

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та
безпекової інженерії

**I Всеукраїнська конференція
«Інтелектуальні технології цивільної безпеки та
робототехнічні системи аварійно-рятувальних робіт»**



**I All-Ukrainian Conference
“Intelligent Civil Safety Technologies and Robotic Systems for
Emergency and Rescue Operations”**

ICSTRO

2026

I All-Ukrainian Conference

February 12 - 13, 2026

Kharkiv

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Інтелектуальні технології цивільної безпеки та робототехнічні системи аварійно-рятувальних робіт 2026: матеріали I-ої Всеукраїнська конференція, Харків, 12-13 лютого 2026 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2026. – 192 с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів моделювання, прогнозування та управління ризиками у сфері цивільної безпеки; техногенна та виробнича безпека: технічні засоби, оцінка ризиків, експертиза; інтелектуальні та робототехнічні системи аварійно-рятувальних робіт; кіберфізичні системи, інформаційна безпека та цифровий захист виробництв; інформаційно-комунікаційні технології в системах управління та моніторингу надзвичайних ситуацій; сталий розвиток, екологічна безпека та соціальна відповідальність у сфері цивільної безпеки; інтелектуальні системи прийняття рішень у сфері цивільного захисту.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Intelligent Civil Safety Technologies and Robotic Systems for Emergency and Rescue Operations 2026: Proceedings of I st All-Ukrainian Conference, Kharkiv, February 12 - 13, 2026: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2026. - 192 p.

The collection includes the theses of reports on devoted to current trends in the development of technologies and tools for modeling, forecasting, and risk management in the field of civil safety; industrial and technological safety, including technical means, risk assessment, and expert evaluation; intelligent and robotic systems for emergency and rescue operations; cyber-physical systems, information security, and digital protection of industrial facilities; information and communication technologies in emergency management and monitoring systems; sustainable development, environmental safety, and social responsibility in the field of civil safety; and intelligent decision-support systems in civil protection.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Національний університет «Запорізька політехніка»
Національний університет «Львівська політехніка»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та
науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»
Головне управління ДСНС України у Харківській області

**Всеукраїнська конференція
«Інтелектуальні технології цивільної безпеки та
робототехнічні системи аварійно-рятувальних робіт»
(ICSTRO-2026)**



**All-Ukrainian Conference
“Intelligent Civil Safety Technologies and Robotic Systems for
Emergency and Rescue Operations”
(ICSTRO-2026)**

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Головий редактор:** **Ігор НЕВЛЮДОВ**, д.т.н., проф., зав кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки
- Заступник голови комітету конференцій:** **Тетяна СТИЦЕНКО**, к.т.н., доц., зав кафедри Безпекової інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Секретар конференцій:** **Владислав ЄВСЄЄВ**, д.т.н., проф., професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Олександр ФИЛИПЕНКО**, д.т.н., проф., декан факультету автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна;
Сергій КОЛОСОВСЬКИЙ, заступник начальника Головного управління ДСНС України у Харківській області;
Сергій РАЧКОВ, завідувач курсів Навчально-методичний центр цивільного захисту та безпеки життєдіяльності Харківської області;
Ірина ПЕТРОВА, д.ю.н., проф., головний науковий співробітник Національного наукового центру «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса», Міністерства юстиції України;
Віктор СЕЗОНОВ, к.ю.н., доц., завідувач відділом Харківського науково-дослідницького експертно-криміналістичного центру, Міністерства внутрішніх справ України;
Олександр ВИГЛЯД, викладач Навчально-методичного центру цивільного захисту та безпеки життєдіяльності Харківської області;
Олександр МАМОНТОВ, к.т.н., доц. доцент кафедри безпекової інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки;
Олександр ЦИМБАЛ, д.т.н., проф., професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки;
Ганна ПРОНЮК, к.т.н., доц. доцент кафедри безпекової інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки
Леонід ІВАНОВ, к.т.н., доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки
Віктор КОСЕНКО, д.т.н., проф., помічник директора з наукової роботи ДП «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості», м. Харків
Дмитро КУХАРЕНКО, к.т.н., доц., доцент кафедри Екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
Наталія ФУРМАНОВА, к.т.н., доц., декан факультету інформаційної безпеки та електронних комунікацій, Національний університет "Запорізька політехніка"

Костянтин КОЛЕСНИК, к.т.н., доц., доцент кафедри Систем автоматизованого проектування, Національний університет «Львівська політехніка»;

Анатолій АНДРУСЕВИЧ, д.т.н., проф., начальник Криворізького коледжу «Київського авіаційного інституту»

