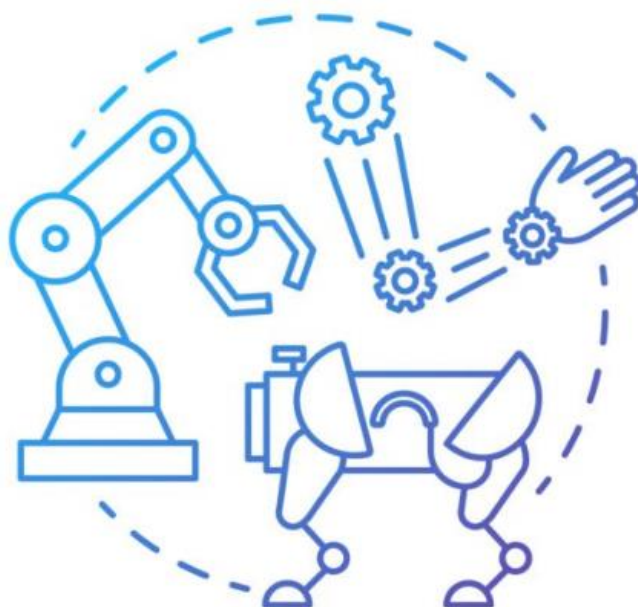


Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки  
(КІТАР)



## **МАТЕРІАЛИ**

**I Всеукраїнської конференції  
«Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки»  
(Computer-integrated technologies, automation and robotics)**

**СІТАР`24**

**16-17 травня 2024**

[електронне видання]

Харків 2024

**УДК: 005:004.896:62-65:338.3**

Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки 2024: матеріали I-ої Всеукраїнської конференції, Харків, 16-17 травня 2024.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2024. – 163 с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним автоматизованим технологіям Industry 4.0 та їх впровадження; інформаційні управляючі системи технологічного призначення; математичні методи в системах автоматизації; розробка та програмування в робототехніці; штучний інтелект та машинне навчання в автоматизації; інтеграція технологій у виробництві та промисловості; сенсорні технології та взаємодія людини з роботами в Industry 5.0; ефективність використання роботизованих систем у виробництві; етика та правові аспекти в робототехніці; Інтернет речей та Інтегровані системи в комп'ютерно-інтегрованих технологіях, автоматизації та робототехніки; технологічні виклики та інновації у світі робототехніки.

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

Computer-integrated technologies, automation and robotics 2024: Proceedings of I st All-Ukrainian Conference, Kharkiv, May 16-17, 2024: Thesises of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2024. - 163 p.

The collection includes abstracts devoted to modern automated technologies of Industry 4.0 and their implementation; information control systems for technological purposes; mathematical methods in automation systems; development and programming in robotics; artificial intelligence and machine learning in automation; integration of technologies in production and industry; sensor technologies and human interaction with robots in Industry 5.0; efficiency of using robotic systems in production; ethics and legal aspects in robotics; Internet of Things.

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

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,  
автоматизації та робототехніки (КІТАР), ХНУРЕ, 2024

## ЗМІСТ

<i>М. О. Вжесневський, О.О. Чала, Ю.В Ромашов</i> Розробка кінематичної схеми транспортувального шатлу для внутрішньоскладської виробничої логістики .....	6
<i>Н. Р. Курбанов</i> Перспективи розитку систем дистанційного керування роботами розмінувальниками ...	10
<i>К. С. Німець</i> Проблеми та перспективи використання систем комп'ютерного зору у робототехніці ...	14
<i>Г. Ю.Самойленко</i> Методи синхронного управління групою мобільних роботів .....	17
<i>Svitlana Starikova</i> Comparison of the Laws of Robotics By Isaac Asimov and Beam Robotics.....	21
<i>Vladyslav Yevsieiev</i> Comparative Analysis of Modifications of Rrt Algorithms for Route Planning of a Mobile Robot .....	25
<i>О. М. Клименко</i> Аналіз методів управління автономною робототехнічною транспортною системою фармацевтичного виробництва .....	29
<i>В.С. Натарова, О.О. Чала</i> Автоматизація гідропонного вирощування .....	32
<i>N. Furmanova, O. Farafonov, S. Malyi</i> Automated Reverse Engineering of Printed Circuit Boards .....	37
<i>О. Malyi, I. Pospeieva, V. Miroshnichenko</i> Creating Methodology Of Pre-Project Selection of Components for Multi-Rotor UAVs .....	41
<i>Андреев А. С.</i> Штучний інтелект та машинне навчання в автоматизації .....	45
<i>I. Zaitcev, O. Vasylenko</i> Plant Watering and Lighting Control System for Home and Small Businesses .....	50
<i>Ф. Курнота</i> Технології у виробництві пристроїв для зеленого обіходу .....	53
<i>Mykhailo Dovbnya, Dmytro Kukhareno</i> Synthesis of the Electric Diagram of the Laboratory Power Supply Unit for Experiments in Educational Institutions .....	57
<i>Mykhailo Dovbnya, Dmytro Kukhareno</i> Comparative Analysis of Laboratory Power Units for Experiments in Educational Institutions .....	61
<i>Т.А. Лихо</i> Розроблення Веб-сторінки керування мобільним роботом через протокол MQTT .....	66
<i>Д. Ю. Філіппенков, М. Ю. Тягунова</i> Розробка автоматизованої системи тролейбусного парку .....	72
<i>Я.І. Халімонов</i> Забезпечення оптимальних умов на виробничих майданчиках за допомогою сенсорних технологій .....	74
<i>V. Onyshchenko, O. Shevchenko, P. Kostianoi</i> Development of A Video Stream Transmission System In Digital Form for FPV UAVs .....	78

