

Кириченко О.С.,
кандидат економічних наук,
доцент кафедри управлінських технологій,
Університет економіки та права «КРОК»

Kyrychenko Oksana,
Candidate of Economic Sciences,
Assistant Professor of Management of Technology,
University of Economics and law «KROK»

ВИЗНАЧАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ЗАСАДИ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ, ЇХ СУТНІСТЬ ТА ВПЛИВ НА ПРОМИСЛОВИЙ РОЗВИТОК

Кириченко О.С. Визначальні тенденції та засади Четвертої промислової революції, їх сутність та вплив на промисловий розвиток. У статті досліджено визначальні тенденції та засади Четвертої промислової революції, їх сутність та вплив на промисловий розвиток. Визначено, що Четверта промислова революція є трансформацією, переходом на новий рівень соціально-економічних систем. Досліджено, що визначальні тенденції та засади Четвертої промислової революції передбачають широке застосування ІТ-технологій, створення кіберфізичних комплексів «розумного виробництва», розбудову нових, загальних цифрових екосистем та радикальну зміну суспільно-економічного життя. Визначено, що впровадження ключових чинників «Індустрії 4.0.» здатне радикально змінити не лише процеси виробництва та функціонування промисловості, а й структуру економіки країни, з масштабним розвитком високотехнологічних галузей виробництва та масовим упровадженням адитивних технологій та інтелектуалізацію виробничих процесів.

Ключові слова: Четверта промислова революція, кіберфізичні системи, Індустрія 4.0., цифровізація, розумне виробництво, промисловий розвиток.

Кириченко О.С. Определяющие тенденции и основы Четвертой промышленной революции, их сущность и влияние на промышленное развитие. В статье исследованы определяющие тенденции и основы Четвертой промышленной революции, их сущность и влияние на промышленное развитие. Определено, что Четвертая промышленная революция является трансформацией, переходом на новый уровень социально-экономических систем. Исследовано, что тенденции и основы Четвертой промышленной революции предполагают широкий спектр применения ИТ-технологий, создание киберфизических комплексов «умного производства», построение новых цифровых экосистем и радикальное изменение общественно-экономической жизни. Определено, что внедрение ключевых факторов «Индустрии 4.0.» радикально меняет не только процессы производства и функционирование промышленности, но и структуру экономики страны, с масштабным развитием высокотехнологических отраслей производства и массовым внедрением аддитивных технологий, интеллектуализацией производственных процессов.

Ключевые слова: Четвертая промышленная революция, киберфизические системы, Индустрия 4.0., цифровизация, умное производство, промышленное развитие.

Kyrychenko Oksana. Important trends and fundamentals of the fourth industrial revolution their essence and impact on industrial development. The article examined the important trends and fundamentals of the fourth industrial revolution the essence of their impact on industrial development. Determined that the Fourth industrial revolution is the transformation, transition to a new level of socio-economic systems. It is investigated that the purpose of the fourth industrial revolution is the Elimination of the boundaries between the physical, digital and biological spheres of human development. Determined that the trends and fundamentals of the fourth industrial revolution include the widespread use of IT technologies, creating digital complexes building new common digital ecosystems and radical change in the socio-economic life. Determined that the Fourth industrial revolution is based on the list of the basic principles of its implementation, the following principles are the principles: compatibility, transparency, decentralization and support management decisions through the delegation of some of the them kiberfizičnim systems. Determined that the implementation of the key factors of the industry 4.0. can drastically change production processes and functioning of industry and the structure of the economy, large-scale development of high-tech industries and the massive introduction of new technologies, complex production processes. Determined that the major trends of the fourth industrial revolution are: industries associated with the development of biotechnology, new sources of energy, information technology and atomically-precise manufacturing; intensive type of development; the complexity of the sources of financing, investing, as State funding and venture financing and internal investment due to active use of internal resources and potential of the business; priority technological information, communication, production, management of innovation. As well as the development of new digital models of the

economy; structural changes in the economy with the growth of the share of high technology industries; the growth of the State's role in global coordination and interaction; the formation and development of the companies and a further increase in the level of integration of production; the implementation of public education programs with the creation of the centers of development, human capital, technology transfer; development of innovative, digital infrastructure and communications, and others.

