

УДК 339.97

JEL Classification Code: F01, F23, C13

Скоробогатова Н. Є.

*к.е.н., доцент, Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Руденко Т. Ю.

*студентка факультету менеджменту та маркетингу
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

ВПЛИВ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНДУСТРІЇ 4.0 НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

У статті досліджено сутність концепції Індустрія 4.0 та наведено характеристику основних інструментів даного етапу промислової революції, а саме: кіберфізичні системи, інтернет речей, великі дані, розумне підприємство, управління життєвим циклом товару, хмарні обчислення, розумні міста, адитивне виробництво тощо. Обґрунтовано необхідність впровадження інноваційних технологій для забезпечення ефективної діяльності підприємств. Охарактеризовано етапи реалізації цифрової системи управління виробництвом як бази для подальшого використання інструментів Індустрії 4.0. Систематизовано вигоди та проблеми від впровадження технологій Індустрії 4.0 у розрізі кожного інструменту. Визначено, що основними проблемами впровадження є потреба у забезпеченні кібербезпеки, наявність необхідного обладнання та програмних засобів, підготовка відповідних фахівців, нечітке розуміння менеджерами перспектив та наявних переваг, високі витрати на впровадження тощо. Водночас, впровадження інноваційних технологій Індустрії 4.0 дозволяє підвищити ефективність діяльності підприємств за рахунок скорочення виробничого циклу, скорочення поточних витрат та браку, підвищення якості продукції та після продажного обслуговування з врахуванням індивідуального підходу, оновлення матеріально-технічної бази підприємства та підвищення рівня його конкурентоспроможності.

Ключові слова: інноваційні технології; Індустрія 4.0; ефективність; діяльність підприємства; збалансований розвиток.

Постановка проблеми. Ефективна діяльність підприємства є результатом реалізації ґрунтовно розробленої стратегії його розвитку. Інструментом результативного вирішення даної стратегії має стати інноваційна стратегія, орієнтована на створення технологічних змін, постійне вдосконалення процесу управління та забезпечення високої якості продукції. Застосування та впровадження концепції Індустрії 4.0 дозволить підприємствам досягти нового рівня за рахунок підвищення ефективності технологічних процесів, покращення якості вироблюваної продукції й після продажного обслуговування та інших аспектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями підвищення ефективності діяльності та рівня конкурентоспроможності підприємств приділяли увагу такі вчені, як А. Демент'єва, А. Дунська, С. Задорожна, А. Кваско, Н. Коваленко, А. Піддубна, І. Піддубний, М. Портер, Ю. Мануйлович, Р. Фатхутдінов, О. Харін, Б. Шлюсарчик. Дослідженню концепції Індустрія 4.0 присвячені роботи М. Вальднера В. Вальстера, С. Войтка, Ф. Герберта, М. Коха,

М. Лоренца та інших науковців. Проте не зважаючи на велику кількість наявної теоретико-методологічної бази, що досліджує вищезазначені явища та процеси, потреба у визначенні напрямів підвищення рівня ефективності діяльності підприємств в умовах інтенсивного розвитку глобального господарства зумовлює актуальність обраної тематики дослідження.

Метою дослідження є розвиток науково-прикладних положень щодо підвищення ефективності діяльності підприємств на основі застосування інноваційних технологій Індустрії 4.0.

Виклад основного матеріалу. Індустрія 4.0 визначає принципово новий засіб підвищення ефективності діяльності підприємств, який використовує інтеграцію «Cyber-physical system» (CPS) у виробничі процеси та у функціонування продукції. Основні інструменти Індустрії 4.0 наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика основних інструментів Індустрії 4.0

