

ПРАКТИКА ПІДПРИЄМНИЦТВА ТА ІННОВАЦІЙ

УДК 338.4:330.33

DOI: <https://doi.org/10.37320/2415-3583/8.9>**Войтко С.В.**

доктор економічних наук,
професор кафедри міжнародної економіки,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ткач В.В.

магістр кафедри міжнародної економіки,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПЕРШІ ПРАКТИКИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАСАД ІНДУСТРІЇ 4.0 У ПРОМИСЛОВОСТІ ТА СФЕРІ ПОСЛУГ

У статті розглянуто перші спроби запровадження засад Індустрії 4.0 на підприємствах різних країн світу. Визначено, що використання технологій, притаманних Індустрії 4.0, дає можливість виробничим компаніям уникати збоїв у роботі, скорочувати час простою в середньому на 50% і збільшувати обсяги виробництва на 20%. Наведено факти про те, що Німеччина була «точкою зародження» Індустрії 4.0. Доведено, що саме з цієї країни розпочато опис перших проєктів з автоматизації та поширення нових технологій з 2011 року. Наведено інформацію про такі німецькі проєкти, як RES-COM, що працює над автоматизованим збереженням ресурсів за допомогою тісно пов'язаних та інтегрованих систем у контексті Індустрії 4.0; CyPros, що є проєктом для вивчення й розвитку модулів кіберфізичних систем для виробничих і логістичних систем промисловості; цифрова копія німецького концерну "Siemens AG" 2011, 2012 та 2013 років відповідно. Зазначено поширення індустріального буму на всі розвинені країни світу, перш за все США. Проаналізовано такі вдалі експериментальні американські стартапи, як Oculus (розробка у сфері віртуальної реальності 2012 року) та завод Lighthouse (дизайн та виробництво спеціального спортивного одягу 2016 року). Проаналізовано діяльність японських підприємств у сфері Індустрії 4.0 на прикладі компаній "Omron", "SEIREN CO." та "Daikin". Наведено та проаналізовано рейтинги найбільш високотехнологічних компаній за версіями "MIT Technology Review" і "Fortune Global 500". Виявлено, що в обох списках компанії США не тільки лідирують, але й складають більшість. За версією "MIT Technology Review" до першої 15-ки також увійшли підприємства Китаю та Данії, за версією "Fortune Global 500" – Японії, Республіки Корея, Тайваню та КНР. Виявлено чотири періоди розвитку індустрії в Україні. Доведено, що процес активної автоматизації та цифровізації промисловості, значного зростання інвестицій у нові технології та масового вироблення продукції Індустрії 4.0 в Україні не розпочався досі.

Ключові слова: Індустрія 4.0, проєкт, стартап, високотехнологічні компанії, Німеччина, Україна.

Постановка проблеми. Високотехнологічні та наукоємні сфери діяльності в країні є одними з визначальних чинників її розвитку. Активність підприємств у цих сферах демонструє науковий та технічний потенціал країни, а кількість успішно реалізованих проєктів – те, наскільки цей потенціал використовується країною. Саме тому дослідження проблем розвитку Індустрії 4.0 у різних країнах світу та порівняння активності країн у цій галузі є важливими та актуальними завданнями для майбутніх проєктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед останніх досліджень у цій сфері слід перш за все назвати дисертацію Я.В. Панаса [1], у якій він визначив, що використання технологій, притаманних Індустрії 4.0, дає можливість виробничим компаніям уникати збоїв у роботі, скорочувати час простою у середньому на 50% та збільшувати виробництво на 20%. Крім того, важливі резуль-

тати дослідження І.В. Тарасова [2] були викладені у його статті, в якій він визначав вплив Індустрії 4.0 на підвищення рівня продуктивності промислових компаній із зазначенням конкретних прикладів на підприємствах. Також Р. Хармут досліджує Індустрію 4.0 як основу «розумного» виробництва майбутнього та публікує результати дослідження на прикладі американських підприємств [3].

Мета статті полягає в аналізі та порівнянні активності підприємств різних країн світу у сфері Індустрії 4.0 від часів зародження цього поняття.

