)

*Анотація:* У статті розглядаються технологічні тенденції в промисловості, зокрема використання штучного інтелекту та роботизації процесів. Дослідження показує важливість автоматизації та оптимізації робочого процесу, що стає можливим завдяки поєднанню фізичних технологій з інформаційними системами. Новий підхід відкриває шлях до створення більш ефективних, безпечних та інноваційних виробничих систем у промисловості.

*Ключові слова:* штучний інтелект, автоматизація, оптимізація.

## APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INDUSTRY AND AUTOMOBILE INDUSTRY

**O. Udovychenko**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, Nauky av.,14

Email address: [oleksandr.udovychenko@nure.ua](mailto:oleksandr.udovychenko@nure.ua)

*Abstract:* The article examines technological trends in industry, in particular the use of artificial intelligence and robotization of processes. The study shows the importance of automation and optimization of the work process, which becomes possible thanks to the combination of physical technologies with information systems. The new approach opens the way to creating more efficient, safe and innovative production systems in industry.

*Key words:* artificial intelligence, automation, optimization.

З початком розвитку промисловості, перед людством постала проблема автоматизації та оптимізації робочого процесу. На початку використовувалася виключно фізична сила для виготовлення деталей та збірки їх в єдиний механізм, що не дозволяло ефективно та швидко виконувати процес. На початку ХХ ст. промисловість значно розвилася за рахунок створення та введення в експлуатацію конвеєрів, що в свою чергу дозволило створити потокові лінії[3].

Потокова лінія (англ. production line) являє собою, виробничу дільницю, що оснащена сукупністю машин і механізмів, призначених для виготовлення певної продукції, що встановлені згідно з послідовністю операцій технологічного процесу, що виконуються із заданим ритмом[4].

Розвиток мікроелектроніки, зокрема комп'ютерів, дозволив створювати станки та верстати з високою точністю управління, що покращило апаратні можливості обчислювальних машин. В свою чергу, розвиток програмного забезпечення має відповідати новим можливостям покращених пристроїв, але написання програм та вказівок стає складнішим з часом.

Для збільшення рівня автоматизації підприємств та зменшення витрат на навчання фахівців для створення спеціалізованого програмного забезпечення, було обрано шлях розвитку штучного інтелекту (ШІ), який можна навчити виконувати однотипні завдання, що виникають на різних ділянках конвеєрного виробництва[5].

Чудовим прикладом введення інновацій на трансмісійному заводі Ford у Лівонії, штат

Мічиган. В автомобільних складальних операціях, ввели у використання штучний інтелект для підтримки використання робота в певній автоматизованій складальній ролі(рис.1).



Рисунок 1 – Збиральна ділянка з роботом з підтримкою ШІ

Основне в застосуванні штучного інтелекту полягає у підтримці установки гідротрансформаторів у корпуси трансмісії автомобілів, зокрема Ford Bronco Sport, Edge, Escape, Lincoln Nautilus і Corsair. Це перше в галузі застосування штучного інтелекту в робототехніці для масової збирання[1].

Переваги поєднання роботизованої автоматизації процесів (RPA) та штучного інтелекту полягають в наступному:

- забезпечення нових та привабливих варіантів використання;
- відкриття нових рівнів цінностей двома основними способами.

1. Поширення RPA на сфери, які раніше були непридатні для автоматизації.

2. Збільшення продуктивності робототехніки в рамках поточного процесу.

Розгортання цих когнітивних інструментів обіцяє новий рівень продуктивності та інновацій, звільняючи працівників від необхідності зосереджуватися на більш цінних видах діяльності та забезпечуючи якість, послідовність та можливість контролю бізнес-процесів на промисловому рівні.

Крім того, люди-працівники можуть використовувати ці методи для взаємодії з роботами більш схожими на людські способи, надаючи можливість людям і машинам безперешкодно взаємодіяти та співпрацювати, забезпечуючи новий рівень ефективності та продуктивності[2].