Компонент	Характеристика
Кіберфізичні системи (cyber-physical systems – CPS)	Це концепція взаємодії датчиків, обладнання та інформаційних систем один з одним для прогнозування, самонастроювання і адаптації до змін під час виробничого процесу
Інтернет речей (Internet of Things)	Інтернет використовується не тільки для обміну інформацією між людьми, але і між будь-якими «речами», обладнанням, машинами та пристроями. Можна визначити як мережу, в якій кіберфізичні системи взаємодіють один з одним через унікальні схеми адресації. З одного боку, речі, забезпечені датчиками, можуть обмінюватися даними та обробляти їх без участі людини. З іншого боку, людина може активно брати участь у цьому процесі
Великі дані (Big Data)	Група технологій та методів, за допомогою яких аналізують та обробляють величезну кількість даних, як структурованих так і неструктурованих, для отримання якісно нових знань. Якщо підсумувати, то це інформація, що не піддається обробці класичними способами через її величезний об'єм. Включає основних категорій: <ul style="list-style-type: none"> - Volume (обсяг) – величина фізичного обсягу даних - Velocity (швидкість) – швидкість приросту обсягу даних - Variety (різноманіття) – одночасна обробка різних типів даних, структурованих і неструктурованих.
Розумне підприємство (Smart Factory)	В основі концепції – з'єднання окремих етапів (операцій) виробничого процесу, від стадії проектування виробів і планування використання виробничих ресурсів до виконавчих механізмів. Можна визначити як підприємство, на якому кіберфізичні системи спілкуються через «Інтернет речей» і допомагають людям і механізмам виконувати свої завдання.
Управління життєвим циклом товару (Product Lifecycle Management – PLM)	Комплекси предметно-орієнтованого прикладного програмного забезпечення, також мають загальну назву PLM-системи, призначені для структурування масиву даних і автоматизації управління фізичними та

Продовження табл. 1

Компонент	Характеристика
	інформаційними процесами протягом всього життєвого циклу виробу. Матеріальне-технічне забезпечення, виробництво, експлуатація, утилізація та всі супутні процеси відбуваються у фізичному просторі, їм відповідають процеси, що відбуваються в інформаційному просторі та протікають в комп'ютерних системах.
«Розумні міста» (Smart City)	Передбачається впровадження інтерактивних технологій і програмних комплексів для забезпечення організації життя в сучасному місті. Оцінюється економне споживання комунальних і енергетичних ресурсів, що сприяють підвищенню стану навколишнього середовища, підвищенню якості постачання та безпеки населення.
Clouding computing (хмарні обчислення)	Це інтернет клієнт-серверна архітектура, де чисельні застосунки (додатки) та сервіси мають свій хостинг та надаються через Інтернет, замість того, щоб утримувати в себе всю необхідну інфраструктуру, сервісне програмне забезпечення та обслуговуючий персонал.
3D-друк (адитивне виробництво)	Процес виготовлення фізичних об'єктів з допомогою 3D моделювання та друку.

Складено та систематизовано авторами на основі [1, 2]

Багато із цих інструментів вже давно успішно застосовані та функціонують на практиці, але саме об'єднання їх в самостійну цілісну систему дозволяє продуктивно розвивати концепцію Індустрії 4.0 і забезпечити новий рівень ефективності виробництва і додатковий дохід за рахунок використання цифрових технологій. Даний підхід виведе виробників на нову арену з більш конкурентоспроможними фірмами та сприятиме зростанню ефективності та конкурентоспроможності національного виробництва.

В сучасних умовах, коли не існує постійних та однакових запитів з боку споживачів, промислове виробництво повинно швидко адаптуватися до цих змін та бути гнучким. Тому їх можливо досягнути лише шляхом радикальних нововведень у технології виробництва. Підхід до успішної реалізації концепції Індустрії 4.0 першочергово вимагає компетенцій в сфері інновацій.

Якщо відштовхуватися від джерел виникнення цієї концепції, саме на промислових підприємствах було вперше впроваджено й застосовано її. Вже існує практика та результати в іноземних компаніях, саме тому підприємства цього сектору мають найбільший потенціал.

Автомеханізовані машини в контексті Індустрії 4.0 являють собою кіберфізичні системи, саме поєднання фізичних систем з компонентами інформаційно-комунікаційних технологій. Вони є автономними системами, які можуть приймати власні рішення на основі алгоритмів машинного навчання і збору даних в режимі реального часу та результатів аналітичних досліджень [3]. В Індустрії 4.0 елементи виробництва мають, крім свого фізичного представлення, також віртуальну ідентифікацію, а вся інформація, що надходить, зберігається в хмарі даних. Автомеханізовані машини, вироби та підприємства

підключаються і об'єднуються через Інтернет Речей (Internet of Things) на базі бездротової мережі. Важливим є взаємодія людей – необхідність викликана тим, що деякі виробничі процеси досить неструктуровані для повної автоматизації.

