

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ МОНІТОРІНГУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ НА ВИРОБНИЦТВІ

**Дихтенко А.І.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

e-mail: [andrii.dykhtenko@nure.ua](mailto:andrii.dykhtenko@nure.ua)

**Анотація:** У статті проведено аналіз сучасних технологій, що використовуються для моніторингу та аналізу даних у виробничих системах. Розглянуто ключові технології застосовані в цій сфері, зокрема Інтернет речей (IoT), технології обробки великих даних (Big Data), штучний інтелект та машинне навчання, а також хмарні обчислення. Розглянуто перспективи подальшого розвитку систем моніторингу та переваги їх застосування.

**Ключові слова:** моніторинг, аналіз даних, IoT, автоматизація, штучний інтелект, Big Data.

## ANALYSIS OF MODERN MONITORING AND DATA ANALYSIS SYSTEMS IN MANUFACTURING

**Dykhtenko A.**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, 14 Nauky Ave

e-mail: [andrii.dykhtenko@nure.ua](mailto:andrii.dykhtenko@nure.ua)

**Annotation:** This article analyzes modern technologies used for monitoring and analyze data in production systems. The key technologies used in this area are considered, in particular, the Internet of Things (IoT), big data processing technologies, artificial intelligence and machine learning, as well as cloud computing. The prospects for further development of monitoring systems and the benefits of their use are considered.

**Keywords:** monitoring, data analysis, IoT, automation, artificial intelligence, Big Data.

ВСТУП. Сучасне виробництво стало значною мірою залежним від інформаційних технологій для забезпечення високої ефективності, якості та безпеки продукції. Системи моніторингу та аналізу даних є основою для оптимізації виробничих процесів, оскільки вони дозволяють не лише контролювати стан обладнання та технологічних ліній, але й прогнозувати можливі збої, забезпечуючи таким чином безперервність виробництва та зниження витрат. Враховуючи постійну еволюцію технологій, важливість таких систем для підприємств зростає, що робить їх дослідження надзвичайно актуальним.

**ВАЖЛИВІСТЬ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА.** Моніторинг виробничих процесів — це не лише спостереження за роботою обладнання, а й активний процес збору та аналізу даних про стан різних компонентів технологічної системи. У рамках цієї діяльності використовуються різноманітні датчики і сенсори, які фіксують різноманітні фізичні параметри, такі як температура, тиск, вологість, швидкість тощо. Дані з цих пристроїв передаються на спеціальні контролери та аналізуються для того, щоб забезпечити оптимальні умови для роботи виробничих процесів.

Основною метою таких систем є виявлення відхилень від нормальних значень параметрів, що дозволяє оперативно реагувати на потенційні проблеми та запобігати технічним неполадкам, які можуть призвести до зупинки виробництва або погіршення якості продукції. Це дозволяє не лише знизити ризики простоїв, а й перейти від реактивного обслуговування до прогнозного технічного обслуговування, що суттєво подовжує ресурс роботи техніки.

Сучасні системи моніторингу дозволяють отримувати дані в реальному часі, що є важливим для оперативного реагування на будь-які зміни в процесах. Ще одним важливим фактором є підвищення прозорості виробничих процесів. Завдяки збору й аналізу даних керівники отримують можливість приймати обґрунтовані рішення в режимі реального часу, оптимізувати витрати, балансувати навантаження та підвищувати ефективність кожного етапу виробничого ланцюга. Такі системи також сприяють зниженню впливу людського чинника та автоматизації рутинних операцій.

**АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ.** Системи моніторингу сьогодні використовують широкий спектр технологій, що базуються на різних підходах до збору, обробки і аналізу даних. І технології дозволяють досягти високої ефективності в управлінні виробничими процесами, забезпечити своєчасну діагностику та оптимізацію операцій.

Інтернет речей (IoT) став основною технологією для побудови систем моніторингу. IoT дозволяє з'єднувати різні пристрої — від датчиків до великих промислових машин — в єдину мережу, що забезпечує безперервний моніторинг в реальному часі. У разі відхилення від нормальних параметрів або появи небезпечних тенденцій, система може автоматично надіслати попередження або навіть ініціювати певні дії для виправлення ситуації.