Виклад основного матеріалу. На Ганноверському ярмарку в Німеччині у 2011 році відбулася важлива подія для всієї західної промисловості. Тоді було введено в обіг термін «Індустрія 4.0», який зараз використовується для позначення четвертої промислової революції [4, с. 19]. Тоді Німеччина, будучи лідером виробництва в Європі, першою зробила Індустрію 4.0 метою спеціальної

урядової програми «Високотехнологічна стратегія – 2020 для Німеччини» з акцентом на взаємодію уряду та бізнесу для збереження й збільшення конкурентної переваги своїх виробників. Згодом була сформована «Робоча група Industrie 4.0». Потім розроблялися перші рекомендації для реалізації цієї програми, які були опубліковані у квітні 2013 року [5, с. 4].

Отже, Німеччина була «точкою зародження» Індустрії 4.0, тому саме у цій країні розпочалися перші проекти з автоматизації та поширення нових технологій.

Наприклад, у червні 2011 року був запущений та профінансований Федеральним міністерством освіти та наукових досліджень Німеччини проєкт RES-COM, у якому здійснюється робота над автоматизованим збереженням ресурсів за допомогою тісно пов'язаних та інтегрованих систем у контексті Індустрії 4.0. RES-COM використовує абсолютно новий тип базової технології, що ґрунтується на цифровій пам'яті продукту та обслуговуючих пристроях зі вбудованими сенсорами та виконавчими пристроями. Проєкт контролюється Дослідницьким центром штучного інтелекту Німеччини (DFKI) у партнерстві із "SAP", "Siemens", "IS Predict" та "7x4 Pharma".

SyPros є іншим німецьким дослідницьким проєктом, над яким працюють провідні діячі науки та промисловості на чолі з Wittenstein AG. Він був запущений у 2012 році для вивчення й розвитку модулів кіберфізичних систем для виробничих і логістичних систем промисловості. Проєкт запускався задля контролю зростання та розвитку конкуренції, а також стійкого розвитку та значного підвищення рівня продуктивності й гнучкості виробничих компаній за допомогою розроблення та впровадження кіберфізичних виробничих систем [6].

У тому ж році індустріальний бум поширився на всі розвинені країни світу. Наприклад, 1 серпня 2012 року був запущений американський стартап Oculus, тобто розробка у сфері віртуальної реальності. У рамках цього стартапу розпочалася кампанія зі збору коштів на випуск шолома віртуальної реальності на платформі Kickstarter. Розробники пропонували користувачам «ефект повного занурення» за рахунок застосування дисплеїв з роздільною здатністю 640 на 800 пікселів для кожного ока. Необхідні 250 тис. дол. США були зібрані вже за перші чотири години [3].

У 2013 році німецький концерн "Siemens AG" розробив цифрову копію одного зі своїх заводів за допомогою збирання даних із сенсорів на обладнанні. Ця ініціатива дала змогу знизити час налаштування обладнання у середньому на 80% [2, с. 66].

У 2016 році виробник спортивного одягу, взуття та аксесуарів "Ander Armour" (США) відкрив експериментальний завод Lighthouse для дизайну та виробництва спеціального спортив-

ного одягу. На цьому заводі використовуються такі технології, спрямовані на забезпечення максимальної кастомізації:

- 3D-дизайн і сканування тіла для фіксування фізичних особливостей будови тіла спортсменів і розроблення максимально зручного одягу та взуття;

- 3D-друк і швидке прототипування для трансформації отриманих тривимірних моделей у реальні зразки товарів, використання п'ятивосьових обробних верстатів;

- пілотні лінії з виробництва одягу та взуття для апробації в умовах промислового виробництва [2, с. 68].

Визнаючи певне відставання від Німеччини та США в ролі одного з центрів розвитку Індустрії 4.0, японські підприємства теж почали масово впроваджувати нові технології, наприклад автоматичний контроль роботи обладнання з виявленням неефективних точок процесу на основі аналізу даних з усіх пристроїв (компанія "Omron"); цифрова виробнича система, яка пропонує виготовлення одягу на замовлення індивідуального споживача ("SEIREN CO. LTD"); прогнозування несправностей кондиціонерів за допомогою діагностичного алгоритму обробки різних типів даних у режимі реального часу (компанія "Daikin") [7, с. 90–91].

У пошуках інших інноваційних компаній, які би поєднували розроблення та виробництво високотехнологічної продукції, ми звернулися до рейтингу, складеного "MIT Technology Review" [8] (журнал, виданий Массачусетським технологічним інститутом). Щороку "MIT Technology Review" визначає 50 компаній, які шляхом комбінування високих технологій та ділової хватки змінюють цей світ (табл. 1).