Key words: the fourth industrial revolution, digital systems, the industry 4.0, digital industry, intelligent production, industrial development.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Останнє десятиліття відзначається появою та активним розвитком цифрових технологій, комунікацій, глобальних та локальних інформаційних мереж. Унаслідок цих процесів відбувається широке впровадження інформаційних технологій, що вдосконалюються та активно інтегруються в усі сфери функціонування суспільства, охоплюючи не тільки виробничо-промислові чи економічні, а й суспільні, освітні, соціальні, культурні процеси. Накопичення цих тенденцій, процесів та відповідних змін, поява низки радикальних технологічних інновацій у сфері інформаційних, цифрових технологій, висока динаміка змін – усе це призвело до початку значних трансформацій в інформаційних, економічних, суспільних системах, формування нових концепцій розвитку на наступні десятиліття провідними технологічно розвиненими країнами світу та визначення цих явищ та процесів як Четвертої промислової революції. Водночас тенденції та прояви Четвертої промислової революції здійснюють значний вплив на функціонування й розвиток промисловості економіки країни, радикально змінюючи їх, а проблематика цих проявів та тенденцій залишається недостатньо вивченою та потребує проведення подальших наукових досліджень.

Огляд (аналіз) останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Питання визначальних тенденцій та засад Четвертої промислової революції, їх сутності та впливу на промисловий розвиток детально та глибоко досліджували у своїх працях О. Жулин, О. Карташова, С. Куйбіда, С. Ілляшенко, Н. Ілляшенко, Л. Потравка, А. Ромашкин, І. Матющенко, Л. Мельник, Ю. Шипуліна, М. Якимчук та інші науковці.

Формування завдання дослідження. Метою статті є дослідження визначальних тенденцій та засад Четвертої промислової революції, їх сутності та впливу на промисловий розвиток.

Вклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Формування нового типу економіки та сутність Четвертої промислової революції вперше було обґрунтовано засновником та виконавчим головою Всесвітнього економічного форуму в Давосі (WEF) Клаусом Швабом та характеризувалося як трансформація, перехід на новий рівень соціально-економічних систем. Зазначалося, що в умовах Четвертої промислової революції перетворення в різних сферах діяльності (економічній, соціальній, інституційній чи політичній) здійснюватиметься зі зростанням темпів та ущільненням взаємозв'язків, що нарощуватиме необхідність зростання стійкості та адаптації власти-

востей існуючих соціально-економічних систем до нових умов та викликів, оскільки в цей період цивілізаційного розвитку очікується формування нового типу мислення на засадах рівності штучного та людського інтелекту [1, с. 214]. Науковцями акцентується увага на посиленні впливу чинників зовнішнього середовища, що несе в собі нові додаткові загрози економічному функціонуванню технологічно відсталих країн із домінуванням низько- та середньотехнологічного чи аграрного виробництва. Внаслідок цього зростатиме техніко-технологічний і водночас соціально-економічний розрив між економічними системами країн, що продукують нові технології і першими увійдуть у зону дії Четвертої промислової революції, і країнами, що здійснюватимуть переважно залучення інновацій за умов можливості їх використання, як із погляду політичних чинників, так і внаслідок неготовності власних техніко-технологічних баз та потужностей до значних трансформаційних процесів. Науковцями наголошується на необхідності техніко-технологічної модернізації промисловості як невід'ємного процесу підготовки та адаптації національних економічних систем, промисловості до функціонування в умовах Четвертої промислової революції.

Метою Четвертої промислової революції є усунення меж між фізичною, цифровою та біологічною сферами розвитку людства [2, с. 34]. Зазначимо, основою досягнення такою мети є інтелектуалізація, цифровізація, роботизація виробничих процесів, розвиток штучного інтелекту та робототехніки, нанотехнологій, адитивних технологій та їх масове застосування.

Як уже зазначалося, Концепція Четвертої промислової революції була проголошена в 2011 р. з ініціативи групи німецьких учених та промисловців на чолі з Ч. Грифдстаффом (Siemens PLN Software) та отримала назву «Індустрія 4.0.», а її метою було зростання конкурентоспроможності промисловості Німеччини з широким застосуванням у виробничих процесах «кіберфізичних систем» [3, с. 12]. Таким чином, було сформовано перші теоретико-прикладні засади формування та впровадження інтегрованих інтелектуальних процесів і продуктів зі створенням та використанням значних масивів наукових, інформаційних даних у забезпеченні виробничих, суспільних, наукових, освітніх процесів та зміною систем виробництва.