ЗМІСТ

<i>Elgun Jabrayilzade</i>	
Intelligent Control of a Collaborative Robot	9
<i>Volodymyr Makovii, Maryna Muntian</i>	
Electronic Control Systems for Bionic Prostheses Based on Microcontroller Platforms	13
<i>I. Andriukhin, S. Sotnik</i>	
The Concept of a Digital Twin as a Virtual Copy of Physical Objects, Processes, and Systems	17
<i>В. А. Вовченко, І. О. Толкунов</i>	
Управлінське рішення як елемент підвищення якості робіт з гуманітарного розмінування територій, забруднених ВНП	22
<i>M. Vorobyov, S. Sotnik</i>	
Jamstack Architecture as a Synthesis of Serverless Back-End and Dynamic Front-End	25
<i>Marina Muntian</i>	
Hybrid Seismic and Ultrasonic System for Autonomous Detection and Classification of Moving Objects	30
<i>I. Dvoynikova, S. Sotnik</i>	
Analysis of the Effectiveness and Cybersecurity Risks of the Github Copilot Tool	34
<i>I. Dvoynikova, S. Sotnik</i>	
6G Networks – A Technological Foundation for Autonomous Systems and the Internet of Everything	39
<i>Vladyslav Yevsieiev, Ihor Holod</i>	
Using Historical Data in the NNARX Model to Improve the Accuracy of Microclimate Parameter Forecasting	44
<i>K. Mandrykov, S. Sotnik</i>	
Comparative Analysis of Industrial Data Transmission Protocols (IIOT) in Automation Systems	49
<i>A. Taran, S. Sotnik</i>	
Digital Twin: A Virtual Copy of a Physical Object, Process, or System. Applications in Industry, Construction, and Cities	54
<i>R. Marunich, S. Sotnik</i>	
Security Analysis of Protocols for Integration With Access Control System	59
<i>Oleksandr Muntian</i>	
Comparative Analysis of Arduino, STM32 And ESP32 Platforms for Autonomous Sensor Systems	64
<i>A. Taran, S. Sotnik</i>	
AI as a Developer Tool: Github Copilot and Other Artificial Intelligence Assistants	67
<i>A. Fesenko, S. Sotnik</i>	
Selection of Communication Interfaces for a Microclimate Monitoring System	72
<i>Г. В. Пронюк, Геселева Н.В.</i>	
Моделювання інформаційних процесів у системах цивільної безпеки на основі DFD ...	77
<i>A. Taran, S. Sotnik</i>	
WEB3 and Decentralized Applications. A Practical Look at Blockchain Development	81

<i>A. Yakimenko, S. Sotnik</i>	
Robotics in Logistics – From Autonomous Trucks to Amazon's Picking Robots	86
<i>I. O. Толкунов, Є. О. Макаров</i>	
Обґрунтування можливості розмінування акваторій шляхом піднімання вибухонебезпечних предметів на поверхню	91
<i>A. Taran, S. Sotnik</i>	
Low-Code/No-Code Web Platforms: Opportunities and Limitations	96
<i>Д. А. Янушкевич</i>	
Застосування принципів системи управління якістю концепції Quality 4.0 у сфері цивільної безпеки	101
<i>Інна Хондак</i>	
Екологічна безпека в сфері цивільного захисту	106
<i>Олександр Удовиченко</i>	
Моніторинг дій персоналу на автоматизованих виробничих лініях	111
<i>A. Taran, S. Sotnik</i>	
Impact of 5G/6G Networks on the Development of IOT, Robotics, and Autonomous Systems. Low Latency and Mass Connection of Devices	114
<i>A. Fesenko, S. Sotnik</i>	
Comparative Analysis of Programming Languages for Developing System User Interfaces ...	119
<i>Красій Д. В.</i>	
Система керування автономних захисних споруд цивільного захисту	124
<i>Гурін Д.В., Грижак В.М</i>	
Розроблення прототипу зооморфного робота	127
<i>К.О. Левченко, Є.А. Разумов-Фризюк</i>	
Інтелектуальні методи підвищення безпеки при конвеєрному виробництві шляхом виявлення сторонніх предметів або людських частин	132
<i>Б.С. Місан, Д.О. Нікітін, І.Ш. Невлюдов</i>	
Розробка методу оцінки демпфувальних властивостей 3D-друкованих TPU-лайнерів для протезів	135
<i>Д. А. Янушкевич</i>	
Механізм PDSA та його застосування в системі управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій	139
<i>Vladyslav Yevsieiev</i>	
Intelligent Collaborative Control of Mobile Robots for Emergency and Rescue Operations Within the Industry 5.0 Paradigm	144
<i>Гурін Д.В., Мірошніченко Ю.М</i>	
Ідентифікація оператора в робочій зоні колаборативного робота	148
<i>Vladyslav Yevsieiev, Svetlana Starikova</i>	
Digital Twins of Collaborative Robotic Systems for Decision Support in Emergency Situations	153
<i>Теслюк С.І., Євсюкова О.О.</i>	
Оцінка та вибір архітектурного підходу при розробці системи автоматизації кіберфізичного виробництва	157
<i>Vladyslav Yevsieiev, Nataliia Demska</i>	
Multi-Agent Collaborative Robots With Adaptive Sensor Fusion for Monitoring and Mitigation of Emergency Situations	162

