Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

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

І 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 І-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: Thesises of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2026. - 192 p.

The collection includes the thesises 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. Nevludov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії (КІТАРБІ), ХНУРЕ,2026

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)

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

IMPACT OF 5G/6G NETWORKS ON THE DEVELOPMENT OF IOT, ROBOTICS, AND AUTONOMOUS SYSTEMS. LOW LATEST AND MASS CONNECTION OF DEVICES

A. Taran, S. Sotnik
Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14
E-mail: artem.taran1@nure.ua

***Annotation*:** The work analyzes the impact of fifth- and sixth-generation telecommunications networks on the development of Internet of Things systems, robotics, and autonomous platforms. It examines the key technical characteristics of 5G and 6G networks, including data transfer speed, signal latency, and device connection density. A comparative analysis of the capabilities of different mobile network generations was conducted, and specific technological solutions for critical system classes were identified. It has been established that the transition to next-generation networks eliminates the fundamental limitations of traditional telecommunications technologies and creates an infrastructural foundation for the widespread implementation of real-time, autonomous systems.

***Key words*:** 5G, 6G, Internet of Things, robotics, autonomous systems.

ВПЛИВ 5G/6G МЕРЕЖ НА РОЗВИТОК IOT, РОБОТОТЕХНІКИ ТА АВТОНОМНИХ СИСТЕМ. НИЗЬКІ ЗАТРИМКИ ТА МАСОВЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ ПРИСТРОЇВ

А. Ю. Таран, С. В. Сотник
Харківський національний університет радіоелектроніки,
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: artem.taran1@nure.ua

***Анотація*:** У роботі проаналізовано вплив телекомунікаційних мереж п'ятого та шостого поколінь на розвиток систем Інтернету речей, робототехніки та автономних платформ. Досліджено ключові технічні характеристики мереж 5G та 6G, зокрема швидкість передачі даних, затримку сигналу та щільність підключень пристроїв. Проведено порівняльний аналіз можливостей різних поколінь мобільних мереж та визначено специфічні технологічні рішення для критичних класів систем. Встановлено, що перехід до мереж нового покоління усуває фундаментальні обмеження традиційних телекомунікаційних технологій та створює інфраструктурну основу для масового впровадження автономних систем реального часу.

***Ключові слова*:** 5G, 6G, Інтернет речей, робототехніка, автономні системи.

Modern information and engineering systems are characterized by increasing complexity, dynamism, and requirements for data exchange speed [1-4]. Traditional telecommunication technologies are unable to provide the necessary level of reliability and operational efficiency for mass monitoring systems, autonomous control, and robotic complexes. In this regard, 5G networks and prospective 6G networks are considered the foundation for building a new generation of digital infrastructure that supports the interaction of a large number of devices in real time. 5G networks provide significantly higher data transfer speeds compared to previous generations of communication and also support various service classes oriented towards specific use cases. An important feature is the ability to flexibly manage network resources depending on the type of load.

6G networks, which are currently in the research stage, are oriented towards even deeper integration with cyber-physical systems, the use of artificial intelligence to optimize network traffic, and ensuring global coverage with minimal delays.

Comparative characteristics of different generations of mobile networks are shown in Figure 1.

As can be seen from Figure 1, data transmission speeds increase exponentially with each generation of mobile networks. The transition from 5G to 6G provides a hundredfold increase in bandwidth – from 10 Gbps to 1 Tbps, creating a technological foundation for the implementation of complex IoT ecosystems and real-time systems.

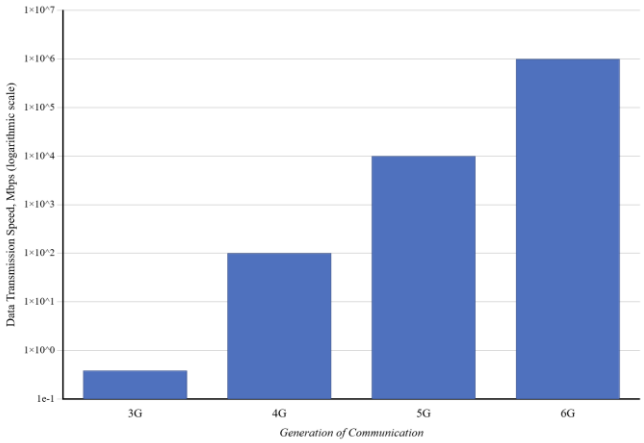

Figure 1 – Theoretical peak data transmission speeds for 3G, 4G, 5G, and 6G networks