Підсумовуючи, виділимо основне:

- розвиток мікроелектроніки та програмного забезпечення сприяє автоматизації промислових процесів, що веде до покращення апаратних можливостей обчислювальних машин;
- штучний інтелект відкриває нові можливості в сфері автоматизації та підтримки виробничих операцій, зокрема, в масовому збиранні автомобілів;

- злиття роботизованої автоматизації процесів та штучного інтелекту забезпечує ефективніше використання ресурсів та підвищує продуктивність у виробничих умовах;
- використання когнітивних інструментів, які поєднують RPA і ШІ, розширює можливості автоматизації, звільняючи працівників від рутинних завдань та покращуючи контроль бізнес-процесів;
- узгоджена взаємодія людей і машин, підтримана штучним інтелектом, сприяє досягненню нових рівнів ефективності та співпраці в промисловості;

## ЛІТЕРАТУРА

1. Automotive manufacturing solutions. Optimising the process: AI in robotic assembly cells // [automotivemanufacturingsolutions.com](https://www.automotivemanufacturingsolutions.com) URL: <https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/ford/optimising-the-process-ai-in-robotic-assembly-cells/42039.article> (переглянуто 06.04.2024р.).
2. Douglas D. Williams, Ira L. Allen. Using artificial intelligence to optimize the value of robotic process automation // IBM Corporation September 2017 URL: <https://www.ibm.com/downloads/cas/KDKAAK29> (переглянуто 08.04.2024р.).
3. Studfile. Конвеєрне виробництво г. Форда // [studfile.net](https://studfile.net) URL: <https://studfile.net/preview/6754864/page:5/> (переглянуто 03.04.2024р.).
4. ТДАТУ. 1.3 Поточкові лінії // [elib.tsatu.edu.ua](https://elib.tsatu.edu.ua) URL: [https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv\\_8/page5.html](https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_8/page5.html) (переглянуто 11.04.2024р.).
5. Удовиченко О. ВПЛИВ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ТА РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ / О. Удовиченко // Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) : збірник студентських наукових статей – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 2. – С. 30-32

**Науковий керівник:** Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри КІТАР, Харківського національного університету радіоелектроніки

## Додаток Б

### Лістинг програмного коду

Повний текст програми та усі файли знаходяться на Git-репозиторії за адресою: URL: <https://github.com/alexine4/Computer-Vision-AI>

Приклад лістингу контролерів:

#### Cameras.js

```
const camera = require("../models/camera");

module.exports.addNew = async (req, res) => {
  try {
    const result = await camera.create(req.body);
    if (result !== undefined) {
      return res.status(200).json({ message: "Cameras successfully added" });
    }
  } catch (error) {
    res.status(400).json({ error: "Camera with this name already exist" });
  }
};

module.exports.update = async (req, res) => {
  try {
    await camera.update(req.params.cameraId, req.body);
    return res.status(200).json({ message: "Cameras successfully updated" });
  } catch (error) {
    res.status(400).json({ error: "Camera with this name already exist" });
  }
};

module.exports.fetchOne = async (req, res) => {
  try {
    const cameras = await camera.fetchOne(req.params.cameraId);
    if (cameras.dataValues !== undefined) {
      return res.status(200).json(cameras.dataValues);
    }
  } catch (error) {
    res.status(400).json({ error: "Camera with this id doesn't exist" });
  }
};

module.exports.fetchAll = async (req, res) => {
  try {
    const cameras = await camera.fetchAll();

    if (cameras[0].dataValues !== undefined) {
      return res.status(200).json(cameras);
    }
  }
};
```

```

    } catch (error) {
      res.status(400).json({ error: "Any cameras doesn`t exist" });
    }
  };
module.exports.delete = async (req, res) => {
  try {
    const cameras = await camera.delete(req.params.cameraId);
    console.log(cameras);

    if (cameras) {
      return res.status(200).json({ message: "Camera successfully deleted" });
    }
  } catch (error) {
    res.status(400).json({ error: error.message || "An error occurred" });
  }
};

```

Приклад лістингу моделей:

### Cameras.js

```

// In this file you crate and sync model table User
const Sequelize = require('sequelize')
// connect to database
const connectDB = require('../connections/connectionDB')
const sequelize = connectDB.sequelize;

class Camera extends Sequelize.Model { }

module.exports.initialization = async () => {

  await Camera.init({
    cameraId: {
      type: Sequelize.BIGINT,
      primaryKey: true,
      autoIncrement: true
    },
    name: {
      type: Sequelize.STRING,
      allowNull: false
    },
    cameraType: {
      type: Sequelize.STRING,
      allowNull: false
    },
    location: {
      type: Sequelize.STRING,
      allowNull: false
    }
  })
}

```

```
    }, {
      sequelize,
      modelName: 'Cameras'
    })
  sequelize.sync({
    alter: true
  })
  return true
}

// function create new item in Users
module.exports.create = async ({name, cameraType, location} ) => {
  return await Camera.create({
    name,
    cameraType,
    location
  })
}

module.exports.update = async (cameraId,{ name, cameraType, location} ) => {
  return await Camera.update({
    name,
    cameraType,
    location
  },{
    where:{
      cameraId
    }
  })
}

module.exports.delete = async ({cameraId} ) => {
  return await Camera.destroy({
    where:{
      cameraId
    }
  })
}

module.exports.fetchOne = async (cameraId ) => {
  return await Camera.findOne({
    where:{
      cameraId
    }
  })
}

module.exports.fetchAll = async () => {
  return await Camera.findAll()
}
```