<i>Дідик П.Ю., Максимова С.С.</i>	
Оцінка якості кластеризації координат географічних об'єктів різними методами .....	82
<i>М.Г. Стародубцев, Д.П. Власенков, С.В. Шибанов</i>	
Оперативне управління технологічним процесом виробництва в умовах невизначеності .....	87
<i>Г.С. Макаренко, Ю.Ю. Мірошник, М.Ю. Білоусов</i>	
Концепція комплексного підходу при проектуванні радіоелектронних засобів з урахуванням вимог електромагнітної сумісності .....	92
<i>М.Г. Стародубцев, Д.П. Власенков, К.О. Харченко</i>	
Типологія моделей управління технологічними процесами за умов невизначеності .....	97
<i>Б.С. Місан, І. Ш. Невлюдов, О.А. Рубан</i>	
Перспективи 3D-друку плівок оральних .....	103
<i>В.І. Фомін</i>	
Робототехнічні системи з елементами штучного інтелекту у виробництві .....	106
<i>Р.Р. Шаталюк</i>	
Взаємодія людини з колаборативними роботами в Індустрії 5.0 .....	109
<i>А. О. Вайнштейн</i>	
Розробка комунікаційного сервісу універсальної персональної мобільної лабораторії ..	113
<i>Гурін Д.В.</i>	
Розробка структурної схеми підключення роботизованої платформи для розмінування .....	115
<i>Завалюєв А.О., Гурін Д.В.</i>	
Ультрафіолетові камери. Види, особливості використання .....	119
<i>Корнієнко А.О., Гурін Д.В.</i>	
Система позиціонування сонячних панелей на базі Arduino Uno .....	122
<i>Mykola Khranovskyi, Andriy Kernytskyu</i>	
Advantages of Using Zero-Knowledge Proof in Biometric Systems .....	126
<i>П.М. Савченко</i>	
Сенсори позиціонування в робототехніці в умовах аварійного відключення електроживлення .....	130
<i>А.С. Карпенко, О.О. Chala</i>	
Constructional automation in Industry 5.0 .....	133
<i>Ю. Л. Гасюк, М. Р. Мельник, А. В. Гасюк</i>	
Математична модель розрахунку оптимальних параметрів нагріву води в системах розумного будинку .....	137
<i>Ігор Голод</i>	
Методи вимірювання показників мікроклімату приміщень для виробництва технічних засобів автоматизації .....	141
<i>В. В. Запорізький</i>	
Методи детектування зіткнень колаборативними роботами .....	146
<i>І.С. Зарубін, С.В. Сотник</i>	
Ефективність використання роботизованих систем у виробництві .....	150
<i>Г. С. Макаренко</i>	
Математичні методи забезпечення автоматизованої обробки даних температурної залежності теплофізичних характеристик матеріалів .....	154

## CONSTRUCTIONAL AUTOMATION IN INDUSTRY 5.0

**A.S. Karpenko, O.O. Chala**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky Ave. 14

E-mail: [andrii.karpenko2@nure.ua](mailto:andrii.karpenko2@nure.ua), [olena.chala@nure.ua](mailto:olena.chala@nure.ua)

**Abstract:** In this research, the most potentially valid for constructional industry concepts of Industry 5.0 are observed with an intention to find to the best directions for future research.

**Keywords:** Constructional automation, construction 4.0, autonomous vehicle, constructional IoT, on-site 3D-printing, predictive maintenance, robotics, drone, virtual reality, augmented reality.

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА В INDUSTRY 5.0

**А.С. Карпенко, О.О. Чала**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: [andrii.karpenko2@nure.ua](mailto:andrii.karpenko2@nure.ua), [olena.chala@nure.ua](mailto:olena.chala@nure.ua)

**Анотація:** В даній роботі розглянуто найбільш потенційно корисні для галузі будівництва напрями Industry 5.0 з метою визначення найкращих напрямків подальших досліджень.