5G networks provide data transfer speeds of up to 10 Gbps, which is a hundred times higher than 4G. A critical parameter is signal transmission latency, which in 5G networks is about 1 millisecond compared to 50 milliseconds in 4G networks. Such low latency allows for real-time control of technical systems. The connection density reaches one million devices per square kilometer, creating the conditions for building large-scale IoT infrastructures. Future 6G networks are expected to deliver even more impressive performance: transfer speeds of up to 1 Tbps and latency below 0,1 milliseconds, enabling applications that require ultra-high precision and instantaneous system response.

Minimizing delays increases the accuracy of control actions, reduces the risk of emergency situations, and ensures stable interaction between the elements of complex technical systems.

The Internet of Things involves the use of a large number of sensors, actuators, and controllers that exchange data over a network [11-16]. 5G networks provide the ability to connect millions of devices in a limited area without losing connection stability. This creates conditions for implementing large-scale monitoring systems, production automation, smart city infrastructure management, and resource usage optimization.

Thanks to next-generation networks, robotic systems gain the ability to interact with each other and with computing resources beyond the local environment. This allows for reducing the complexity of the hardware of robots and offloading computationally intensive tasks to cloud or edge servers. As a result, the efficiency of collaborative robot work, the flexibility of control systems, and the speed of adaptation to changing operating conditions increase.

Autonomous systems, including unmanned vehicles and robotic platforms, require continuous data exchange with the surrounding environment and other objects. 5G/6G networks provide a reliable communication channel for transmitting navigation information, video data, and control signals. This contributes to improving traffic safety, positioning accuracy, and the efficiency of autonomous operation.

The integration of next-generation networks with cloud and edge computing allows for the optimization of large-scale data processing. Edge computing reduces latency, as processing occurs directly near the data source. This approach is particularly important for industrial and autonomous systems, where decision-making speed is crucial.

Further development of 5G networks and the transition to 6G will facilitate the creation of global autonomous ecosystems, in which digital and physical processes are closely integrated. An increase in network intelligence, energy efficiency, and communication reliability is expected. This will create conditions for the widespread implementation of innovative solutions in industry, transportation, healthcare, and urban infrastructure.

An analytical comparison of system requirements and the capabilities of 5G/6G is presented in Table 1.

Analysis of Table 1 reveals the systemic nature of next-generation network advantages. 5G/6G do not merely improve individual parameters, but provide a comprehensive solution for each application class: scalability for IoT, minimal latency for critical systems, reliability for autonomous transport, and guaranteed quality for industrial automation. Such differentiation of capabilities ensures optimal performance for heterogeneous usage scenarios.

Table 1 – Analytical comparison of system requirements and 5G/6G capabilities

System classes	Key technical requirement	Limitations of traditional networks	Solutions provided by 5G/6G	Practical effect
Mass IoT systems	Scalability of connections	Network congestion	Support for dense connections	Stable data collection from thousands of sensors
Critical control systems	Minimal latency	Slow response	Ultra-low latency	Real-time control
Robotic complexes	Action synchronization	Local restrictions	Fast communication between robots	Collaborative work of robots
Autonomous transport	Connection reliability	Signal loss	Priority channels	Increased safety
Industrial automation	Guaranteed quality of service	High latency	Traffic differentiation	Reliable equipment operation
Smart cities	Processing of large data streams	High latency	Integration with edge	Fast decision-making

The practical implementation of 5G networks is already demonstrating specific results in various industries. The company Siemens has implemented an Industrial Internet of Things system at its factories, where thousands of sensors monitor equipment status in real-time and optimize production processes thanks to the low latency of the 5G network. The automotive conglomerate BMW uses 5G technologies to coordinate the work of autonomous transport robots and logistics systems on production lines, which has increased assembly efficiency by twenty percent. In the transportation sector, Singapore and China are actively deploying projects for autonomous transport systems, where driverless buses and taxis exchange data with road infrastructure via 5G networks to ensure safe movement. Telemedicine has received a new impetus due to the possibility of performing remote surgical operations, where a surgeon controls a robotic system with minimal signal delay, which is critically important for the accuracy of manipulations. The smart city concept is being implemented in Barcelona, where a 5G network integrates traffic control, power supply, and environmental monitoring systems, allowing for the optimization of urban infrastructure based on real-time data analysis.

