

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ SMART- ЛАБОРАТОРІЙ ДЛЯ ІОТ

старший викладач Галкін П.В., студент Шаповал І.Р.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра
проектування та експлуатації електронних апаратів, м. Харків, Україна
e-mail: galkinletter@ukr.net, illia.shapoval@nure.ua

Abstract. The In the era of technological innovations, smart laboratories, a component of the Industrial Internet of Things (IIoT), play a crucial role in automating and optimizing industrial processes. These labs, driven by intelligent systems, enable real-time data analysis and decision-making. They enhance the work environment and integrate with IIoT for improved efficiency. Characterized by high automation and flexibility, smart laboratories are central to managing production flows effectively. Their implementation aligns with Industry 4.0 and Industry 5.0 concepts, contributing to the evolution of highly automated and competitive industrial environments. Addressing technical aspects and cybersecurity is vital for the seamless and secure operation of these innovative systems. The focus on individualization of production and collaboration between humans and technology distinguishes Industry 5.0, emphasizing a human-centric approach in the evolving industrial landscape.

Ключові слова: Smart Laboratories, IIoT (Industrial Internet of Things), Automation, Industry 4.0, Industry 5.0.

Вступ. В епоху постійних технологічних інновацій [1], промисловий інтернет речей (IIoT) та концепція "розумних" технологій стають необхідною складовою для досягнення оптимальної продуктивності та ефективності в промисловості. Однією із важливих складових цього розвитку є впровадження сучасних "розумних лабораторій" або smart-лабораторій [2], які використовують передові технології для автоматизації та оптимізації промислових процесів. Smart-лабораторії сприяють покращенню робочого середовища, забезпечуючи розумне використання даних та забезпечуючи інтеграцію з IIoT [3]. Ці лабораторії базуються на інтелектуальних системах [4], що дозволяють автоматизовано збирати, аналізувати та використовувати інформацію для прийняття рішень в реальному часі. Вони стають центром для впровадження передових технологій, таких як штучний інтелект, аналітика даних, інтернет речей [5, 6] та машинне навчання.

Цей напрямок визначається високою автоматизацією, гнучкістю та віддаленим доступом до даних, що дозволяє забезпечити необхідну швидкість реакції на зміни в виробничих процесах. Smart-лабораторії стають ключовим елементом ефективного управління виробничими потоками та дозволяють підприємствам вдосконалювати якість продукції, зменшувати витрати та збільшувати конкурентоспроможність на ринку. У

цьому контексті важливо розглядати не лише технічні аспекти впровадження smart-лабораторій, але і питання кібербезпеки [7], стандартизації та регулювання, щоб забезпечити безперебійну та безпечну роботу цих інноваційних систем в промислових умовах. Впровадження smart-лабораторій і їхній зв'язок з концепціями Industry 4.0 та Industry 5.0 [8] сприяють еволюції виробництва та промисловості, роблячи їх ще більш автоматизованими [9], ефективними [9] та гнучкими [10].

Основна частина. Впровадження Smart-лабораторій для ПоТ є актуальною та передовою тенденцією в сучасній промисловості. Ці лабораторії, засновані на концепції ПоТ, використовують передові технології, такі як сенсори, з'єднані мережі та аналітика даних, для оптимізації виробничих процесів. Smart-лабораторії дозволяють збирати та аналізувати великі обсяги даних в реальному часі, сприяючи прийняттю обґрунтованих рішень на підставі точних та зрозумілих даних. Вони допомагають виробникам підвищити ефективність виробничих процесів, скоротити витрати, а також запроваджувати нові рішення у сфері якості та інновацій. Основні складові Smart-лабораторій включають в себе автоматизацію, віддалений моніторинг та керування, інтеграцію з великими хмарними платформами та використання штучного інтелекту для прогнозування та оптимізації процесів. Така ініціатива дозволяє підприємствам адаптуватися до вимог сучасного виробництва, забезпечуючи підвищену продуктивність та конкурентоспроможність в епоху Індустрії 4.0.

Складові Smart-лабораторії для ПоТ. Smart-лабораторії для ПоТ можуть включати різноманітні компоненти та технології для забезпечення ефективності та інновацій в виробничих процесах. Ключові складові такої лабораторії:

1. Сенсори та IoT-пристрої:
 - розміщені на обладнанні сенсори для збору даних про стан устаткування та виробничих параметрів;
 - IoT-пристрої для передачі зібраних даних до центральної системи.
2. Мережева інфраструктура:
 - використання високошвидкісної мережі для забезпечення передачі даних між сенсорами, пристроями та центральною системою;
 - застосування промислових мережевих стандартів для забезпечення стабільності та безпеки передачі даних.
3. Хмарні системи та аналітика даних:
 - інтеграція з хмарними обчисленнями для зберігання та обробки великих обсягів даних;
 - використання аналітики даних для отримання інсайтів та прийняття рішень.
4. Віддалений моніторинг та керування:
 - системи для віддаленого моніторингу виробничих ліній та

обладнання;

- можливості дистанційного керування та управління процесами з використанням мобільних пристроїв.

