

Піжук О. І.

## ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЯК ЗМІНА ПАРАДИГМИ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

*У статті розкрито зміст цифровізації як нового економічного явища, сформованого економікою знань, що кардинально відрізняється від економіки матеріального виробництва. Аргументовано, що цифрова епоха змінює парадигму розвитку сучасних економічних систем, що в свою чергу зумовлює інституціональні зрушення в економіці, які проявляється в досягненні пікових показників інноваційного розвитку. Розкрито зміст новітніх понять та термінів пов'язаних з концепцією «Індустрія 4.0 (кіберфізичні системи (Cyber-physical production systems (CPPS)), розумне виробництво (Smart Factory), інтернет речей (Internet of Things (IoT)), розумне моделювання (Smart Simulation), великі дані та їх аналіз (Big Data and Analytics), розумна інфраструктура (Smart infrastructure) тощо). Визначено місце та роль цифровізації в концепції «Індустрія 4». Зроблено висновки про те, що цифровому розвитку притаманні революційні зміни, а найважливішим результатом цифровізації, в сучасних умовах, є автоматизація послуг.*

**Ключові слова:** цифровізація, сучасні економічні системи, зміна парадигми, Індустрія 4.0, кіберфізичні системи, інформаційно-комунікаційні технології, промисловий інтернет речей, розумне виробництво, технологічні уклади.

**Постановка проблеми.** Світ змінюється прискореними темпами і важко уявити як буде розвиватися в майбутньому світова економічна система. Вже зараз людство користується такими технологіями, про існування яких ще півстоліття тому й годі було мріяти. Насамперед зміни торкнулися процесів генерування, передачі, зберігання, управління та аналізу інформації [1], що перетворює останню в найважливіший виробничий ресурс. Це, у свою чергу, змінює парадигму розвитку суспільства, зменшуючи залежність економічного зростання від наявних в країні природних ресурсів, чисельності працездатного населення, основного капіталу та інших екстенсивних факторів, яким властива найбільша ентропія, тобто хаотичне розсіювання [2].

Зміна парадигми зумовлює перехід суспільства на абсолютно новий рівень свого розвитку – «цифровізацію», що значною мірою підтверджено дослідженнями М. Гілберта та П. Лопес, згідно з якими значна частина технологічної пам'яті (94% у 2007 році) вже знаходиться в цифровому форматі [3]. У свою чергу, кількість та обсяг окремих елементів матеріального виробництва (будівлі, споруди, обладнання банків) скорочуються при трансформації нецифрової економіки в цифрову.

Зважаючи на зазначене, особливої актуальності набуває визначення наукової термінології пов'язаної з новим економічним явищем,

сформованим економікою знань, що кардинально відрізняється від економіки матеріального виробництва. Це явище у науковій літературі називають «цифровізацією» [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій,** які присвячені розв'язанню даної проблеми і на які спирається автор є наукові праці та практичні розробки таких вчених й винахідників як В.Айзексон, С. Бранд, Дж. Вейлз, Е. Вільямс, Б.Гейтс, Б. Елбрехт, Д. Енгельбарт, Дж.Ліклайдер, Дж. Фон Нейман, Е. Петерс, С. Хантінгтон. Українські вчені-економісти теж активно долучаються до творення понятійного апарату процесу цифровізації. Серед них варто відзначити В. Гейця, Д. Олійника, О. Москаленко, Т. Єфименко. Проте, значна кількість проблем щодо бачення концепції розвитку цифрових технологій та наукового тлумачення поняття – «цифровізація» залишаються недостатньо розкритими і потребують певного уточнення.

**Формулювання цілей статті.** Ключовим завданням проведення даного наукового дослідження є визначення основних передумов зміни парадигми розвитку сучасних економічних систем, окреслення контурів нової парадигми, а також визначення наукової термінології пов'язаної з новим економічним явищем – «цифровізацією».

