

## ГОЛОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОНІКИ

старший викладач Васильєв Ю.С., асистент Горбенко Є.О.,  
старший викладач Карнаушенко В.П., асистент Пятайкина М.І.  
Харківський національний університет радіоелектроніки,  
кафедра МЕЕПП, м. Харків, Україна  
e-mail: yurii.vasylyiev@nure.ua, yevhen.horbenko@nure.ua,  
vladimir.karnaushenko@nure.ua, mariia.piataikina@nure.ua

**Abstract.** The factory of the future will be heavily automated and emphasize sustainability, but the technologies and trends shaping electronics manufacturing aim to augment human innovation rather than replace it. Products and factories themselves will be environmentally friendly and will emphasize both cyber and physical security. Industry 4.0, or digitization, is the foundation of most manufacturing advancements. Factories are getting smarter – the IoT/IIoT enable sensors, applications, and associated networking equipment to work together to collect, monitor and analyze data from industrial operations. This data, in turn, provides information that can be used to enhance the manufacturing process.

**Вступ.** Фабрика майбутнього не є холодним темним приміщенням, де роботи безупинно збирають продукти розроблені штучним інтелектом. Так, процеси будуть значною мірою автоматизовані та забезпечувати стабільність, але технології та тенденції, що формують виробництво електроніки, спрямовані на посилення людських інновацій, а не на їх заміну.

Фактично, багато технологій, які покращують виробничі операції – доповнена/віртуальна реальність (AR/VR), IoT і промисловий IoT (IIoT), штучний інтелект (AI) – роблять фабрики безпечнішими для працівників, одночасно знижуючи витрати. Самі продукти та фабрики будуть екологічно чистими та будуть засновані як на кібербезпеці, так і на фізичній безпеці.

Індустрія 4.0, або цифровізація індустрії, є основою більшості виробничих досягнень. Заводи стають розумнішими – IoT/IIoT дозволяє сенсорам, програмам і пов'язаному мережевому обладнанню працювати разом, щоб збирати, контролювати й аналізувати дані виробничих операцій. Ці дані, у свою чергу, надають інформацію, яку можна використовувати для покращення виробничого процесу.

**Основна частина.** На початку цього року Microsoft і виробник споживчих товарів Procter&Gamble оголосили про спільне цифрове співробітництво. Цифрова виробнича система Microsoft буде надавати команді P&G доступ до даних у режимі реального часу та моделей штучного інтелекту, які допоможуть оптимізувати та спростити виробництво. Проект включає гібридну хмарну обчислювальну

платформу, яка дозволить бездоганно інтегрувати технології штучного інтелекту, машинного навчання та IoT в існуючу інфраструктуру.

Обидві компанії також планують запровадити цифрових близнюків, які можуть допомогти в усьому: від розробки продукту до навчання співробітників. Цифрові близнюки дозволяють компаніям проводити віртуальні експерименти у своїх виробничих середовищах, не викликаючи збоїв. Подібним чином цифрові близнюки можуть віртуально конфігурувати фабрику та моделювати, як працівники взаємодіють із машинами. Співробітники можуть тренуватися в цьому віртуальному середовищі, щоб вони були повністю вправними з першого дня. Підвищення ефективності та продуктивності є основними цілями Індустрії 4.0.

AR/VR забезпечує рівень зв'язку між людиною та машиною, який поєднує творче з практичним. Інженери використовують VR і AR для вдосконалення та оптимізації дизайну на ранній стадії. Концепції та параметри можна швидко переглядати, коригувати та змінювати. Цифрові моделі також можна віртуально тестувати, аналізувати та симулювати. Результатом є швидкі ітераційні цикли проектування.

VR і AR також роблять можливим анімаційне моделювання, щоб розробники могли бачити, як продукти будуть використовуватися з часом, і враховували такі фактори, як ергономіка, доступ, зовнішній вигляд і відчуття. Двовимірні креслення або 3D-моделі не можуть передати такий самий досвід, як реалістична симуляція, тому виробники також використовують ці інструменти під час взаємодії з клієнтами. Зрештою, віртуальна реальність і доповнена реальність сприяють спілкуванню та підтримці під час розробки продукту. Результатом є зниження технічного ризику, з більшою ймовірністю компоненти та продукти будуть відповідати призначенню.

Впровадження штучного інтелекту у виробничий контекст означає використання даних для прийняття дієвих рішень швидше й точніше, ніж людина. Це передова технологія, що лежить в основі прогнозованого технічного обслуговування, яка передбачає, як машина поводитиметься під майбутнім корисним навантаженням і коли, чому і як це потрібно буде виправити на основі минулого досвіду. Ці системи значною мірою залежать від сенсорів, які надають дані про електричний струм, вібрацію, температуру та різноманітні показники, які можуть впливати на продуктивність виробництва. Минулі рішення для прогнозованого технічного обслуговування попереджали людей про проблеми з конкретними машинами; тепер вони визначають, який компонент викликав сповіщення.

Прогнозне технічне обслуговування скорочує час простою заводу та пов'язані з ним витрати, а ШІ відіграє важливу роль у якості, скороченні браку та прогнозуванні запасів чи попиту. Використання показників для

прогнозування поведінки за специфікаціями продукту може мінімізувати брак і максимізувати якість продукту. Прогнозування, коли машина чи процес більше не відповідатимуть заданим специфікаціям, або відхилятимуться дають змогу виробникам завчасно робити все необхідне для повернення їх до специфікацій.