The analysis allows for the following conclusions. Firstly, technological progress in the field of mobile networks is exponential, with each successive generation providing a performance increase of two to three orders of magnitude. Secondly, the architecture of 5G/6G networks is based on the principle of service differentiation, which makes it possible to optimize network parameters for the

specific requirements of a particular application class, as opposed to the universal approach of previous generations. Thirdly, the combination of high bandwidth, minimal latency, and scalable connectivity eliminates the technological barriers that previously made it impossible to build real-time distributed systems with millions of interacting elements. The practical significance of the results lies in determining the critical network parameters for different application areas. It has been established that for IoT systems, the determining factor is connection density; for industrial automation, channel stability is critical; for autonomous transport, communication reliability is a priority; while for robotic complexes, the key factor is data exchange synchronization. These results can be used in designing the architecture of complex distributed systems and in selecting optimal technological solutions. Prospects for further research are related to the analysis of 6G network energy efficiency, the study of cybersecurity mechanisms under conditions of massive device connectivity, and the development of intelligent network resource management methods based on artificial intelligence for dynamic adaptation to variable operating conditions.

REFERENCES

1. Yechevskyi, 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: Thesises of Reports, 2025.
2. Sotnik, S. & et al.. Evaluating relational database scaling strategies in web engineeri. International Conference on Advanced Trends In Radioelectronics and Infocommunications (ATRIC-2025) (May 21–22, 2025), Lviv Polytechnic Publishing House, Lviv, Ukraine, 2025.
3. Сотник, С. Розробка автоматизованої інформаційно-пошукової системи вибору маніпулятора промислових роботів. Електромеханічні і енергозберігаючі системи, 2025. Article ID 2072-2052.2025.1.68.6, https://doi.org/10.32782/2072-2052.2025.1.68.6.
4. 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.
5. Sukhomlinova, D.A. & et al.. Aerial robot in urban environments. Sustainable smart cities and communities: business and innovation solutions 2025: Proceedings of I st I International Conference, Kharkiv, April 21, 2025: Thesises of Reports, 2025.
6. Bielik, M. S. & et al.. Analysis of the structures of mobile platforms for promoter robots. The 5th International scientific and practical conference “Global trends in science and education” (June 2-4, 2025) SPC “Sci-conf.com.ua”, Kyiv, Ukraine, 2025.
7. Yechevskyi, A. D. & et al.. Research of orientation methods of autonomous mobile robots in industrial conditions, «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025, 2025.
8. Shrubkovskyi, Y. V. & et al.. Development of a structural scheme for automatic dosing of liquid components. Період трансформаційних процесів в світовій науці: задачі та виклики: збірник наукових праць з матеріалами V Міжнародної наукової конференції, м. Кропивницький, 6 червня, 2025 р. / Міжнародний центр наукових досліджень. – Вінниця: ТОВ «УКРЛОГОС Груп, 2025.
9. Polikanov, K. A. & et al.. Overview of modern technologies for residential automation. «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025, 2025.
10. Sotnik, S. Development of a range measurement module on an ultrasonic sensor with a GSM module. Radio Electronics, Computer Science, Control, 2025. Article ID 1607-3274-2025-2-3, https://doi.org/10.15588/1607-3274-2025-2-3
11. Polikanov, K., & et al.. Smart home with house module: overview of automation technologies. International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024», 2024.

12. Nevludov, I. Sh. & et al.. Application of artificial intelligence in additive manufacturing (3D printing). Information Technologies and Automation – 2025 / Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 30-31, 2025. – Odessa, ONUT Publishing House, 2025.

13. Marunich, R.V. & et al.. Features of IoT application in the security sector. «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025, 2025.

14. Sotnik, S. Integration of IoT into security systems: opportunities and risks. International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 2024.

15. Lykho, T.A., Sotnik, S.V. Pattern recognition and computer vision technologies in decision support systems of robotic systems. Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation – 2024», 2024.

16. Marunich, R., & et al.. Approaches to ensuring the effective implementation of IoT technologies in various industries. International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024», 2024.