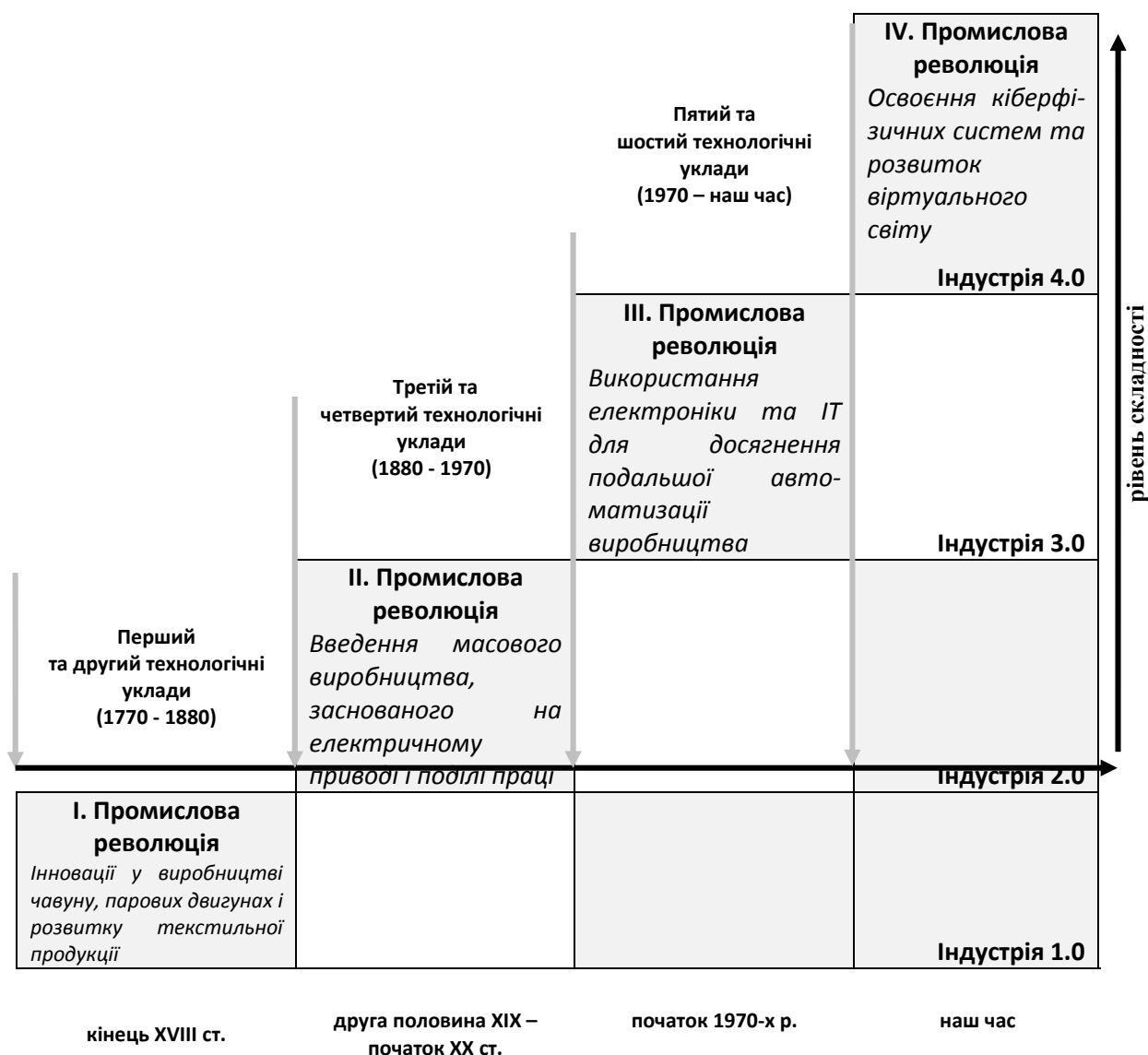
**Опис основного матеріалу дослідження.** Основним імперативом сучасного суспільства виступає установка на сталий розвиток. Під сталим розвитком суспільства пропонуємо розуміти, у першу чергу, розвиток його економічної системи, оскільки саме остання відображає економічні, соціальні, інституційні та політичні аспекти його структури.

© Піжук Ольга Іванівна, к.е.н., доц., доцент кафедри економіки підприємства, Національний університет ДФС України, м. Ірпінь, тел.: +380674257539, e-mail: olga-homenko@ukr.net

У науковій літературі сходження цивілізації на новий, вищий рівень, що створює наступність в історичному процесі й значно збільшує економічні можливості суспільства прийнято

називати «технологічним укладом», який базується на технологічних досягненнях промислових революцій (рис. 1).

Істотно ускладнюючи економічні взаємозв'яз-



**Рис. 1** Періодизація хвиль інноваційного розвитку суспільства

Джерело: складено автором на основі [5-11]

ки та посилюючи їхній нелінійний характер, технологічні уклади формують відповідну виробничу структуру, яка справляє визначальний вплив на процес матеріального виробництва і сферу послуг.