Бобровський Євгеній

Забезпечення цілісності логів систем оповіщення про небезпеку за допомогою приватних блокчейн-мереж 166

Білоусов М.Ю., Стародубцев М.Г., Шибанов С.В.

Використання дискретно-подійного моделювання при розробці цифрових двійників ... 168

Макаренко Г.С., Пащенко О.С, Стародубцев М.Г.

Концепція цифрових двойників в виробничих системах 173

Olena Chala, Yevhenii Borodai

Intelligent Cyber-Physical Modules for Monitoring Digital Protection of Production Facilities for Use in Emergency Situations 178

Сезонова І.К., Губарь А.Ю.

Підвищення безпеки персоналу за допомогою автоматизації системи управління електрообладнанням 181

Павло Костяной, Олексій Фарафонов, Наталія Фурманова

Алгоритмічні методи побудови 3D-карт складних середовищ для підтримки прийняття рішень у системах цивільного захисту 183

Владислав Магльованний, Вадим Онищенко, Олександр Малий

Інтелектуальна система донаведення бпла на основі глибокого навчання для задач пошуку та рятування 188

МОНІТОРИНГ ДІЙ ПЕРСОНАЛУ НА АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ ЛІНІЯХ

Олександр Удовиченко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: oleksandr.udovychenko@nure.ua

Анотація: У роботі розглядається проблема попередження небезпечних дій персоналу на автоматизованих виробничих лініях як один із ключових чинників забезпечення виробничої безпеки. Показано, що традиційні системи безпеки, орієнтовані переважно на статичний контроль та наявність засобів індивідуального захисту, не забезпечують своєчасного виявлення потенційно небезпечної поведінки працівників. Обґрунтовано доцільність використання методів комп'ютерного зору, штучного інтелекту та поведінкової аналітики для аналізу дій персоналу в режимі реального часу. Приділено увагу застосуванню кореляційного аналізу для виявлення взаємозв'язків між параметрами руху працівників, умовами виробничого середовища та рівнем ризику виникнення аварійних ситуацій. Показано перспективи інтеграції таких підходів у інтелектуальні системи керування виробничою безпекою, а також використання симуляційних моделей для навчання та тестування систем без доступу до реального виробництва.

Ключові слова: виробнича безпека, автоматизовані виробничі лінії, комп'ютерний зір, штучний інтелект, аналіз дій людини.

MONITORING OF PERSONNEL ACTIONS ON AUTOMATED PRODUCTION LINES

O. Udovychenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

Email address: oleksandr.udovychenko@nure.ua

Abstract: The paper considers the problem of preventing personnel from taking dangerous actions on automated production lines as a key factor in ensuring industrial safety. It is shown that traditional safety systems, focused mainly on static controls and the availability of personal protective equipment, do not provide timely detection of potentially dangerous employee behaviour. The feasibility of using computer vision, artificial intelligence, and behavioural analytics methods to analyse personnel actions in real time is substantiated. Attention is paid to the use of correlation analysis to identify relationships among employee movement parameters, production environment conditions, and the risk of emergency situations. The prospects for integrating such approaches into intelligent industrial safety management systems are shown, as well as the use of simulation models for training and testing systems without access to real production.

Keywords: industrial safety, automated production lines, computer vision, artificial intelligence, human action analysis.

Сучасний розвиток промисловості характеризується активним впровадженням автоматизованих та роботизованих виробничих ліній, що забезпечують високу продуктивність, точність і стабільність технологічних процесів. Разом з тим зростає складність таких систем і підвищуються вимоги до безпеки персоналу, адже навіть незначні помилки або некоректні дії оператора можуть призвести до аварійних ситуацій, що можуть спричинити травмування працівника та простій обладнання, що приведе до значних економічних втрат.