Приклад лістингу роутів:

### Cameras.js

```
const express = require('express')
const controller = require('../controllers/cameras')
const passport = require('passport')
const router = express.Router()

router.get('/getAll',passport.authenticate('jwt', { session: false
}),controller.fetchAll)
router.get('/getById/:cameraId',passport.authenticate('jwt', { session: false
}),controller.fetchOne)
router.post('/addNew',passport.authenticate('jwt', { session: false
}),controller.addNew)
router.patch('/change/:cameraId',passport.authenticate('jwt', { session: false
}),controller.update)
router.delete('/delete/:cameraId',passport.authenticate('jwt', { session: false
}),controller.delete)

module.exports = router
```

Лістинг керуючого файлу сервера:

```
// init modules
const express = require("express");
const bodyParser = require("body-parser");
const passport = require("passport");
const cors = require("cors");
const morgan = require("morgan");
const connectionDB = require('./connections/connectionDB')
const Passport = require('./middleware/passport')
// init controllers
const initialilazationAll = require('./controllers/initializationDb')

// init routes
const authRoutes = require("./routes/auth");
const recognitionRoutes = require("./routes/recognition");
const cameraRoutes = require("./routes/cameras");

const app = express();

//connection to DB
connectionDB.sequelize
  .authenticate()
  .then(() => console.log('Connected.'))
  .catch((err) => console.error('Connection error: ', err))

//init all DB tables
initialilazationAll.initialilazationAll()
```

```

// init and usining passport module
app.use(passport.initialize())
Passport(passport)

// using dev modules
app.use(morgan("dev"));
app.use(cors());
app.use(
  bodyParser.urlencoded({
    extended: true,
  })
);
app.use(bodyParser.json());

// write path of route and meneger route file
app.use('/api/auth', authRoutes)
app.use('/api/recognition', recognitionRoutes)
app.use('/api/cameras', cameraRoutes)

module.exports = app

```

Приклад лістингу сервісу розпізнавання об'єктів на відео:

video-recognition.service.ts

```

import { Injectable, model } from '@angular/core';
import * as cocoSsd from '@tensorflow-models/coco-ssd';
import * as tmImage from '@teachablemachine/image';
import '@tensorflow/tfjs';
import { RecognitionLog } from '../interfaces';

@Injectable({
  providedIn: 'root',
})
export class VideoRecognitionService {
  private model: cocoSsd.ObjectDetection | null = null;
  private teachableModel: any = null;
  private readonly teachableModelURL = '/my_model/model.json';
  private readonly teachableMetadataURL = '/my_model/metadata.json';
  private text!: string;
  private color!: string;
  private isPaused = false;
  private shouldStop = false;
  private playbackSpeed = 1;
  private pausedTime!: number;
  private previousClassName: string | null = null; // Зберігаємо попередній клас
  public detectionResults: RecognitionLog[] = []; // Масив для результатів
  private video!: HTMLVideoElement;
  private canvas!: HTMLCanvasElement;