Нині світ живе в епоху третьої промислової революції, яка поступово трансформується у четверту промислову революцію, яка більш відома як «Індустрія 4.0». Остання отримала свою назву у 2011 році від ініціативи німецьких бізнесменів, політиків і вчених на чолі з Ч. Грифдстаффом (Siemens PLN Software), які

визначили її як засіб підвищення конкурентоспроможності обробної промисловості Німеччини через посилену інтеграцію «кіберфізичних систем» (або CPPS) у виробничі процеси [9].

«Індустрія 4.0» характеризується злиттям технологій та розмиванням кордонів між фізичними, цифровими та біологічними сферами. Аналіз визначень та тлумачень понять останньої дозволив окреслити основні елементи середовища «Індустрія 4.0» (рис. 2) та розкрити їх сутнісну характеристику (табл. 1).

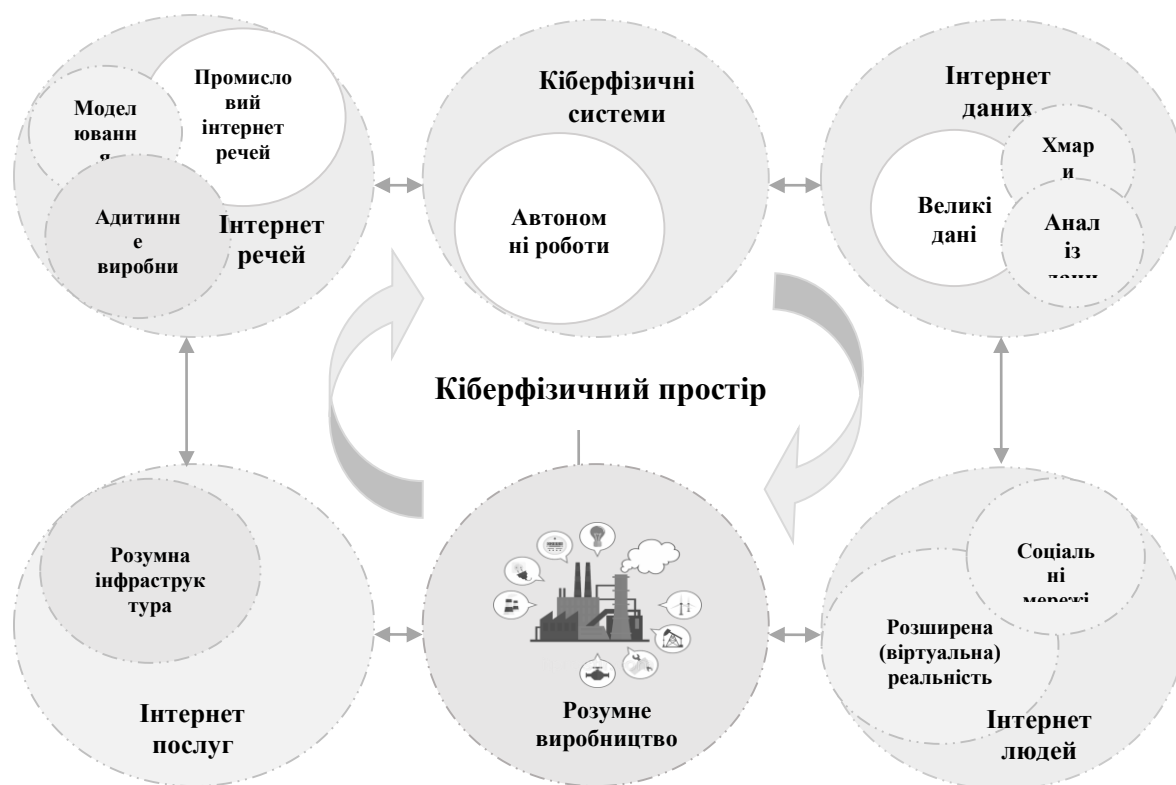


Рис. 2 Середовище Індустрії 4.0

Джерело: складено автором на основі [13-24]

Серед ключових понять «Індустрії 4.0» є такі, що є вже загальноновживаними та

зрозумілими, і такі, які потребують певного уточнення.