Аналіз виробничих інцидентів показує, що на автоматизованих лініях людський фактор

111

залишається однією з основних причин порушень безпеки на автоматизованих лініях[1]. За даними досліджень у сфері аналізу діяльності людини, більшість небезпечних ситуацій пов'язані з неправильними діями або нестандартною поведінкою персоналу[2]. В свою чергу, аварійні кнопки, огороження, датчики присутності та контроль засобів індивідуального захисту – це системи безпеки, що переважно орієнтовані на статичний контроль і не забезпечують повноцінного аналізу динамічної поведінки працівників.

Розвиток методів комп'ютерного зору та штучного інтелекту розширив можливості для переходу від реактивного до превентивного підходу керування виробничою безпекою. Сучасні глибинні нейронні мережі (згорткові та просторово-часові архітектури), дозволяють ефективно аналізувати відеопотоки та розпізнавати дії людини у реальному часі [3, 4]. Двопотоківі моделі та 3D-CNN забезпечують урахування просторово-часових характеристик руху, що є критично важливим для виявлення небезпечних дій персоналу[5].

Слід приділити окрему увагу на використання методів поведінкової аналітики та статистичного аналізу залежностей у системах виробничої безпеки. Зокрема, кореляційний аналіз дозволяє виявляти стійкі взаємозв'язки між просторово-часовими параметрами руху працівника, умовами виробничого середовища та рівнем ризику виникнення небезпечних ситуацій. В сучасних дослідженнях у сфері комп'ютерного зору та аналізу поз людини показано аналіз координат ключових точок тіла та динаміку їх зміни у часі, що дає змогу ідентифікувати характерні патерни рухів, які передують травмонебезпечним діям.

Використання статистичних залежностей між окремими суглобами (наприклад, плечем, ліктем та зап'ястком) дозволяє кількісно оцінювати ступінь узгодженості рухів та виявляти аномальні пози, які можуть сигналізувати про підвищений ризик інциденту. Вищезгадані кореляційні показники можуть застосовуватись, як інформативні ознаки у моделях машинного навчання для автоматизованого виявлення небезпечної поведінки персоналу. Поєднання кореляційного аналізу з часовими методами порівняння рухів, таких як аналіз часових рядів координат ключових точок, забезпечить більш глибоке розуміння динаміки дій оператора та підвищить точність систем моніторингу виробничої безпеки[8].

Перспективним напрямом є застосування симуляційних моделей з використанням цифрових двійників виробничих процесів. Використання віртуальних середовищ дозволить генерувати сценарії небезпечних дій персоналу без доступу до реального виробництва, зменшуючи ризики для людей та обладнання. Це створить умови для навчання і тестування інтелектуальних систем безпеки в контрольованих умовах та підвищить універсальність таких рішень.

Попередження небезпечних дій персоналу на автоматизованих виробничих лініях є ключовим завданням сучасних систем виробничої безпеки, оскільки безпосередньо пов'язане з мінімізацією ризиків травмування персоналу та забезпеченням стабільної роботи виробничих процесів.

Перехід від реактивного реагування на інциденти до проактивного керування ризиками, коли небезпечні дії можуть бути виявлені та скориговані ще на етапі їх формування, що посприє зниженню рівня травмонебезпечних аварійних ситуацій та підвищить стабільність автоматизованих і роботизованих виробничих процесів.

Використання інтелектуальних систем моніторингу відповідає принципам Індустрії 5.0, що орієнтована на взаємодію людини й роботизованої системи, підвищену безпеку та забезпечення сталого розвитку. Запропонований підхід має значний потенціал для подальших наукових досліджень у сфері розвитку інтелектуальних систем моніторингу та практичного впровадження на сучасних промислових підприємствах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sanders N.E., Şener E., Chen K.B. Robot-related injuries in the workplace: An analysis of OSHA Severe Injury Reports, 2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687024001017>
2. Aggarwal J.K., Ryoo M.S. Human Activity Analysis: A Review // ACM Computing Surveys, 2011, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1922649.1922653>
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016, <https://www.deeplearningbook.org>
4. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // CVPR, 2016, <https://arxiv.org/abs/1512.03385>
5. Simonyan K., Zisserman A. Two-Stream Convolutional Networks for Action Recognition in Videos // NeurIPS, 2014, <https://arxiv.org/abs/1406.2199>
6. Carreira J., Zisserman A. Quo Vadis, Action Recognition? A New Model and the Kinetics Dataset // CVPR, 2017, <https://arxiv.org/abs/1705.07750>
7. Zhao Z.Q., Zheng P., Xu S.T., Wu X. Object Detection with Deep Learning: A Review // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 2019, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8459041>.
8. Калугін В. В. Дослідження методів комп'ютерного зору для визначення положення тіла людини : пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення / В. В. Калугін ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2023. – 99 с. машинне навчання, <https://openarchive.nure.ua/handle/document/23764>