**Ключові слова:** Автоматизоване будівництво, будівництво 4.0, безпілотний транспорт, будівничий інтернет речей, польове 3D-моделювання, прогнозне обслуговування, робототехніка, дрон, віртуальна реальність, доповнена реальність.

From the point of autonomous control system engineer, the realm of construction is valid to look at due to its labor intensiveness, followed by a worldwide shortage of professionals. Even developed organizations like European Union [1,2] tend to face such issue, while the general decrease of constructional labor in Ukraine [3] does not make any good for the quality of buildings in our country. Thus, a way to implement the high-level processes is essential for constructional industry development in our time.

A solution may be provided in a form of implementing the Industry 5.0 technologies on a site: the machine can perform tasks in a more accurate way than any professional builder does, while the demand for low-skilled one may be lowered due to ability of automatizing monotonous work. As for now, robots can mark out the building more precisely than a human does [4], while also being able to perform all hand-based operations, such as milling or screwing [5]. In this way, Industry 5.0 technologies may find their way in a form of Construction 5.0.

Here, a question on what exact technologies may be profitable for a construction industry must be answered. To do that, overview research has been done, and thus, suggestions are going to be provided in this document.

MAIN PART. To remove person from repetitive manual processes, robotics is the best science to start the observation with. Due to hand-related nature of most constructional operations, most robots in the realm of construction are manipulator-based. Yet being in minority, however, other valid solutions may be found: drones for implementing the constructional operations in remote surfaces are developed [6,7], and so do the autonomous mobile robots for painting the constructional site with an uploaded draft. The research in robotics may be dedicated to expanding the range of specifications from the point of optimizing the constructional logistics.

A small-sized robot is not enough for excavating the hole for the base of building, however. To perform tasks of such scale, a common constructional machinery is armed with self-driving car systems to get an autonomous constructional vehicle (AGV). Such cars can be operated distantly in a range of 300 miles [8], get to the destination with a help of GPS technology and perform monotonous tasks on a site. In this way, AGVs help industry to perform simultaneous on-site operations faster and more precisely than a human operator. The research here may be dedicated to creating a system for collaboration of such vehicles or implementing AGV principles to unautomated machinery.

The frame of 3D printers are used in construction even when the case is not about printing. Even despite concrete-like and bricklaying 3D-printing develop nowadays [9, 10], the extruder of such machinery can be changed for armature wire-out device [7] or the plate of slipform paver. In other words, solutions in such areas may be connected both with issues of 3D-modeling, such as the choices of proper cement mixture or better kinematics, but also with the tip type for the extruder replacement.

Sensors are more commonly installed on the constructional equipment due to being the control device for raising up the building. Therefore, there is a limited space to install the Internet of Things elements, which is the reason for rare uses of such technology in construction. As usual, IoT is used as the simplest control system, such as machinery approach signalization to workers [11, 12]. The cases for using IoT to calculate input data for productive maintenance system [11, 13] is mostly a case of a kind than a regular rule, though such cases exist. In short, while the sensor – actuator connection is common for the most part of constructional equipment, the on-building installations must be of great importance to pay off the cost both of their setting and removal. The research in this area may provide the ways to implement sensors in constructional subjects, such as equipment or builder itself, or a well-explained reason for installing an IoT system on the building.

One of the ways to provide a sufficient data of building may be the connection between on-device IoT systems and a kind of SCADA system. However, it may be complicated to observe multi-surface building on a flat screen of the laptop, which is not followed by the Augmented/Virtual/Mixed realities (AR/VR/MR respectively). Furthermore, such systems may be irreplaceable for an on-site remote machinery control: SCADA system for a remote crane control, though in such case it may be an issue to get the data about environment round machinery, such as location of the building or other infrastructure. In this way, AR/VR/MR are convenient for representing the comparison between the simulated device and the real one. The research in this area may be aimed at finding the constructional models for the comparison with modelled one, as it was performed with crane and building itself [14, 15-20].

**CONCLUSION.** Though attention is taken at the autonomous construction nowadays, a lot of notable gaps can be found in a layout of its technological development. As it was found, while constructional industry is of high importance, there are loads of potentials for automation and thus, profit from a point of automation. In this way, it is valid point to start automating the constructional industry now.

