

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА РОБОТИЗАЦІЯ В ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

М.Ю. Білоусов, В.В. Невлюдова, М.Г. Стародубцев

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: matvii.bilousov@nure.ua, viktoriiia.nevliudova@nure.ua, nikolaj.starodubcev@nure.ua

Анотація: Багато з існуючих сьогодні загроз економічній та соціальній безпеці промислового підприємства можуть бути пом'якшені за рахунок цифровізації та гнучкої роботизації виробництва. Однак в умовах цифровізації та роботизації економіки слід враховувати, що ці процеси одночасно з потенційними вигодами для промислового підприємства можуть породжувати нові загрози економічній та соціальній безпеці, наслідки та механізми нівелювання яких потребують теоретичного осмислення.

Ключові слова: Industry 4.0, роботизація, загрози і ризики, безпека промислового підприємства.

DIGITALIZATION AND ROBOTIZATION IN INDUSTRIAL MANUFACTURING

M. Bilousov, V. Nevliudova, M. Starodubcev

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: matvii.bilousov@nure.ua, viktoriiia.nevliudova@nure.ua, nikolaj.starodubcev@nure.ua

Abstract: Many of the threats to the economic and social security of industrial enterprises that exist today can be mitigated through digitalization and the flexible automation of production. However, in the context of the digitalization and automation of the economy, it is important to recognize that while these processes offer potential benefits for industrial enterprises, they may also give rise to new threats to economic and social security, the consequences and mitigation mechanisms of which require theoretical analysis.

Keywords: Industry 4.0, automation, threats and risks, industrial enterprise security.

Термін Industry 4.0 означає четверту промислову революцію, яка передбачає комплексну трансформацію всіх галузей промисловості шляхом поєднання цифрових технологій та інтернету з традиційними виробництвами. Усі виробничі ланки (постачальники, підприємство-виробник продукції, дистриб'ютори, сам продукт) об'єднуються при цьому на основі цифровізації процесів в інтегрований ланцюжок створення вартості. Industry 4.0 передбачає: зміну процесу виробництва (інтеграція машин, складських систем та виробничих потужностей у кіберфізичні системи, суттєве підвищення гнучкості, ефективності та продуктивності на «розумних» підприємствах); а також зміну характеру праці на підприємствах (очікується, що робітники будуть звільнені від рутинних задач і виконуватимуть роботу, яка потребує творчого підходу) [1, 2].

Реалізація Industry 4.0 заснована на розвитку наступних напрямів: інформаційно-комунікаційних технологій, які забезпечать цифровізацію всіх етапів створення та використання продукту як усередині компаній, так і за їх межами; кіберфізичних систем для контролю та управління фізичними процесами та системами (включають вбудовані датчики, інтелектуальні роботи, 3D-друкерські пристрої та ін.); мережевих комунікацій (бездротові та інтернет-технології для зв'язку машин, продуктів, систем та людей); моделювання та віртуалізацію при розробці продуктів та створенні виробничих процесів; систем збирання, обробки та використання великих обсягів даних та хмарних обчислень; засобів доповненої реальності та інтелектуальних систем і ін.

В результаті очікується підвищення продуктивності за рахунок значного скорочення часу між розробкою нового продукту та його постачанням споживачеві, підвищення ефективності, економія енергії, забезпечення конкурентоспроможності на світовому ринку тощо.

Центральною ланкою у програмі Industry 4.0 є роботизація. Роботизація відкриває нові можливості для промислового підприємства, повністю трансформуючи технології та організацію його виробничого процесу.

З іншого боку, процеси, пов'язані з роботизацією, породжують нові загрози економічній та соціальній безпеці підприємства, дослідженню яких і присвячено цю роботу.

Поряд із збільшенням можливостей, що виникають внаслідок роботизації, нарастають і загрози, перш за все, економічній безпеці промислового підприємства. Впровадження інтелектуальних роботів є найважливішою складовою цифровізації промисловості, що сьогодні стикається з великою кількістю зовнішніх викликів: політико-економічних, технологічних, фінансових та екологічних невизначеностей і ризиків [3]. Ці ризики приймають всеосяжний характер, багато з них в принципі не передбачувані. Як приклад наведемо наслідки пандемії, що змінюють сьогодні соціальний та економічний ландшафт світу. Масове призупинення виробництв, перехід на дистанційну роботу, порушення ланцюгів поставок (особливо міжнародних), переміщення частини бізнес-процесів у цифровий світ, продемонстрували вигоди роботизації. У той час як володіння стійкою конкурентною перевагою фахівці називають основним фактором, що визначає стан економічної безпеки фірми, сьогодні переваги отримують ті підприємства, кому в цих умовах вдається зберегти виробництво та забезпечити безпеку працівників, – власники онлайн-сервісів, автономних виробничих та складських комплексів та ін. Новий імпульс розвитку отримав сегмент сервісної робототехніки. Багато країн зіткнулися з нестачею персоналу, що забезпечує догляд за хворими та літніми людьми, а також із проблемами забезпечення безпеки працівників. Компенсація їх нестачі за рахунок заміщення роботами дає переваги з точки зору безпеки персоналу та людей, які потребують догляду. Роботи можуть доставляти їжу, ліки, вимірювати температуру та пульс. Їх використання забезпечує безпеку для медичного персоналу, обмежуючи можливості поширення вірусу, тому що корпуси роботів простіше піддаються дезінфекції та не можуть виступати носієм захворювання. В інших галузях економіки також збільшується попит на безконтактне надання послуг сервісними роботами. У підприємств, які не можуть адаптуватися до нових умов, виникають ризики економічних втрат.