Взагалі, впровадження інструментів Індустрії 4.0 – досить довгий та складний процес, але потрібний для ефективного функціонування, який повинен стати частиною діяльності стратегії розвитку підприємства. Щоб правильно реалізувати концепцію, необхідно мати алгоритм оцінювання готовності підприємства. Необхідно оцінити виробничо-технологічну базу підприємства, що дозволить виявити рівень його виробничо-технологічної зрілості і допоможе сформулювати стратегію розвитку (можливо підвищення рівня технологічної зрілості), а також спланувати алгоритм досягнення цілей. Одним із ключових критеріїв покращення рівня технологічної зрілості промислового підприємства є рівень впровадження елементів цифрової системи управління виробництва (ЦСУВ) [1]. Залежно від рівня технологічної готовності фахівці виділяють наступні етапи впровадження даної системи (табл. 2):

Таблиця 2 – Етапи впровадження ЦСУВ на підприємстві

№	Програмне забезпечення	Найменування етапу	Примітки
1	Системи автоматизованого проектування (CAD/ CAM/ CAE)	впровадження систем автоматизованої розробки конструкторської і технічної документації	ефективності передачі даних і результатів конкретного поточного етапу відразу на всі наступні етапи
2	Система управління даними про виріб (PLM)	впровадження системи електронного документообігу	забезпечення стеження і планування у виробництві
3	Система управління виробничими процесами (MES)	впровадження ЦСУВ на рівні цеху	забезпечення стеження і планування у виробництві
4	Система планування ресурсів підприємства (ERP)	впровадження ЦСУВ на рівні підприємства	рішення приймаються керівниками на підставі оперативної і достовірної інформації, отриманої з ЦСУВ
5	Система «Індустріального Інтернету речей» (ІоТ)	інтеграція обладнання та програмного забезпечення в єдиний інформаційний простір	прийняття управлінських рішень на підставі інформації про процес виробництва в режимі реального часу

Складено на основі [1]

Поєднання даних ідей в одній концепції робить Індустрію 4.0 перспективним напрямком розвитку промисловості, що відкриває великі можливості підприємствам, які впровадили її першими. Потенційні вигоди та проблеми впровадження інструментів Індустрії 4.0 систематизовано у табл. 3.

Узагальнення вищезазначеного дає змогу стверджувати, що визначення ефекту від впровадження технологій Індустрії 4.0 є важливим критерієм в управлінні підприємством, а ґрунтовний аналіз допомагає досягти збалансованого розвитку.

Таблиця 3 – Вигоди та проблеми від впровадження інструментів Індустрії 4.0

Інструменти Індустрії 4.0	Проблеми впровадження	Вигоди від впровадження
Кіберфізичні системи (cyber-physical systems)	необхідність створення межі конфіденційності: через розширення масштабу та обсягу взаємодії між фізичними та обчислювальними системами, виникає проблема у забезпеченні безпеки даних, що надходять, зібрані, так і збережені для використання; відсутність інструментів, що дозволяють видаляти персональну інформацію перед обробкою даних системою	дана система замінює собою людську працю, які, в свою чергу, в новій виробничій діяльності будуть допомагати людині справлятися з дедалі більшою складністю стоять перед ним виробничих завдань
Інтернет речей (Internet of Things)	незахищеність «розумної» техніки від вірусів; складність забезпечення приватності даних; для витримки нового рівня впровадження технологій необхідно капітальні інвестиції в розробку всієї необхідності для інфраструктури	ключові компоненти забезпечуються різними датчиками, виконавчими механізмами і контролерами; зібрані дані обробляються і надсилаються до відповідних служб підприємства, що дозволяє персоналу оперативно приймати обґрунтовані рішення
Великі дані (Big Data)	конфіденційність – як і в попередніх технологіях є загроза у безпеці даних; недостатня кількість спеціалістів для впровадження та управління «Великими даними», їх постійний аналіз та великі затрати; підприємство не готово впровадити технологію	величезні обсяги інформації, що накопичуються в результаті «оцифрування» фізичного світу, ефективно оброблені комп'ютерами, із застосуванням хмарних обчислень і технологій штучного інтелекту. В результаті – контроль процесу оброблених даних, максимально зручні для аналізу і ухвалення рішення
Розумне підприємство (Smart Factory)	неповне розуміння перспектив і всіх наявних можливостей; значні витрати на технології через відсутність необхідного капіталу або інвестицій	забезпечує високу якість і економічні переваги в порівнянні з класичними системами виробництва; підприємства засновані на таких якостях, як швидка адаптація, гнучкість;
Управління життєвим циклом товару (Product Lifecycle Management)	висока вартість володіння даною технологією; довгий період впровадження	виробниче обладнання, отримуючи відомості із зміненими вимогами, коригуватиме технологічний процес; виробничі системи здатні до самооптимізації, що дозволить значно підвищити гнучкість виробництва та знизити собівартість продукції