## REFERENCES

1. Brucker Juricic B., Galic M., Marenjak S. Review of the construction labour demand and shortages in the EU. Buildings. 2021. Vol. 11, no. 1. P. 17. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings11010017> (date of access: 27.02.2024).
2. Mohd Yusoff N. S., Mohd Rahim F. A., Chuing L. S. The relationship of skilled labour shortages and project performance in construction industry: a conceptual framework. Journal of project management practice. 2021. Vol. 1, no. 1. P. 1–21. URL: <https://doi.org/10.22452/jpmp.vol1no1.1> (date of access: 27.02.2024).
3. Brucker Juricic B., Galic M., Marenjak S. Review of the construction labour demand and shortages in the EU. Buildings. 2021. Vol. 11, no. 1. P. 17. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings11010017> (date of access: 27.02.2024).
4. MOSFET. Futuristic hologram-like display developments (+ more tech news), 2024. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=G8sQ-cl-dCI> (date of access: 28.02.2024).
5. TopTechTopic. 6 robots that could change the face of construction, 2021. Youtube.com. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=Kyec\\_rEOeck&t=467s&ab\\_channel=TopTechTopic](https://www.youtube.com/watch?v=Kyec_rEOeck&t=467s&ab_channel=TopTechTopic) (date of access: 05.02.2024).
6. MOSFET. TOUCH virtual reality in high definition (+ more news), 2023. Youtube.com. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=qFLGpwDyuAg&t=200s&ab\\_channel=MOSFET](https://www.youtube.com/watch?v=qFLGpwDyuAg&t=200s&ab_channel=MOSFET) (date of access: 05.02.2024).
7. VentureX - Future Tech. See how these futuristic construction robots build - future technology, 2021. Youtube.com. URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=2fmRejSRkss&ab\\_channel=VentureX-FutureTech](https://www.youtube.com/watch?v=2fmRejSRkss&ab_channel=VentureX-FutureTech) (date of access: 05.02.2024).

8. Alderton M. Driverless dozers and the dawn of autonomous vehicle technology in construction. Autodesk.com. URL: <https://www.autodesk.com/design-make/articles/autonomous-vehicle-technology-in-construction> (date of access: 07.02.2024).

9. A critical review of 3D printing and digital manufacturing in construction engineering / Md. Hazrat Ali et al. *Rapid prototyping journal*. 2022. Vol. 28, no. 7. P. 1312–1324.

10. Insider Art. How concrete homes are built with A 3D printer | insider art, 2022. Youtube.com. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=vL2KoMNzGTo&ab\\_channel=InsiderArt](https://www.youtube.com/watch?v=vL2KoMNzGTo&ab_channel=InsiderArt) (date of access: 08.02.2024).

11. Springer handbook of automation / ed. by S. Y. Nof. Cham : Springer International Publishing, 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-96729-1> (date of access: 09.02.2024).

12. Chala O., Shostenko S. Software architecture for supporting automated notification systems in production. *Manufacturing & mechatronic systems : materials of the International VI conferences, Kharkiv, 21 October 2022 – 22 October 2023*. Kharkiv, 2022. P. 136.

13. O. Chala, A. Bronnikov, N. Igor and D. Mospan, "The Use of Neural Networks for the Technological Objects Recognition Tasks in Computer-Integrated Manufacturing," 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/MEES58014.2022.10005750

14. Real-Time and remote construction progress monitoring with a quadruped robot using augmented reality / S. Halder et al. *Buildings*. 2022. Vol. 12, no. 11. P. 2027. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings12112027> (date of access: 12.02.2024).

15. Augmented reality and digital twin system for interaction with construction machinery / S. M. Hasan et al. *Journal of asian architecture and building engineering*. 2021. P. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1080/13467581.2020.1869557> (date of access: 12.02.2024).

16. Yurii Vizir, Olena Chala, Svitlana Maksymova, & Ahmad Alkhalaileh. (2024). LIGHTING CONTROL MODULE SOFTWARE DEVELOPMENT. *Journal of Universal Science Research*, 2(2), 29–42. Retrieved from <https://universalpublishings.com/index.php/jusr/article/view/4156>

17. Yurii Vizir, Olena Chala, Svitlana Maksymova, & Ahmad Alkhalaileh. (2023). Lighting Control Module Development. *Journal of Universal Science Research*, 1(12), 645–657. Retrieved from <https://universalpublishings.com/~nivertal/index.php/jusr/article/view/3656>

18. Nevliudov, I., Vzhesnievskyi, M., Romashov, Y. i Chala, O. (2023) «Математичне моделювання мехатронних шатлів як об'єктів автоматизації для багаторівневих систем внутрішньоскладської логістики», *СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОМИСЛОВОСТІ*, (4 (26), с. 135–144. doi: 10.30837/ITSSI.2023.26.135

19. Nevliudov, I., & et al. (2023). A Small-Sized Robot Prototype Development Using 3D Printing. In XXXI International Conference CAD In Machinery Design Implementation and Educational Issues,12

20. Iryna Zharikova, Igor Nevliudov, Svitlana Maksymova, & Olena Chala. (2023). AUTOMATIC MACHINE OF PLASTIC BOTTLES AND ALUMINUM CANS COLLECTION FOR RECYCLING. *Journal of Universal Science Research*, 1(11), 169–178. Retrieved from <https://universalpublishings.com/index.php/jusr/article/view/2601>