Таким чином, однією з ключових конкурентних переваг промислового підприємства у сучасних умовах є його адаптивність. Гнучка автоматизація виробництв на основі впровадження промислових роботів сприяє підвищенню адаптивності підприємств за рахунок забезпечення швидкого переоснащення та зміни програм роботи засобів виробництва. У автоматизації промисловості використовуються як роботи, що мають відповідну їх функцій матеріальну оболонку, так і не мають її. Процеси цифровізації, автоматизації та роботизації промисловості охоплюють всі етапи виробництва – від отримання та аналізу даних про тенденції, що формуються на ринках, автоматизованого проектування та дизайну, роботизації логістики та безпосередньо виробничого процесу до цифрових інструментів позиціонування та продажів. Ці процеси пов'язані зі збільшенням числа та різноманітності зовнішніх та внутрішніх ризиків та загроз для промислового підприємства, а ефективна роботизація та цифровізація зарубіжних конкурентів породжує загрози для вітчизняного реального сектору. Багато викликів і загроз для національної та економічної безпеки можуть бути вчасно виявлені та нейтралізовані лише на рівні підприємств. Загрози економічній безпеці промислового підприємства, набуваючи сталого, регулярно повторюваного характеру по відношенню до різних промислових підприємств, правомірно розглядати як потенційні

загрози економічній безпеці галузі, а в умовах розвиненої системи поділу та кооперації праці – і як потенційні загрози економічній безпеці країни.

Ключовою проблемою в контексті роботизації економіки вчені та експерти називають вплив нових технологій на ринки праці [4]. Трансформація трудових відносин та наслідки у змінах структури зайнятості внаслідок масової автоматизації та роботизації займають значне місце у науковому економічному дискурсі. З одного боку, роботи, замінюючи людську працю, залишають велику кількість людей без роботи, змушуючи їх змінювати професію чи місце роботи. У літературі з цього приводу зазначається, що «у разі подальшого розширення застосування роботів та підвищення рівня автоматизації з урахуванням прогресу в дослідженнях штучного інтелекту очікується, що участь людини обмежиться лише прийняттям рішення про долю заводу в рамках стратегії, розробленої людьми» [5]. У числі переваг заміни ручної праці на роботизовану найчастіше наголошується на тому, що роботи можуть виконувати роботу практично без перерви, не потребують відпусток, лікарняних, не можуть звільнитися, вимагати підвищення заробітної плати, комфортних умов праці (температури, освітлення, зручного розташування тощо), гнучкі в частині обсягів продукції, що випускається.

З іншого боку, роботизація стимулює виникнення великої кількості нових професій та робочих місць у галузі НДДКР, інжинірингу, аналітики. Зростання динамічності та гнучкості ринків праці вимагає від трудових ресурсів адаптації до нових умов. Щоб зберегти свою конкурентоспроможність, людина має підвищувати компетенції протягом усього життя. Понад те, висока кваліфікація як така не гарантує стійкі конкурентні переваги. Поряд із володінням розвиненими професійними навичками, від сучасного працівника очікується наявність комплексу особистісних якостей, що дозволяють ефективно взаємодіяти з колегами та партнерами у процесі трудової діяльності. Усі ці вимоги ринку праці зумовлюють необхідність зміни підходів до підготовки кадрів. Все це спричиняє виникнення соціальних ризиків, пов'язаних з етичними обмежувачами застосування роботів, збільшенням соціально-класової диференціації, конкуренцією за робочі місця не «людини з людиною», а «людини з роботом».

Зміна структури зайнятості на мікрорівні, що проявляється у трансформації організаційних структур підприємства, тягне у собі виникнення кадрових ризиків. Кадрові ризики виявляються на двох етапах: по-перше, на етапі забезпечення підприємств фахівцями, які мають сучасні компетенції, що відповідають модернізаційній політиці підприємства; по-друге, на етапі утримання таких спеціалістів. Забезпечення кадрової безпеки одна із найважливіших компонентів економічної безпеки промислового підприємства.