Основою «Індустрії 4.0.» є розбудова «розумного виробництва» та застосування передових виробничих технологій (ПВТ), що, на думку І. Матющенко, включатиме такі основні стратегічні напрями, як: упровадження систем контролю виробничих процесів; багатомірне моделювання продукції та кастомізація об'єкта і його модифікація із метою індивідуального та дрібносерійного виробництва; розвиток інтелектуальних систем управління виробництвом та роботизація

виробничих процесів; розвиток Інтернету речей; впровадження систем створення та вирощування об'єктів із застосуванням технологій 3D-друку та інфузійних технологій; створення та застосування нових композиційних матеріалів із властивостями, необхідними для створення малорозмірних структур, та ін. [4, с. 24-25]. Отже, впровадження передових виробничих технологій засноване на використанні інформатизації, інтеграції, когнітивізації та індивідуалізації як виробничих технологій, обладнання, так і виробничих процесів та самих вироблених продуктів дасть змогу значно підвищити конкурентоспроможність продукції, послуг та окремих секторів і забезпечить зростання продуктивності функціонування національної економіки, оптимізує процеси економічного відтворення та використання ресурсів.

Реалізація концепції «Індустрії 4.0.» потребує впровадження «розподіленого виробництва», сутністю якого, за дослідженням А. Ромашкіна, є розбудова виробничих комплексів, в яких виробничі операції будуть здійснюватися окремими учасниками, що формуватимуть спільний виробничий технологічний ланцюжок. Об'єднання таких ланцюгів в єдиний технологічний комплекс буде здійснюватися завдяки створенню транзакційної компанії, що забезпечуватиме функції системного інтегратора в рамках спільного процесу «розумного виробництва» [5, с. 57]. Зазначимо, що однією з провідних ідей «розумного виробництва» є використання цифрової інформатизації та цифровізація логістичних процесів і, таким чином, розбудова логістичних мереж та розподіл процесів виробництва в рамках видозміненого інтегрованого ланцюга виробництва. Фактично це дасть змогу перейти на новий рівень кооперації та оптимізації процесів виробництва, який успішно реалізується на протязі останніх десятиліть у Німеччині та інших розвинених країнах світу в межах розбудови та формування інноваційно-промислових кластерів, й у цьому контексті концепція «розумного виробництва» виступає логічним продовженням, новим рівнем застосованих стратегій оптимізації техніко-технологічного розвитку, промислового відтворення, зростання технологічності та ефективності виробництва національних інноваційних продуктів і водночас зростанням ролі та значення практичної реалізації взаємодії наукової інноваційної сфери та виробництва в новому цифровому просторі.

Як зазначають науковці, «розумні заводи» та роботизоване виробництво будуватимуться із застосуванням: глобальної автоматизації процесів виробництва починаючи від прикладних досліджень та НДДКР; цифрового проектування виробу; спільної роботи інженерів у цифровому конструкторському бюро щодо нового продукту; віддаленого налаштування обладнання для його випуску під технологічні особливості параметри нового інноваційного «розумного продукту»; автоматичного замовлення матеріалів та комплектуючих у необхідних для виробництва обсягах; контролю постачання та контролю подальшого переміщення і просування готового продукту до споживачів [4, с. 24-25]. Вони стануть практично повністю автоматизованими системами, що матимуть віддалене управління та охоплюватимуть етапи створення, виробництва, реалізації продукту, та активно інтегрованими

у зовнішнє цифрове середовище. Внаслідок цього зазначені виробничі системи матимуть потужний як внутрішній, так і зовнішній рівень інтеграції й потребуватимуть для свого ефективного функціонування сумісності технологій та технологічного рівня зовнішніх систем. На нашу думку, проблема такої сумісності може бути однією з найбільш вагомих для просування та розвитку «розумного виробництва» в майбутньому, оскільки в сучасних умовах техніко-технологічний рівень виробничих потужностей та виробничих систем сучасних підприємств значно відрізняється за рівнем техніки та технологій, що використовуються.