Таблиця 1

## Сутнісна характеристика елементів середовища Індустрії 4.0

Елементи середовища	Сутнісна характеристика
<b>Кіберфізична система (Cyber-physical production systems (CPPS))</b>	Поєднання «розумних деталей (компонент)» з «розумним виробництвом» [12], в якому кожен робочий пристрій самостійно визначає дії, які йому необхідно здійснити у процесі виробництва [13].
<b>Автономні роботи (Autonomous Robots)</b>	Є основою кіберфізичних систем. Вони спроможні самостійно виконувати завдання без втручання людини [14].
<b>Розумне виробництво (Smart Factory)</b>	Інноваційне гнучке промислове виробництво, основними ознаками якого є: 1) модульність (на противагу теперішньому єдиному неподільному виробництву); 2) розподіленість або децентралізована самоорганізація (на противагу сьогоднішній жорсткій ієрархічній структурі виробництва); 3) бездротова система комунікації між усім, що задіяне та використовується у виробництві (сировина, деталі, обладнання, устаткування тощо), в тому числі й працівниками [15,16]. Окрім того, взаємодія між великою кількістю окремих «розумних» компонент виробництва дозволить напрацювати рішення, які наразі є неможливими за звичайної автоматизації виробництва [13].
<b>Адитивне (додаткове) виробництво (Additive Manufacturing)</b>	Основою такого виробництва є 3-D друк за допомогою якого вже наразі створюються прототипи майбутньої готової продукції та виробляються нескладні деталі чи готова продукція. Такий друк має широкі перспективи у виробництві за індивідуальним замовленням невеликих партій продукції, дозволяє знизити складські запаси та витрати на логістичні послуги тощо [17, 18].

<b>Інтернет Речей (Internet of Things (IoT))</b>	Це концепція підключення до Інтернету побутових пристроїв, які завдяки цьому можуть взаємодіяти один з одним або із зовнішнім середовищем, збирати корисні дані та на їх основі самостійно здійснювати дії та операції, без участі людини» [19]
<b>Промисловий Інтернет Речей (Manufacturing Internet of Things – MIoT [20] або Industrial Internet of Things – IIoT [12])</b>	Це використання Інтернету Речей у промисловому виробництві [20]. Так, промисловий Інтернет Речей (The Industrial Internet of Things) буде пов'язувати усі компоненти виробництва у єдину мережу обміну інформацією в режимі реального часу [18].
<b>Розумне моделювання (Simulation)</b>	В Індустрії 4.0 моделювання буде активно залучено й у самому процесі виробництва, наприклад, на етапі тестування та налаштування устаткування тощо. Виробництво, яке працює у фізичному (реальному) світі, буде мати ідентичну детальну до найменших дрібниць віртуальну модель. Віртуальна модель виробництва та реальне виробництво будуть тісно взаємопов'язані та відповідати повністю один одному. Завдяки цьому, наприклад, у разі необхідності внесення будь-яких змін у виробництво, такі зміни можуть бути протестовані та оптимізовані на віртуальній моделі, а потім швидко перенесені у реальний світ [17]. Це дозволить економити час, кошти та підвищувати інноваційний виробництва через те, що «у віртуальному світі невдалі рішення будуть виявлені швидко і за менші кошти» [18].
<b>Великі дані та їх аналіз (Big Data and Analytics)</b>	Завдяки інформаційно-комунікаційним засобам та технологіям обсяг структурованих і неструктурованих даних у бізнесі, що надходять з великої кількості різних джерел, лише зростає та виникає проблема оперативного здобуття з них потрібної цінної аналітичної інформації [21], для прийняття виважених та ефективних управлінських рішень. Процес пошуку у великому обсягу потрібної інформації та її подальша обробка й дістали назву «Великі дані» (Big Data) [22]. Окрім того, залишається актуальною й процедура інтелектуального аналізу даних (Data Mining).
<b>Хмари (The Cloud)</b>	Велика кількість інтелектуальних пристроїв буде генерувати великий обсяг різної інформації, яка повинна надійно зберігатися, швидко оброблятися та бути доступною будь-якому пристрою з різних точок доступу миттєво. Для цього найкраще наразі підходять хмарні технології, продуктивність яких будуть зростати, забезпечуючи майже миттєвий доступ та обробку даних [17, 18].
<b>Розширена (або віртуальна) реальність (Augmented Reality)</b>	В Індустрії 4.0 буде використовуватися людиною (працівниками підприємств) в режимі реального часу для навчання, прийняття різних рішень тощо.
<b>Розумна інфраструктура (Smart infrastructure)</b>	Це результат об'єднання фізичної інфраструктури з цифровою інфраструктурою, надання покращеної інформації для прийняття рішень, що здешевлює та пришвидшує надання послуг [23].