```

```
private cameraId!: number;

constructor() {}

// Завантаження моделі
async loadModel(): Promise<void> {
  // Завантаження моделі Coco SSD
  try {
    this.model = await cocoSsd.load();
    console.log('Coco SSD model loaded');
  } catch (error) {
    console.error('Error loading Coco SSD model:', error);
  }

  // Завантаження моделі Teachable Machine, якщо URL задані
  if (this.teachableModelURL && this.teachableMetadataURL) {
    try {
      this.teachableModel = await tmImage.load(
        this.teachableModelURL,
        this.teachableMetadataURL
      );
      console.log('TeachMod model loaded successfully!');
    } catch (error) {
      console.error('Error loading Teachable Machine model:', error);
    }
  }
}

// Розпізнавання об'єктів на кадрі відео
async detectObjects(
  video: HTMLVideoElement,
  canvas: HTMLCanvasElement,
  timeStart: number,
  playbackRate: number,
  cameraId: number
): Promise<void> {
  if (!this.model) {
    throw new Error('Coco SSD model not loaded.');
```

```
  }

  const context = canvas.getContext('2d');
  if (!context) {
    throw new Error('Cannot get canvas context.');
```

```
  }

  this.video = video;
  this.canvas = canvas;
  this.cameraId = cameraId;
  this.playbackSpeed = playbackRate;
  video.currentTime = timeStart;
```

```

let lastAnalysisTime = 0;

const detectFrame = async () => {
  if (this.shouldStop || this.isPaused) {
    this.pausedTime = video.currentTime;
    return;
  }

  // Синхронізація розмірів

  const scaleX = canvas.width / video.videoWidth;
  const scaleY = canvas.height / video.videoHeight;

  video.playbackRate = this.playbackSpeed;
  context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
  context.drawImage(video, 0, 0, canvas.width, canvas.height);

  const predictions = await this.model!.detect(video);

const updateInterval = 500; // Інтервал оновлення у мілісекундах

for (const [index, prediction] of predictions
  .filter((p) => p.class === 'person')
  .entries()) {
  const [x, y, width, height] = prediction.bbox;

  // Малюємо початкову рамку
  let lastUpdated = 0
  context.strokeStyle = this.color;
  context.lineWidth = 2;
  context.strokeRect(
    x * scaleX,
    y * scaleY,
    width * scaleX,
    height * scaleY
  );

  context.fillStyle = this.color;
  context.font = '16px Arial';
  context.fillText(
    this.text,
    x * scaleX,
    y > 10 ? (y - 5) * scaleY : (y + 15) * scaleY
  );

  // Створюємо тимчасовий canvas для розпізнавання
  const tempCanvas = document.createElement('canvas');
  const tempContext = tempCanvas.getContext('2d');
  if (!tempContext) continue;

```

```
tempCanvas.width = width;
tempCanvas.height = height;

tempContext.drawImage(
  video,
  x,
  y,
  width,
  height,
  0,
  0,
  width,
  height
);

// Розпізнавання Teachable Machine
const predictionsTM = await this.teachableModel!.predict(tempCanvas);

for (const predictionTM of predictionsTM.filter(
  (p: { probability: number }) => p.probability > 0.5
)) {
  const { className, probability } = predictionTM;

  // Стабілізація результатів
  const currentTime = performance.now();

  if (
    this.previousClassName !== className ||
    currentTime - lastUpdated > updateInterval
  ) {
    // Визначення кольору
    this.color = 'white';
    switch (className) {
      case 'Worker':
        this.color = 'green';
        break;
      case 'Ambulancer':
        this.color = 'orange';
        break;
      case 'Policer':
        this.color = 'blue';
        break;
      case 'Military':
        this.color = 'red';
        break;
      case 'Fireforcer':
        this.color = 'yellow';
        break;
    }
  }
}
```

```

        default:
            this.color = 'pink';
            break;
    }
    if (this.previousClassName !== className) {
        // Зберігаємо результат
        this.detectionResults.push({
            detectObject: className,
            confidenceScore: probability,
            timestamp: new Date().toISOString(),
            ai_modelId: 0,
            cameraId: cameraId,
        });
        this.previousClassName = className
    }
    this.text = `${className} (${(probability * 100).toFixed(1)}%)`;
}

// Оновлюємо стан
lastUpdated = currentTime

}
context.strokeStyle = this.color;
context.lineWidth = 2;
context.strokeRect(
    x * scaleX,
    y * scaleY,
    width * scaleX,
    height * scaleY
);
}

requestAnimationFrame(detectFrame);
};

detectFrame();
}
pause(): void {
    this.isPaused = true;
}

resume(): void {
    this.isPaused = false;
    this.detectObjects(
        this.video,
        this.canvas,
        this.pausedTime,
        this.playbackSpeed,
        this.cameraId
    );
}
}

```

```
stop(): void {
  this.shouldStop = true;
}

seek(video: HTMLVideoElement, timeInSeconds: number): void {
  video.currentTime = timeInSeconds;
}

setPlaybackSpeed(speed: number): void {
  this.playbackSpeed = speed;
}
}
```

В додатку показано лістинг контролера, роута та моделі для одного елемента, також надано код роботи сервера на NodeJS (Express) технології.

Відповідно до теми роботи основним сервісом є той, що відповідає за підключення моделей та реалізації логіка подальшого розпізнавання об'єктів за типом одягу на відео, та виведенню отриманої інформації до журналу розпізнавання в реальному часі, та завантаженню нової інформації до бази даних з 5 хвилинним інтервалом, за умови, що з'являлися нові результати розпізнавання. Більш детально ознайомитися з кодом програми можна відвідавши репозиторій GitHub.

**Додаток В**  
**Демонстраційний матеріал**