На думку Л. Мельник, сутністю Четвертої промислової революції є розвиток та злиття автоматизованого виробництва, обмін даними та виробничими технологіями та їх поєднання в загальну саморегульовану систему, що функціонуватиме за умови найменшого втручання і відсутності людського втручання в процес виробництва [6, с. 27-29]. Йдеться про трансформацію сучасних виробничих систем промислового виробництва в нові автоматизовані та інтегровані виробничі комплекси «розумного виробництва», що включатимуть фактично повну автоматизацію внутрішніх виробничих процесів і водночас матимуть значну інтеграцію в загальні економічні системи завдяки взаємодії з іншими системами.

Основою технологій «Індустрії 4.0.» є так звані чинники Smart TEMT, що включають розумні технології, розумне середовище, розумне виробництво та розумні продукти [7, с. 25]. Таким чином, «Індустрія 4.0.» являє собою не окремий процес, а системне явище з одночасною дією та взаємодією в інтегрованому інформаційно-виробничому та суспільно-економічному просторі процесів впровадження нового розумного виробництва із застосуванням розумних технологій виробництва, нових матеріалів, забезпечуючи випуск нових розумних продуктів, що все разом забезпечуватиме створення розумного середовища не лише у сфері виробництва, а й у сфері формування та функціонування внутрішнього ринку, його секторів та інтегрування взаємодії в зовнішньому ринковому середовищі.

Загалом термін «Індустрія 4.0.» використовується як синонім Четвертої промислової революції, оскільки широке застосування ІТ-технологій, створення кіберфізичних комплексів «розумного виробництва», цифрова індустріалізація є основою розбудови нових загальних цифрових екосистем та радикальної революційної зміни суспільно-економічного життя.

Упровадження ключових чинників «Індустрії 4.0.» здатне радикально змінити не лише процеси виробництва та функціонування промисловості, а й структуру економіки країни з масштабним розвитком високотехнологічних галузей виробництва, одночасним динамічним розвитком секторів малого та середнього бізнесу підприємництва, масовим впровадженням адитивних технологій та інтелектуалізації процесів.

Четверта промислова революція як нова філософія виробництва будується на основі переліку базових принципів її впровадження. За дослідженням Л. Мельник, такими є принципи сумісності, прозорості, технічної підтримки та децентралізації управлінських рішень завдяки делегуванню деяких із них кіберфізичним системам [6, с. 86]. Так, принцип сумісності передбачає передусім здатність обладнання пристроїв,

гаджетів та персоналу здійснювати обмін інформацією та взаємодіяти через мережі Інтернет та Інтернет речей. Принцип прозорості уособлює здатність створення у віртуальному просторі копії реальних систем. Принцип децентралізації управлінських рішень та делегування частини з них кіберфізичним системам полягає у повній максимальній автоматизації операцій, де людина може бути замінена машиною. Дещо інше бачення принципів «Індустрії 4.0.» викладено у моделі нової структурної формації національної економіки в умовах впливу Четвертої промислової революції, яка розроблена та запропонована С. Куйбідою. За моделлю автора основними принципами, на засадах яких здійснюється нове індустріальне провадження, є SMART-принципи: інтерактивності, глобальності, науковості, комплексності, обґрунтованості, динамічності та неперервного розвитку [8, с. 201]. Таким чином, науковцем значно розширено межі розуміння принципів засад розбудови «Індустрії 4.0.», що вийшли за межі техніко-технологічних особливостей та параметрів, та запропоновано принципи щодо формування теоретико-методологічного підґрунтя структурної перебудови національної економіки в умовах впливу Четвертої промислової революції.

Досліджуючи визначальні тенденції та засади Четвертої промислової революції, слід відзначити, що в умовах дії нової промислової революції значно змінюватимуться структура і галузева спеціалізація промисловості та набудуть розвитку такі напрями, як нанотехнології, біотехнології, інформаційні технології, когнітивні технології, впровадження технологій конвергенції знань [9, с. 23]. Окремому увагу приділено безпосередньо технологіям «Індустрії 4.0.», основою яких є розвиток кіберфізичних систем із розбудовою розумного виробництва, розумного середовища, розумних продуктів, Інтернету речей та технологічної взаємодії кіберфізичних систем та розвиток атомарно-точного виробництва (АТВ) з індивідуалізацією процесів виробництва на атомарно-точному рівні.