Тобто, як бачимо (табл. 1), основою Індустрії 4.0 є інформаційні засоби та технології в будь-якому їх прояві.

Варто зазначити, що ключовою характеристикою Індустрії 4.0 є горизонтальна та вертикальна системна інтеграція (Horizontal and Vertical System Integration) (див. рис. 2). Наразі сучасні інформаційно-комунікаційні засоби та технології дозволяють поєднати в єдиний інформаційний простір у межах одного підприємства усі його підрозділи, у межах одного логістичного ланцюжка постачання усіх його учасників тощо. Проте не завжди навіть підрозділи одного підприємства працюють в єдиній інформаційній системі, вже не кажучи про різні окремі підприємства. В Індустрії 4.0 усе буде

поєднано між собою в єдиний інформаційний простір. Окрім того, існуюча наразі жорстка ієрархічна система доступу до інформації на підприємствах чи між підприємствами в умовах Індустрії 4.0 буде зруйнована: об'єкти підключені до Промислового Інтернету Речей зможуть отримувати будь-яку потрібну їм інформацію напряму незалежно від інформаційного рівня.

Разом із технологічними рішеннями в Індустрії 4.0 важливе місце займають й організаційні заходи кібербезпеки [15]. Кібербезпека (Cybersecurity) передбачає проведення заходів, які пов'язані із захистом місць зберігання та обробки даних, мереж їх передачі. Наразі підприємства можуть себе убезпечити від різного шкідливого програмного забезпечення та

кібератак обмежуючи доступ до Інтернету, постійно перевіряючи вхідні інформаційні електронні потоки тощо. Проте в Індустрії 4.0 усе буде постійно підключене до Промислового Інтернету Речей, а тому актуальність проблеми кібербезпеки буде лише підвищуватися. І хоча зараз існує низка захищених протоколів та механізмів передачі даних, проте потреба в них буде лише зростати [18].

Однак, все це неможливо реалізувати без цифровізації (діджиталізації), яка є базовим елементом моделі «Індустрія 4.0». Цифровізація передбачає насичення фізичного світу електронно-цифровими пристроями, засобами, системами та налагодження електронно-комунікаційного обміну між ними, що фактично уможливує інтегральну взаємодію віртуального та фізичного, тобто створює кіберфізичний простір (рис. 2).

«Діджиталізацію» або «цифровізацію» (від англ. Digital, цифровий) вже можна вносити у словники як омоніми, через велику кількість значень. Але головне, що це поняття вже є трендом, яке міцно закріпилося у порядку денному найбільших панельних дискусій на економічних форумах і профільних конференціях. Завдяки останнім, цифровізація визнана механізмом економічного зростання через здатність технологій позитивно впливати на ефективність, результативність, вартість та якість економічної, суспільно-громадської та особистої діяльності.

Термін «цифровий» зазвичай відноситься до зберігання даних або інформації у формі цифрових сигналів. Вони представлені у формі логічних сигналів 1 або 0 (так, ні). У цьому сенсі цей термін і використовується, в основному – у таких сферах як зберігання даних, або цифрова музика. Тут описується процес, при якому інші форми репрезентації перетворюються в цифровий формат. У бізнес-контексті «аналітикою» може вважатися подальше оцифрування інформації, генерація нового розуміння, уявлення – на основі яких можна приймати більш ефективні управлінські рішення.

Цифрові технології – це одночасно і величезний ринок і індустрія (високотехнологічне виробництво та модернізація промисловості за допомогою інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій), а також платформа ефективності й конкурентоспроможності всіх інших ринків та індустрій [24].

Однак, розкриваючи сутність «цифровізації», на думку автора, важливо відмітити, що мова йде в меншій мірі про технології, а в більшій – про культуру та про нову модель взаємодії. Українське звучання поняття «цифровізація»

окрім терміну «цифровий» перекликається з поняттям «візія», яке окреслює певну ідею логічну конструкцію образу бажаного майбутнього. З огляду на це, автор припускає, що цифровізація – це зміна парадигми того, як ми думаємо, як ми діємо, як ми спілкуємося з зовнішнім середовищем та один з одним. Тому, технологія тут – скоріше інструмент, а не ціль.