Продовження табл. 3

Інструменти Індустрії 4.0	Проблеми впровадження	Вигоди від впровадження
«Розумні міста» (Smart City)	технологічна проблема модернізації; нерозвинена інфраструктура інформаційно-комунікаційних технологій та знос і моральна застарілість міської інфраструктури	повна автоматизація міст, контроль всіх сфер життя, використання альтернативних джерел енергії; економія витрат міста та заощадження коштів за рахунок ощадливого використання ресурсів.
Clouding computing (хмарні обчислення)	користувач не завжди може використовувати програмне забезпечення під індивідуальні потреби; щоб створити власну «хмара» будуть потрібні великі витрати, що недоцільно для нових підприємств; небезпека конфіденційності даних	скорочення витрат на придбання комп'ютерів, відсутність необхідності оплачувати роботу ІТ-фахівцям для їх обслуговування; високий рівень технологічності обчислювальних потужностей дозволяє аналізувати і обробляти дані; інформація доступна з будь-якого пристрою
3D-друк (адитивне виробництво)	високі початкові інвестиції в програмне забезпечення; значні зусилля у розробці програм та технологічних параметрів – конструкція матеріалу потребує великих знань, а для виготовлення якісних деталей потрібна машина для виготовлення додаткових матеріалів; високе споживання енергії – приблизно в 50-100 разів більше; матеріали 3D-друку обмежені	скорочення термінів і вартості запуску виробу у виробництво завдяки відсутності необхідності в спеціалізованій інструментальній оснащенні та оперативність змін в проекті на етапі виробництва; скорочення витрат і відходів виробництва, екологічність; можливості для спрощення логістики, скорочення часу поставок, зменшення обсягів складських запасів

Складено на основі [3; 4; 5; 6]

Висновки. В результаті проведеного дослідження визначено основні інструменти Індустрії 4.0: кіберфізичні системи, інтернет речей, великі дані, розумне підприємство, управління життєвим циклом товару, хмарні обчислення, розумні міста, адитивне виробництво тощо. Доведено, що запровадження даних технологій дозволяє підвищити ефективність діяльності підприємств.

Елементами новизни роботи є систематизація переваг та проблем від впровадження кожного з інструментів Індустрії 4.0, що дозволить підприємствам розробити стратегію збалансованого розвитку для забезпечення їх ефективної діяльності.

Список використаних джерел

1. Коробенков А. Цифровая система управления производством – важный шаг к Индустрии 4.0 / А. Коробенков. // Вектор высоких технологий. – 2016. – №6. – С. 32–35.
2. Юрчак О. Глосарій термінів – для тлумачення ландшафту 4.0 [Електронний ресурс] / О. Юрчак // Індустрія 4.0 в Україні – Режим доступу до ресурсу: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2017/07/06/>.

3. Асоціація Підприємств Промислової Автоматизації України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://appau.org.ua>.
4. Дзанни А. Киберфизические системы и разумные города [Електронний ресурс] / А. Дзанни // IBM Developer – Режим доступу: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/index.html>
5. Большие данные несут большой успех [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.accenture.com>.
6. Цифрова трансформація бізнесу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/industry-4>.