Завдяки повному розумінню роботи заводу та даних, що стоять за виробництвом, виробники можуть спрогнозувати попит і рух критичних деталей, що призведе до значної економії запасів.

Аналіз даних також робить дистанційну допомогу більш ефективною. Деякі технічні спеціалісти використовують розумні окуляри, які записують аудіо- та відеозаписи поведінки машини та транслюють їх агенту служби підтримки. Сторона-одержувач може запропонувати допомогу в різних формах, включаючи надсилання відповідних документів або креслень клієнту.

Виробничі підприємства стають все більш пов'язаними. Вони оснащені інтелектуальними машинами, які збирають дані та представляють важливі тенденції. Деякі об'єкти оснащені роботами, які працюють разом з людьми, щоб підвищити продуктивність. Виробники також можуть мати автоматизовані системи, які дозволяють швидко замовляти товари перш ніж вони будуть закінчуватися.

Дослідження, опубліковані в 2020 році, показало, що виробники знаходяться під дедалі більшою загрозою від атак, які використовують зашифровані канали для обходу застарілих засобів контролю безпеки. Зокрема, виробничий сектор зіткнувся з мільярдом таких загроз, що становить великий відсоток всіх таких атак.

Практика, яка називається нульовою довірою, може бути застосована до виробництва, тобто сторони ніколи не дають автоматичного схвалення будь-якій організації, яка намагається отримати доступ до об'єкта чи мережі, незалежно від того, чи є ця особа працівником чи найнадійнішим постачальником виробника. Цей підхід сегментує дані так, що доступ до них мають лише відповідні сторони. Наприклад, якщо працівник виробничого цеху початкового рівня намагався отримати ресурси, які використовуються лише відділом бухгалтерії, ця дія викликала б сповіщення та залишала вміст заблокованим, доки хтось не перегляне запит на доступ і схвалить або відхилить його.

Зберігання матеріалів у закритому вигляді зменшує ймовірність масового витоку даних, що ставить під загрозу інформацію клієнтів. Хакер може отримати доступ до одного сегменту даних або окремого ресурсу. Однак їм доведеться успішно проникнути в безліч інших даних, перш ніж завдати шкоди, пов'язаної з витоком даних, коли компанії не використовують стратегію нульової довіри.

**Висновки.** Сталий розвиток зараз є пріоритетом для виробництва та охоплює кілька вимірів. Перший – це циклічна економіка, яка вимірює

вплив компанії на клімат і навколишнє середовище. Крім того, це стійке постачання: довгострокова життєздатність постачальників, наявні запаси та надійна логістика. Багато компаній, що займаються виробництвом електроніки, розробляють продукти більше на основі наявності компонентів, ніж на ціні чи продуктивності. Але визначення стійкості у високотехнологічному виробництві є складним завданням, оскільки воно варіюється від зусиль і ресурсів, таких як видобуток рідкоземельних матеріалів, транспортування, експлуатація та управління життєвим циклом, до екологічних систем, виробництва електроенергії та трудових ресурсів.

### **Список використаних джерел.**

1. Shiyong Wang, Jiafu Wan, Di Li and Chunhua Zhang Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook / International Journal of Distributed Sensor Networks, pp. 1-10, 2015.
2. Emmanuel Nowakowski, Martin Häusler, Ruth Breu Analysis of Enterprise Architecture Tool Support for Industry 4.0 Transformation Planning / 22nd International Enterprise Distributed Object Computing Workshop, pp. 184-191, 2018.
3. Tiago M. Fernández-Caramés<sup>1</sup>, Paula Fraga-L0amasi A Review on Human-Centered IoT-Connected Smart Labels for the Industry 4.0, pp. 1-19, 2018.
4. Kanghoon Choi and Sang-Hwa Chung Enhanced time-slotted channel hopping scheduling with a quick setup time for the industrial Internet of Things networks / International Journal of Distributed Sensor Networks, vol. 13(6), pp. 1- 14, 2017.
5. Y.-K. Chen Challenges and Opportunities of Internet of Things / 17th Asia and South Pacific Design Automation Conference, pp. 383–388, 2012.
6. M. U.Farooq, M. Waseem, A. Khairi, and S. Mazhar A Critical Analysis on the Security Concerns of Internet of Things (IoT) / International Journal of Computer Applications, vol. 111, no. 7, pp. 1–6, 2015.
7. Wang, Y., Zhang, M. and Zuo, Y., 2016, June. Potential applications of IoT-based product lifecycle energy management. / 11th Conference on Industrial Electronics and Applications, pp. 1999-2002, 2016.
8. Nguyen Bach Long, Hak-Hui Choi and Dong-Seong Kim Energy-Aware Routing Scheme in Industrial Wireless Sensor Networks for Internet of Things Systems / 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, pp. 1-8, 2016.
9. Kirk Bloede, Greg Mischou, Amar Senan, Adam Tilow, The industrial internet of things, making factory smart for the next industrial revolution / Woodside Capital Partners, pp. 1-126, 2017.
10. Nikkam S.M.G. and Pawar V.R. Water parameter analysis for industrial application using IoT. / 2nd International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology, pp. 703-707, 2016.
11. Panayiotis Kolios, Georgios Ellinas, Christos Panayiotou, and Marios Polycarpou Energy Efficient Event-Based Networking for the Internet of Things / 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), pp. 1-6, 2016.