Основною перевагою IoT є можливість інтеграції в єдину систему бездротових датчиків, що дає змогу зібрати великий обсяг інформації без необхідності прокладання додаткових проводів. Також, сучасні архітектури IoT дедалі частіше поєднують централізовану хмарну обробку з локальною — так званою Edge Computing. Завдяки цьому частина рішень приймається безпосередньо на пристроях або контролерах, що дозволяє зменшити затримки та забезпечити стабільну роботу навіть при обмеженому доступі до інтернету. Централізоване керування пристроями, їх візуалізація та аналіз здійснюються через спеціалізовані IoT-платформи, які об'єднують апаратну та програмну частину системи моніторингу. Це значно знижує витрати на встановлення і обслуговування системи.

Великі дані, або Big Data, є ще однією важливою технологією для сучасних систем моніторингу. Система збору даних на виробництві генерує величезні обсяги інформації, яку потрібно обробити і проаналізувати для виявлення корисних інсайтів. Використання технологій Big Data дозволяє не тільки зберігати і обробляти ці дані, а й застосовувати складні алгоритми для їх аналізу. Завдяки Big Data підприємства можуть отримувати корисну інформацію для оптимізації процесів, прогнозування майбутніх потреб, а також ідентифікації потенційних ризиків.

Концепція Big Data передбачає не лише накопичення інформації, а її оперативну та масштабовану обробку. Для цього застосовуються розподілені обчислювальні системи, здатні одночасно працювати з різними джерелами: технологічними сенсорами, системами контролю, ERP-рішеннями, аудіо- й відеопотоками. Особливе місце в цій інфраструктурі займають бази даних типу Time Series, які дозволяють ефективно працювати з параметрами, що змінюються в часі. Поєднання Big Data з аналітичними інструментами дає змогу не лише спостерігати за процесами, але й виявляти закономірності та відхилення, які раніше залишалися непоміченими.

Інтеграція штучного інтелекту (AI) і методів машинного навчання в системи моніторингу є новітнім напрямом, що дозволяє підвищити ефективність аналізу даних. Алгоритми машинного навчання допомагають автоматично виявляти аномалії в роботі обладнання, що неможливо побачити за допомогою традиційних методів статистичного аналізу.

Машинне навчання може застосовуватися для прогнозування майбутніх збоїв або неполадок на основі історичних даних. Системи, що використовують ці технології, здатні виявляти закономірності в даних, прогнозуючи, коли саме виникнуть проблеми з обладнанням, і допомагають визначити найефективніші методи їх усунення.

Хмарні технології стали фундаментом сучасної цифрової трансформації. Їхнє застосування у виробництві дозволяє швидко масштабувати інфраструктуру, уникати витрат на локальне серверне обладнання та забезпечувати безперервний доступ до даних з будь-якої точки світу. Хмара — це не лише середовище зберігання, а й платформа для побудови повноцінних сервісів: обробки сигналів, візуалізації, аналітики, взаємодії з користувачем. Завдяки моделі "хмара як послуга" компанії отримують доступ до складних інструментів аналізу й моделювання без необхідності створювати власні ресурси. Важливу роль у впровадженні хмарних рішень відіграє питання безпеки: дані шифруються, а доступ до них суворо контролюється, що особливо актуально у промисловому середовищі.

Хмарні технології дають змогу зберігати і обробляти дані, зібрані різними сенсорами та пристроями, на віддалених серверах. Це дозволяє створювати централізовані системи управління, що забезпечують доступ до даних із будь-якої точки світу. Застосування хмарних технологій значно знижує витрати на інфраструктуру, оскільки підприємства можуть орендувати серверні потужності замість того, щоб утримувати власні сервери.

**ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ.** Однією з найбільших переваг сучасних систем моніторингу є здатність виявляти проблеми на ранніх етапах, що дозволяє значно знизити ймовірність аварій та зупинок виробництва. Це дозволяє підприємствам значно скоротити витрати на ремонт і зберегти високий рівень безперервності роботи.

Крім того, завдяки інтеграції таких систем з іншими елементами автоматизації, можна досягти значної економії енергоресурсів і матеріалів, що є важливим аспектом у збереженні конкурентоспроможності підприємства.

Також важливим є підвищення якості продукції. Завдяки безперервному контролю технологічних параметрів, можна мінімізувати варіації в якості продукту та забезпечити стабільність виробничих процесів.