У дослідженнях О. Жулина зазначається, що Четверта промислова революція відбуватиметься більш швидко та масштабно за попередні революції, внаслідок чого вона матиме системні наслідки, які змінять усю структуру виробництва та якісні й кількісні показники її функціонування швидше і масштабніше. Роботизація та автоматизація виробничих техноло-

гічних процесів, застосування штучного інтелекту у виробленні продукції радикально змінять структуру виробництва. Оцифровування та роботизація всіх сфер життя призведе до стирання меж між технологіями, людиною та природою [10, с. 99]. Зазначимо, що така технологізація всіх сфер життя як на рівні матеріального, так і на рівні фізичного функціонування можлива завдяки максимальній інтеграції процесів та функцій з однієї системи в інші. Таким чином, зазначені якісні та кількісні зміни матимуть радикальні системні наслідки не тільки зміни структури економіки виробництва і технологій, вони здані змінити існуючу систему суспільно-економічного життя.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Дослідження сутності, концептуальних засад Четвертої промислової революції, їх впливу на промисловий розвиток дало можливість для узагальнення визначальних тенденцій Четвертої промислової революції, до яких віднесено: галузеву спеціалізацію, пов'язану з розвитком біотехнологій, відновлювальних джерел енергії, робототехніки, інформаційних технологій та атомарно-точного виробництва; інтенсивний тип розвитку; комплексність джерел фінансування, інвестування, що включатимуть як державне бюджетне фінансування та венчурне фінансування, так і внутрішнє інвестування внаслідок активного використання внутрішніх ресурсів та потенціалу бізнесу; пріоритетність технологічних інформаційних, комунікаційних, виробничих, управлінських інновацій; розбудову нової цифрової моделі економіки; структурні зміни в економіці зі зростанням частки високотехнологічних галузей; зростання ролі держави у глобальній координації та організації взаємодії; формування і розвиток транзакційних компаній та подальшу інтеграцію виробництва; розбудову інфраструктури та комунікацій.

У формуванні нового типу організації структури виробництва велике значення має впровадження передових виробничих технологій. Це підкреслює вплив на структуру виробництва проривних технологій, які охоплюють технології заміщення; автоматизацію виробничого процесу; адаптацію виробництва до потреб замовника; локалізацію та зниження витрат; зростання економічної ефективності внаслідок економії використання ресурсів, зростання конкурентоспроможності та продуктивності продукції.

Список використаних джерел:

1. Потравка Л.О., Карташова О.Г. Теоретичні засади трансформації соціально-економічної системи України в умовах Четвертої промислової революції. *Економіка та суспільство*. 2018. № 14. С. 213-217.
2. Якимчук М.В. Четверта промислова революція та розвиток пакувальної індустрії. *Упаковка, обладнання*. 2017. № 1. С. 33-37.
3. Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report. The Industrie 4.0. Working Group; National Academy of Science and Engineering. 2011. 80 p.
4. Матющенко І.Ю. Розробка і впровадження конвергентних технологій в Україні в умовах нової промислової революції: організація державної підтримки : монографія. Харків : ФОРМ, 2016. 556 с.
5. Ромашкин А.Е. Распределённое производство. Состояние и перспективы развития. *Представительская власть*. 2007. № 3 (76). С. 56-63.
6. Мельник Л.Г. Четвёртая промышленная революция: предпосылки и содержание. *Актуальні проблеми економіки*. 2016. № 9 (183). С. 26-30.
7. Шипуліна Ю.С. Інноваційна культура як основа сприятливого середовища інноваційного розвитку організації: методичні засади оцінки. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2013. № 1. С. 236-246.
8. Куйбіда С. Теоретико-методологічні основи формування інструментів структурної перебудови національної економіки в умовах Четвертої промислової революції та глобалізації. *Ефективність державного управління*. 2017. Вип. 4 (53). С. 197-207.

9. Ілляшенко С.М., Ілляшенко Н.С. Перспективи та загрози Четвертої промислової революції та їх урахування при виборі стратегій інноваційного зростання. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2016. № 1. С. 11-21.
10. Жулин О.В. Перспективи та загрози соціально-економічного розвитку України в умовах Четвертої промислової революції. *Економіка та управління на транспорті*. 2017. № 4. С. 97-108.