У рейтинг 50 інноваційних компаній, крім таких гігантів, як "Amazon", "Apple", "IBM" та "General Electric", входять амбітні молоді компанії, такі як "SpaceX", яка змінює економіку космічних подорожей, "Face++", яка займається технологією розпізнавання обличчя, а також "Carbon" і "DesktopMetal", тобто технологічні компанії, що працюють на ринку 3D-друку. Однак компанії-гіганти явно поступаються новачкам, адже у 10 з 15 перших у рейтингу компаній ринкова капіталізація нижче 40 млрд. дол. США.

Очолила останній список інноваційних компаній "MIT" (за 2017 рік) "Nvidia" завдяки роботі над технологіями штучного інтелекту для безпілотних автомобілів. Друге місце посідає "SpaceX" завдяки прориву у ракетобудуванні, пов'язаному з успішними повторними запусками багаторазового першого ступеня ракети. Третє місце посіла компанія "Amazon", показавши результат гірший, ніж у минулому році, коли ця компанія була абсолютним лідером в інноваційній галузі за версією "MIT".

До першої десятки належать переважно американські компанії, але Китай починає їх зміщувати,

Таблиця 1 – Перші 15 компаній з рейтингу інноваційних компаній “MIT Technology Review”

Назва компанії	Країна розташування	Ринкова капіталізація у 2019 році, млрд. дол. США
Nvidia	США	101,6
SpaceX	США	33,3
Amazon	США	986,0
23andMe	США	1,1
Alphabet	США	794,2
iFlytek	Китай	9,0
KitePharma	США	5,7
Tencent	Китай	436,8
Regeneron	США	32,4
SparkTherapeutics	США	3,8
Face++	Китай	1
FirstSolar	США	6,9
Intel	США	224,3
QuanergySystems	США	1,6
VestasWindSystems	Данія	17,8

Джерело: складено авторами за джерелом [8]

Таблиця 2 – Перші 15 компаній-лідерів за обсягами виручки з рейтингу “Fortune Global 500” у категорії “Technology”

Назва компанії	Країна розташування	Виручка у 2018 році, млрд. дол. США
Apple	США	229,234
Samsung Electronics	Республіка Корея	211,940
Amazon.com	США	177,866
Hon Hai Precision Industry	Тайвань	154,699
Alphabet	США	110,855
Microsoft	США	89,950
Huawei Investment & Holding	КНР	89,311
Hitachi	Японія	84,559
IBM	США	79,139
Dell Technologies	США	78,660
Sony	Японія	77,116
Panasonic	Японія	72,045
Intel	США	62,761
LG Electronics	Республіка Корея	54,314
JD.com	КНР	53,965

Джерело: складено авторами за джерелом [9]

адже 6 і 8 місце належать китайським компаніям “iFlytek” (займається технологією розпізнавання голосу, виробляє продукцію, керувану голосовими командами) та “Tencent” (власник найбільшої китайської соціальної мережі “WeChat”).

За кількістю компаній, що знаходяться в повному рейтингу, лідирує США (31 компанія). Китай посідає друге місце (7 компаній).

Розглядаючи вибірку країн з рейтингу “Fortune Global 500” [9] у категорії “Technology”, проаналізованих за виручкою у 2018 році (табл. 2), спостерігаємо, що переважно компанії перебувають у юрисдикції США та є країнами Азіатсько-Тихоокеанського регіону.

Виручка не є основним фактором, що визначає те, наскільки компанія розвинена в інноваційному

плані, проте виручка є одним з важливих показників успіху компанії на ринку та попиту на її продукцію.

Четверта промислова революція не тільки змінює бізнес окремих компаній, але й впливає на розстановку сил на глобальному рівні. Роботизація заводів “Tesla”, що випускають електромобілі, дала змогу компанії розгорнути виробництво не в Китаї, а в Каліфорнії. Це виявилось дешевшим, ніж використання праці китайських робітників та подальшої оплати транспортування готових машин. У результаті такого рішення виробник автомобілів “Tesla”, заснований у 2008 році, вже у 2017 році обігнав за капіталізацією лідера другої промислової революції, що відбулася в результаті винаходу конвеєра та переходу на масове виробництво, а саме “Ford Motors” [10].

Україна також відреагувала на введення в обіг терміна «Індустрія 4.0» у 2011 році. Тоді було створено Асоціацію Підприємств Промислової Автоматизації України (АППАУ) [11]. Асоціація представляє інтереси української спільноти промислової автоматизації, а саме вендорів, інтеграторів АСУТП-ІТ, розробників, машинобудівників, ВНЗ і замовників. В основі її діяльності лежать принципи співробітництва та спільного вирішення загальних проблем, властивих багатьом прогресивним співтовариствам, зокрема в Україні.