Перспективи розвитку систем моніторингу та аналізу даних у виробництві тісно пов'язані з загальною цифровізацією промисловості та переходом до концепції Індустрії 4.0. Очікується, що майбутні інновації дозволять зробити виробництво ще більш гнучким, автономним і самонавчальним.

Широке впровадження 5G, а в перспективі — і 6G, забезпечить наднизьку затримку та високу пропускну здатність каналів зв'язку. Це дозволить значно підвищити швидкість передачі даних між сенсорами, контролерами та аналітичними платформами. Виробничі підприємства зможуть у реальному часі обробляти великі обсяги інформації з десятків тисяч пристроїв без збоїв і втрат.

Також, штучний інтелект з кожним роком стає точнішим, «розумнішим» і доступнішим.

Перспективи розвитку в цій сфері передбачають перехід від простої автоматизації аналітики до повної автономності у прийнятті рішень. Системи майбутнього зможуть не тільки виявляти помилки або відхилення, а й самостійно оцінювати ризики, планувати ремонти, адаптувати виробничі параметри в реальному часі та навіть передбачати поведінку ринку.

Одним з перспективних напрямів є використання когнітивних обчислень — технологій, що імітують роботу людського мозку. Такі системи зможуть самостійно навчатися, аналізувати неструктуровані дані (зображення, звук, відео) та адаптуватися до змін у середовищі. Наприклад, система зможе змінити алгоритм моніторингу в залежності від зовнішніх умов — наприклад, змін у сезоні, споживанні електроенергії чи навантаженні на виробництво.

У майбутньому системи моніторингу будуть не ізольованими рішеннями, а частиною ширших цифрових екосистем. Дані з виробництва інтегруватимуться з ERP-системами, CRM, логістичними платформами, забезпечуючи повну прозорість усіх процесів — від закупівлі

сировини до доставки кінцевого продукту. Це дозволить впровадити "цифрову трасування" — можливість у будь-який момент відстежити шлях кожного виробу на всіх етапах виробництва.

Очікується, що майбутні рішення матимуть можливість оцінювати енергоспоживання, викиди, втрати ресурсів та впроваджувати оптимізацію, що зменшує негативний вплив на довкілля. Це відповідає світовим трендам ESG (екологія, соціальна відповідальність, управління) і підвищує конкурентоздатність підприємства.

**ВИСНОВКИ.** Системи моніторингу та аналізу даних є важливим інструментом для сучасних виробничих підприємств, оскільки вони дозволяють значно підвищити ефективність, знизити витрати та покращити якість продукції. Однак для повного використання потенціалу цих систем потрібно враховувати виклики, пов'язані з їх впровадженням та експлуатацією. У майбутньому ці системи будуть продовжувати вдосконалюватися, забезпечуючи ще більш високий рівень автоматизації та інтеграції з іншими бізнес-процесами підприємств.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Lyashenko, V., Abu-Jassar, A.T., Yevsieiev, V., Maksymova, S. Automated Monitoring and Visualization System in Production, *Int. Res. J. Multidiscip. Technovation*, 5(6) 2023 09-18. <https://doi.org/10.54392/irjmt2362>
2. Невлюдов, І.Ш. Автоматичне управління технологічними об'єктами [Текст]: підручник/І.Ш. Невлюдов, О.В.Токарева. – Харків: ХНУРЕ, 2018.–190 с.
3. Комп'ютерно-інтегровані технології Індустрії 4.0: конспект лекцій / В. В. Євсєєв. Харків: ХНУРЕ, 2021. 96 с.
4. Nevliudov, I., & et al.. (2020). Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(10), 7465-7473
5. Y. I. Khalimonov, I. K. Sezonova, S. V. Sotnik // Інформаційні технології і автоматизація – 2024 : матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції, 31 жовтня-1 листопада 2024 р. – Одеса : Видавництво ОНТУ, 2024 р. – С. 256-258.
6. Internet of things for robotic projects / I. Nevliudov, O. Tsymbal, A. Bronnikov, O. Mordyk // Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. – 2020. – № 3(13). – С. 58–64.
7. Невлюдов І.Ш., Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 1: Підручник Харків: ФОП Панов А.М., 2021., 604 с.
8. Невлюдов І.Ш. Автоматичне управління технологічними об'єктами: підручник/ І.Ш. Невлюдов, О.В.Токарева. Харків: ХНУРЕ, 2018. 190 с.
9. Yevsieiev, V., & Gurin, D. (2024). New Concepts of Human Interactions and Collaborative Robot-Manipulators in the Concepts of Industry 5.0 (Doctoral dissertation, Collection of scientific papers «SCIENTIA»).
10. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Starodubcev, N., & Klymenko, O. (2023, September). Monitoring System Development for Equipment Upgrade for IioT. In 2023 IEEE5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES) (pp. 1-5). IEEE.
11. Yevsieiev, V., & Gurin, D. (2024). Study of Methods of Dynamic Description of The Environment for Collaborative Robots-Manipulators in the Concepts of Industry 5.0 (Doctoral dissertation, Collection of scientific papers «SCIENTIA»).
12. Khalimonov Y. I. Monitoring and optimising conditions in production environment / Y. I. Khalimonov, I. K. Sezonova, S. V. Sotnik // Інформаційні технології і автоматизація – 2024 : матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції, 31 жовтня-1 листопада 2024 р. – Одеса : Видавництво ОНТУ, 2024 р. – С. 256-258.