References

1. Коробенков А., 2016. Цифровая система управления производством – важный шаг к Индустрии 4.0. *Вектор высоких технологий*, 6 (27), С. 32-35.
2. Юрчак, О., 2017. Глосарій термінів – для тлумачення ландшафту 4.0. *Індустрія 4.0 в Україні*, [online] Доступно: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2017/07/06/> [Дата звернення 10 травня 2019].
3. Асоціація Підприємств Промислової Автоматизації України, 2019. [online] (Останнє оновлення 26 Липня 2019) Доступно: <https://appau.org.ua>. [Дата звернення 25 травня 2019].
4. Дзанни А., 2015. Киберфизические системы и разумные города. *IBM Developer*. [online] Доступно: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/index.html> [Дата звернення 20 травня 2019].
5. Большие данные несут большой успех, 2014. [online] (Останнє оновлення 10 Квітня 2014) Доступно: <https://www.accenture.com>. [Дата звернення 10 травня 2019].
6. Цифрова трансформація бізнесу, 2018. [online] (Останнє оновлення 15 Червня 2019) Доступно: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/industry-4>. [Дата звернення 20 травня 2019].

Скоробогатова Н. Е.

*к.э.н., доцент, Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Руденко Т. Ю.

*студентка факультету менеджмента и маркетинга
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0 НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье исследована сущность концепции Индустрия 4.0 и приведена характеристика основных инструментов данного этапа промышленной революции, а именно: киберфизические системы, интернет вещей, большие данные, разумное предприятие, управление жизненным циклом товара, облачные вычисления, умные города, аддитивное производство и т.д. Обоснована необходимость внедрения инновационных технологий для обеспечения эффективной деятельности предприятий. Охарактеризованы этапы реализации цифровой системы управления производством как базы для дальнейшего использования инструментов Индустрии 4.0. Систематизированы выгоды и проблемы от внедрения технологий Индустрии 4.0 в разрезе каждого инструмента. Определено, что основными проблемами внедрения являются потребность в обеспечении кибербезопасности, наличие необходимого оборудования и программных средств, подготовка соответствующих специалистов,

нечеткое понимание менеджерами перспектив и имеющихся преимуществ, высокие затраты на внедрение и т.д. В то же время, внедрение инновационных технологий Индустрии 4.0 позволяет повысить эффективность деятельности предприятий за счет сокращения производственного цикла, сокращение текущих расходов и брака, повышения качества продукции и послепродажного обслуживания с учетом индивидуального подхода, обновление материально-технической базы предприятия и повышения уровня его конкурентоспособности.

Ключевые слова: инновационные технологии; Индустрия 4.0; эффективность; деятельность предприятия; сбалансированное развитие.

Skorobogatova N. Ye.

*PhD of Economic sciences, Associate Professor
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute*

Rudenko T. Yu.

*Student of the Faculty of Management and Marketing,
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute*

THE INFLUENCE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF INDUSTRY 4.0 ON THE EFFICIENCY OF ENTERPRISES

The essence of the concept Industry 4.0 was investigated in the article. They also described the main tools of this stage of the industrial revolution, namely: cyberphysical systems, the Internet of things, big data, smart enterprise, product lifecycle management, cloud computing, smart cities, additive manufacturing, etc. The necessity of introducing innovative technologies to ensure the efficient operation of enterprises was substantiated. The stages of the implementation of the digital production management system as a basis for the further use of tools of Industry 4.0 are described. The benefits and problems of introducing Industry 4.0 technologies in the context of each tool were systematized. It was determined that the main problems of implementation are the need to ensure cybersecurity, the availability of the necessary equipment and software, the training of relevant specialists, the managers have a poor understanding of the prospects and existing advantages, high implementation costs, etc. At the same time, the introduction of innovative technologies of Industry 4.0 allows to increase the efficiency of enterprises by reducing the production cycle, reducing current costs and marriage, improving product quality and after-sales service, taking into account an individual approach, updating the material and technical base of the enterprise and increasing its competitiveness.

Keywords: innovative technologies; Industry 4.0; efficiency; activity of the enterprise; balanced development.

Скоробогатова Н. Є.

nskorobogatova@ukr.net

Руденко Т. Ю.

tanyarudenko9526@gmail.com