Від початку свого існування АППАУ пройшла довгий шлях консолідації гравців різних галузей і категорій. Сьогодні АППАУ – це зріла організація, що включає більше 50 гравців з усіх категорій ринку. Це визнаний в Україні лідер руху «Індустрія 4.0 в Україні», творець Національної стратегії 4.0, фундатор Технічного комітету 185 (стандарту ІЕС/ІSO), партнер багатьох промислових і хайтек-лідерів думок.

Проте, аналізуючи статистичні дані [12] реалізації продукції Індустрії 4.0 в Україні, розвиток вітчизняної індустрії можемо розділити на такі періоди:

- 1) до 2010 року – період насичення, стабілізація реалізації продукції Індустрії 4.0.;
- 2) 2010–2012 роки – значне зростання, збільшення реалізації продукції Індустрії 4.0 на 82% за 2 роки;
- 3) 2012–2016 роки – різкий спад, скорочення реалізації продукції Індустрії 4.0 на 62% за 4 роки;
- 4) з 2016 року до сьогодні – усвідомлення проблеми, стабілізація наявного рівня реалізації продукції Індустрії 4.0 та незначне його підвищення (на майже 2%).

Тоді як в усьому індустріальному світі підприємства масово автоматизуються та нарощують

реалізацію продукції Індустрії 4.0 вже 8 останніх років, в Україні над цим процесом фактично тільки починають працювати.

Висновки. У підсумку зазначимо, що після введення в обіг поняття «Індустрія 4.0» у 2011 році у провідних країнах світу, перш за все у Німеччині, США та Японії, почали масово автоматизуватись промисловість, зростати інвестиції у нові технології та вироблятися продукція Індустрії 4.0 у набагато більших обсягах. Проаналізовано перші практики реалізації засад Індустрії 4.0 у світі, зокрема RES-COM, Oculus, цифрова копія одного із заводів «Siemens AG», експериментальний завод Lighthouse, «Omron», «SEIREN CO.», а також українська АППАУ. Визначено, що в Україні над цим процесом активної імплементації технологій Індустрії 4.0 тільки починають працювати.

Наукова новизна полягає в тому, що запропоновано методичний підхід і здійснено аналіз перших спроб реалізації засад Індустрії 4.0 у промисловості та сфері послуг, а також виявлено, що Четверта промислова революція не тільки змінює бізнес окремих компаній, але й впливає на розстановку сил на глобальному рівні.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що отримані результати можна використовувати для визначення можливості чи доцільності та успішності імплементації технологій Індустрії 4.0 у певне підприємство, адже дані про активність та успішність різних країн у цій сфері можуть бути корисними під час прийняття рішення стосовно нових технологій Індустрії 4.0.

Подальші дослідження можуть бути проведені за цією проблематикою в розрізі більш сучасних імплементацій технологій Індустрії 4.0 у виробництво.

Список використаних джерел:

1. Панас Я.В. Контролінг інноваційної діяльності машинобудівних підприємств : дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.00.04 ; Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2018. 277 с.
2. Тарасов И.В. Технологии Индустрии 4.0: влияние на повышение производительности промышленных компаний. *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2018. № 2. С. 62–69.
3. Рынок устройств виртуальной и дополненной реальности. *Tadviser*. 2019. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Рынок_устройств_виртуальной_и_дополненной_реальности (дата звернення: 04.11.2019).
4. Белкина Г.Л., Корсаков С.Н. И.Т. Фролов и становление Биоэтики. *Биоэтика и гуманитарная экспертиза*. 2008. № 2. С. 18–54.
5. Hermann M., Pentek T., Otto B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *Literature Review*. 2015. № 1. 16 p.
6. Хартмут Р. Industrie 4.0 – умное производство будущего / пер. В.В. Гладков. *Аналитика ИКТ и DigitalMedia*. 2016. URL: http://json.tv/tech_trend_find/industrie-40-umnoe-proizvodstvo-buduschego-gosudarstvennaya-hi-tech-strategiya-2020-germaniya-20160227025801 (дата звернення: 04.11.2019).
7. Тимонина И.Л. Индустрия 4.0 в Японии: направления и перспективы. *Восточная аналитика*. 2017. № 1–2. С. 90–94.
8. 50 Smartest Companies 2017. MIT Technology Review. URL: <https://www.technologyreview.com/lists/companies/2017> (дата звернення: 04.11.2019).
9. Fortune Global 500. URL: <https://fortune.com/global500/2018/search> (дата звернення: 04.11.2019).
10. Регимова С. Цифровая Индустрия 4.0. Forbes. URL: <https://www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-nol-v-nashu-polzu> (дата звернення: 05.11.2019).
11. АППАУ – Асоціація Підприємств Промислової Автоматизації України. URL: <https://appau.org.ua> (дата звернення: 05.11.2019).
12. High-technology exports. The World Bank Data. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD> (дата звернення: 05.11.2019).