13. 10. Chala, O., Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Abu-Jassar, A. (2025). USING THE HUMAN FACE RECOGNITION METHOD BASED ON THE MOBILENETV2 NEURAL NETWORK IN AUTHENTICATION SYSTEMS. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 5(3), 882-895.
14. Невлюдов, І. Ш., Євсєєв, В. В., & Гурін, Д. В. (2025). MODEL DEVELOPMENT OF DYNAMIC REPRESENTATION A MODEL DESCRIPTION PARAMETERS FOR THE ENVIRONMENT OF A COLLABORATIVE ROBOT MANIPULATOR WITHIN THE INDUSTRY 5.0 FRAMEWORK. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*, 1(79), 42-48.
15. Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Solyman, A. (2025). Development and Investigation of Vision System for a Small-Sized Mobile Humanoid Robot in a Smart Environment. *International Journal of Crowd Science*, 9(1), 29-43.
16. Yevsieiev, V., Maksymova, S., Alkhalaileh, A., & Gurin, D. (2025). Development of a program for processing 3d models of objects in a collaborative robot workspace using an HD camera. *ACUMEN: International journal of multidisciplinary research*, 2(1), 194-210.
17. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., Maksymova, S., & Demska, N. (2025). Development of a model for recognizing various objects and tools in a collaborative robot workspace. *ACUMEN: International journal of multidisciplinary research*, 2(1), 224-239.
18. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., & Maksymova, S. (2024). Calculation of the Distance to Objects in Collaborative Robots Workspace Using Computer Vision. *Journal of universal science research*, 2(11), 240-255.
19. Maksymova, S., Abu-Jassar, A., Gurin, D., & Yevsieiev, V. (2024). Comparative Analysis of methods for Predicting the Trajectory of Object Movement in a Collaborative Robot-Manipulator Working Area. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(10), 38-48.
20. Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Solyman, A. (2024). Remote Monitoring System of Patient Status in Social IoT Environments Using Amazon Web Services (AWS) Technologies and Smart Health Care. *International Journal of Crowd Science*, 8.
21. Vladyslav, Y., & Bronnikov, A. (2020, October). ANALYSIS OF THE CMMI MODEL APPLICATION FOR SOLVING THE TASKS OF CPPS CONTROL PROCESSES AUTOMATION DEVELOPMENT. In The 4 th International scientific and practical conference "Actual trends of modern scientific research"(October 11-13, 2020) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2020. 386 p. (p. 128).
22. Yevsieiev, V. V., & Bronnikov, A. I. (2020). Development of databases interconnection "essences" information model for cyber-physical production systems additive cyber design creation automation. *Збірник Наукових Праць НУК*, №3. С.56-62. DOI [https://doi.org/10.15589/znp2020.3\(481\).7](https://doi.org/10.15589/znp2020.3(481).7)
23. Yevsieiev V., Bronnikov A. Information systems development methodologies application analysis for cyber-physical production systems development. III International scientific-practical conference "Theory, science and practice" (Japan, Tokyo, 5–8 October 2020). P. 398–401. DOI: 10.46299/ISG.2020.II.III

**Науковий керівник:** Гурін Дмитро Валерійович, старший викладач кафедри КІТАР. Харківського національного університету радіоелектроніки.