5. Інтернет Речей (IoT) та Інтеграція з ERP-системами:

- використання технологій IoT для зв'язку та обміну даними між пристроями;

- інтеграція з системами управління ресурсами підприємства (ERP) для оптимізації виробничих процесів.

6. Штучний інтелект та машинне навчання:

- застосування алгоритмів штучного інтелекту для аналізу та прогнозування даних;

- використання машинного навчання для оптимізації процесів та виявлення аномалій.

7. Безпека та кіберзахист:

- застосування заходів для забезпечення безпеки мережі та захисту важливих виробничих даних;

- використання технологій кіберзахисту для уникнення атак та забезпечення цілісності систем.

8. Апаратне та програмне забезпечення:

- оптимізація обладнання та використання спеціалізованого програмного забезпечення для забезпечення сумісності та ефективності роботи Smart-лабораторії.

Кожний із 8 пунктів є складовою елементів концепції Industry 4.0, а також концепції Industry 5.0[8].

Відмінності Smart-лабораторій для Industry 4.0 та Industry 5.0. Smart-лабораторії для Industry 4.0 та Industry 5.0 відрізняються за своїм підходом, фокусом та інтеграцією передових технологій в виробничих процесах.

Підхід Industry 4.0 ставить акцент на автоматизацію виробничих процесів за допомогою IoT, машинного навчання та аналізу даних. Такий підхід зосереджений на оптимізації виробничих ланцюгів та впровадженні принципів "розумної фабрики". Також такий підхід зводиться до використання технологій комунікацій та обміну даними між різними системами в реальному часі, а також забезпечення цифрового зв'язку між обладнанням та комп'ютерними системами. Крім вище вказаного концепт Industry 4.0 зосереджений на аналізі великих обсягів даних для покращення прийняття рішень та застосування аналітики для прогнозування умов та виявлення аномалій у виробництві.

Підхід Industry 5.0 ставить акцент на співпрацю людей та автоматизованого обладнання в одній ефективній системі із залучення робітників до виробничих процесів і використання їхнього інтелекту та креативності. Також концепт допускає взаємодію між людьми та роботами в режимі реального часу, де обидві сторони використовують свої сильні

сторони, а фокус на роботі пліч о пліч, де люди та роботи доповнюють одне одного.

Отже, підхід Industry 4.0 зорієнтований на цифрову трансформацію та автоматизацію, тоді як Industry 5.0 ставить людський фактор у центрі та прагне до співпраці між людьми та технологіями для досягнення найкращих результатів.

Висновки. У сучасному світі промисловості визначається постійна трансформація, і дві ключові концепції, Industry 4.0 та Industry 5.0, впроваджують інноваційні та перспективні підходи до оптимізації виробничих процесів. Smart-лабораторії будуть виступати ключовою ділянкою для реалізації концепцій Industry 4.0 та Industry 5.0.

Список використаних джерел.

1. Маркевич К. Smart-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України – Київ: Центр Разумкова. – udavnystvo" Zapovit", 2021.
2. Nugent C. D. et al. Experiences in the development of a smart lab //International Journal of Biomedical Engineering and Technology. – 2009. – Т. 2. – №. 4. – С. 319-331.
3. Langmann R. et al. Workshop: The TATU Lab & smart education //2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV). – IEEE, 2016. – С. 400-402.
4. Galkin P., Umiarov R., Grigorieva O. Design embedded system testbench based on FPGA and microcontrollers for TATU smart lab as education component of industry 4.0 //2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). – IEEE, 2019. – С. 628-633.
5. Ivan Buhrym, Oleksandr Vynokurov, Pavlo Galkin. Approaches to Designing a Wireless Sensor Network Node // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA-2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: NURE, MC&FPGA, 2019. – P. 21-24. DOI: 10.35598/mcfpga.2019.007
6. Poongothai M., Subramanian P. M., Rajeswari A. Design and implementation of IoT based smart laboratory //2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA). – IEEE, 2018. – С. 169-173.
7. Pennekamp J. et al. Security considerations for collaborations in an industrial IoT-based lab of labs //2019 IEEE Global Conference on Internet of Things (GCIoT). – IEEE, 2019. – С. 1-7.
8. Галкін П. В. Розробка лабораторного комплексу по вивченню вбудованих систем управління і промислової автоматизації // Матеріали 21-го Міжнародного молодіжного форуму "Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті", 25-27 квітня 2017 р. [Текст] : [збірник] / П.В. Галкін // Т. 2 : Конференція "Автоматизовані системи та комп'ютеризовані технології радіоелектронного приладобудування".- Т. 2.- Харків: ХНУРЕ.- С.94-95.
9. S. Khriji, D. El Houssaini, R. Barioul, T. Rehman and O. Kanoun, "Smart-Lab: Design and Implementation of an IoT-based Laboratory Platform," 2020 IEEE 6th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), New Orleans, LA, USA, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/WF-IoT48130.2020.9221143.
10. Langmann R., Copenrath M. A Cloud-Based Blended Learning Lab for PLC Education //Smart Industry & Smart Education: Proceedings of the 15th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation 15. – Springer International Publishing, 2019. – С. 3-13.