References:

1. Panas, Ja.V. (2018), "Controlling of innovative activity of machine-building enterprises", Abstract of Ph.D. dissertation, *Economics and enterprise management*, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine.
2. Tarasov, I.V. (2018), "Industry 4.0 technologies: impact on increasing the productivity of industrial companies", *Strategicheskie reshenija i risk-menedzhment*, no. 2. pp. 62–69.
3. Tadviser (2019), "Virtual and augmented reality devices market", available at: <http://www.tadviser.ru/index.php> (accessed: 04 November 2019).
4. Belkina H.L. and Korsakov S.N. (2008), "I.T. Frolov and the Formation of Bioethics", *Biojetika i gumanitarnaja jekspertiza*, no. 2, pp. 18–54.
5. Hermann, M., Pentek, T. and Otto B. (2015), "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review". No. 1, pp. 1–16.
6. Hartmut, R. (2016), "Industrie 4.0 – smart manufacturing of the future", *ICT analytics and DigitalMedia*, available at: http://json.tv/tech_trend_find (accessed: 04 November 2019).
7. Timomina, I.L. (2017), "Industry 4.0 in Japan: Trends and Prospects", *Vostochnaja analitika*. No. 1–2, pp. 90–94.
8. MIT Technology Review (2017), "50 Smartest Companies", available at: <https://www.technologyreview.com> (accessed: 04 November 2019).
9. Fortune Global 500 (2018), available at: <https://fortune.com/global500/2018/search> (accessed: 04 November 2019).
10. Forbes (2019), "Digital Industry 4.0", available at: <https://www.forbes.ru> (accessed: 05 November 2019).
11. The official site of Association of Industrial Automation Enterprises of Ukraine (2019), available at: <https://appau.org.ua> (accessed: 05 November 2019).
12. The World Bank Data (2019), "High-technology exports", available at: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD> (accessed: 05 November 2019).

Voitko Serhii, Tkach Victoriia

*National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

THE FIRST PRACTICES OF INDUSTRY 4.0 PRINCIPLES IMPLEMENTING IN INDUSTRY AND SERVICES

The article examines the first attempts of implementing Industry 4.0 principles into businesses around the world. It is determined that the use of technology inherent in Industry 4.0 enables manufacturing companies to avoid disruptions in work, reduce idle time by 50 percent in average and increase production by 20 percent. Since Germany was the "originating point" of Industry 4.0, a description of the first automation and diffusion projects began from this country since 2011. The article provides information on German projects such as RES-COM, which works on the automated storage of resources through tightly coupled and integrated systems in the context of Industry 4.0, CyPros – a project for the study and development of cyber physical systems modules for industrial and logistics systems in the industry, and a digital copy of the German concern Siemens AG, 2011, 2012 and 2013 years respectively. The article further describes the spread of the industrial boom to all developed countries, primarily the United States of America. Successful experimental US startups such as Oculus – a special design in Virtual Reality in 2012, and the Lighthouse factory for special sportswear design in 2016, have been analyzed. The activity of Japanese enterprises in the field of Industry 4.0 is also analyzed on the example of Omron, SEIREN CO. and Daikin companies. The ratings of the most high-tech companies according to the MIT Technology Review and Fortune Global 500 are presented and analyzed. It is found that in both lists US companies are not only leading, but also holding the majority. According to MIT Technology Review, China and Denmark were also ranked in top 15, and according to the Fortune Global 500 Japan, the Republic of Korea, Taiwan and China were also included in top 15. In Ukraine, industry development was divided into four periods. It was found that the process of active industry automation and digitization, significant growth in investment in new technologies and mass production of Industry 4.0 products in Ukraine had not yet begun, while enterprises across the industrial world have been doing it for the last 8 years.

Key words: Industry 4.0, project, startup, High-Tech companies, Germany, Ukraine.

JEL classification: L64.