Цифровізація та роботизація промисловості в умовах прискореного розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та інтеграції віртуальних та реальних бізнес-процесів зумовлюють зміщення центрів капіталізації прибутку в ланцюжках створення доданої вартості. Якщо у другій половині XX ст. спостерігався їхній рух від безпосередньо матеріального виробництва до дизайну, маркетингу та логістики, то сьогодні вони зміщуються у сферу створення та обслуговування комп'ютерних систем управління бізнес-процесами та систем управління технологічними процесами використання великих даних. Прискорення виробничих циклів обумовлює необхідність інтенсифікації процесів розробки продукції, прийняття управлінських рішень, оновлюваності сировини, інноваційної активності, взаємодії з партнерами та вдосконалення інформаційного обміну всередині підприємства та із зовнішнім середовищем. Економічно ефективно скорочення тривалості виробничих циклів та підвищення гнучкості виробничих систем на основі цифровізації, автоматизації та гнучкої роботизації дозволить забезпечити перехід до дрібносерійного виробництва та частого оновлення асортименту.

Сьогодні підрив конкурентоспроможності промислових підприємств, порушення нормального економічного відтворювального циклу може здійснюватись без явного

порушення законів. В умовах розширення інформаційного простору, усунення економічних відносин в інтернет та трансформації економічної конкуренції за рахунок суспільно-функціональних технологій, спрямованих на завдання підприємству-конкуренту як економічних, так і репутаційних втрат, посилюються ризики допущення різних форм недобросовісної конкуренції (дискредитація, введення в оману, некоректне порівняння, незаконне використання результатів інтелектуальної діяльності, створення зміщення, незаконні дії з таємницею, що охороняється законом).

Цифровізація і роботизація промисловості спричиняють і виникнення принципово нових ризиків, пов'язаних із поширенням промислового інтернету речей, при якому підвищується небезпека кібератак, спрямованих на порушення виробничих процесів та незаконне отримання комерційної інформації (промисловий шпигунство) [6]. Додаткові ризики виникають внаслідок того, що застосовуються промислові роботи, переважно імпортного виробництва. При використанні зарубіжних програмних рішень у системах управління виникає ризик наявності в них вразливостей, які можуть бути використані для кібератак, що тягне за собою економічні втрати.

ВИСНОВКИ. Багато з існуючих сьогодні загроз економічній безпеці промислового підприємства можуть бути пом'якшені за рахунок цифровізації та роботизації виробництва. Однак слід враховувати, що ці процеси одночасно з потенційними вигодами для промислового підприємства можуть породжувати і нові загрози економічній та соціальній безпеці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Industry 4.0: The New industrial Revolution for Europe. The European Files. January 2017, № 45.
2. Nevliudov I., Omarov M., Yevsieiev V., Bronnikov A., Lyashenko V. Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 2020. Vol. 8(10). P. 7465-7473.
3. Токмакова І. В., Шатохін Д. А., Мельник С. В. Стратегічне управління розвитком підприємств в умовах цифровізації економіки. Вісник економіки транспорту і промисловості, 2018. № 64. С. 284-291.
4. Баглей Р.Р., Бучинська Т.В. Аналіз трансформації світового ринку праці під впливом революції 4.0. Інноваційна економіка, 2019. № 1-2 [78]. С. 5-12.
5. Ширяєв А. Про наслідки роботизації виробництва. Суспільство та економіка. 2018. № 5. С. 59-67.
6. Коваленко Ю.О. Забезпечення інформаційної безпеки на підприємстві. Економіка промисловості, 2010. № 3. С. 123-129.
7. Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Yevsieiev, V., Lyashenko, V., Nevliudov, I., & Luhach, A. K. (2022). Zoomorphic mobile robot development for vertical movement based on the geometrical family caterpillar. Computational intelligence and neuroscience, 2022(1), 3046116. <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>
8. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Pashchenko, O., & Kosenko, V. (2026). Development of a model for synchronizing the operation of collaborative robotic manipulators in HRC scenarios. INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND SCIENTIFIC SOLUTIONS FOR INDUSTRIES, (2(36), 214–226. <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2026.2.214>
9. Yevsieiev V. Classification of Digital Twins in Collaborative Robot Modeling Problems / V. Yevsieiev, K. Luchaninov // Computer-integrated technologies, automation and robotics 2026 : Proceedings of III st All-Ukrainian Conference, May 14-15, 2026. - Kharkiv .: [electronic version], 2026. - P. 93-96.