Концепція образу бажаного майбутнього в умовах цифровізації, на думку автора, має базуватися на трьох ключових принципах:

- по-перше, «цифровізація» покликана забезпечувати рівні можливості доступу до інформації та знань, а також послуг, які надаються на основі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що, у свою чергу, може сприяти розвитку егалітарного суспільства;

- по-друге, «цифровізація» має бути спрямована на створення вигод (переваг) у різноманітних аспектах повсякденного життя, зокрема: сприяння подоланню бідності, розвитку підприємництва, транспорту, сільського господарства, створення нових робочих місць, захисту навколишнього середовища і управління природними ресурсами, підвищення культури, підвищення якості охорони здоров'я, запобігання катастроф тощо. Цифрові технології є інструментом для досягнення цілей, що пов'язані з різними сферами життєдіяльності як окремої людини, так і країни вцілому;

- по-третє, цифровізація має супроводжуватися підвищенням довіри і безпеки при використанні ІКТ [25]. Зміцнення довіри, включаючи інформаційну безпеку, кібербезпеку, захист конфіденційності персональної інформації, недоторканності особистого життя та прав користувачів ІКТ, є передумовою одночасного розвитку та безпеки «цифровізації».

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Таким чином, цифровізація – це певна платформа (механізм) економічного зростання, що дозволяє завдяки використанню цифрових технологій збільшити продуктивність та покращити ефективність будь-якої господарської діяльності. Однак, варто відмітити, що такий приріст є можливим лише тоді, коли ідеї, дії, ініціативи та програми, які стосуються «цифровізації», будуть повністю інтегровані в національні та регіональні стратегії і програми розвитку.

Майбутні наукові публікації будуть присвячені цивілізаційним змінам світогосподарського розвитку, зокрема цифровій економіці, в рамках якої зазнають кардинальних змін моделі бізнес-процесів конкурентоспроможних підприємств.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Світлична В. Л. Теоретичні бази нової парадигми суспільства — економіки знань // Економіка: реалії часу. — 2015. — № 3 (19). — С. 184—193. — Режим доступу: <http://economics.opu.ua/files/archive/2015/No3/184-193.pdf>
2. Ханін І. Г. Інформаційно-технологічні передумови формування постіндустріального суспільства як концепції нової глобальної цивілізації / Ефективна економіка № 9, 2012. — Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1765>
3. Hilbert, M. López, P. The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information, 2011. — Режим доступу : <http://science.sciencemag.org/content/332/6025/>
4. Олійник Д. І. Окремі аспекти формування національної стратегії забезпечення переходу до високотехнологічного економічного розвитку — Режим доступу: [http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/ekonom\\_rozv-7ed57.pdf](http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/ekonom_rozv-7ed57.pdf)
5. Smil V. Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867– 1914 and Their Lasting Impact. Oxford; New York: Oxford Univ Press, 2005. 350p.
6. Hull J. The Second Industrial Revolution: The History of a Concept. Storia Della Storiografia. 1999. Vol. 36. P. 81–90.
7. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / пер. с англ. М.: Альпина нон-фикшн, 2014. 410 с.
8. The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering // MIT Washington Office. January, 2011. 40 p. — Режим доступу: <http://www.aplu.org/projects-and-initiatives/research-science-and-technology/hibar/resources/MITwhitepaper.pdf>
9. 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; German Research Center for Artificial Intelligence, 2011, 80 p. — Режим доступу: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>
10. Kurfuss Th. Industry 4.0: Manufacturing in the US, Bridges. 2014. 42 p. — Режим доступу: <https://ostaustria.org/bridges-magazine/item/8310-industry-4-0>
11. Deloitte. Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies, 2014 — Режим доступу: <https://goo.gl/2rnR0S>.
12. Жемлиханов Т. «Индустрия 4.0»: революция без потерь? // Электротехнический рынок. — 2015. — № 5-6 (65-66). — С. 32—36.
13. Индустрия 4.0: производственные процессы будущего. Интервью с профессором Вольфгангом Вальстером // Журнал «Тенденции в автоматизации». — Режим доступу: <http://www.up.pro.ru/library/opinion/industria/4.0.html>
14. Сторінка поняття «Автономний робот» // Мережева енциклопедія «Вікіпедія». — Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Автономний\\_робот](https://uk.wikipedia.org/wiki/Автономний_робот)
15. Цюльке Д., Горещкий Д., Фішер С. Звіт про створення технологій майбутнього: як Інтернет речей зробить революцію у промисловому виробництві, 2015. — Режим доступу: [http://www.skf.com/ua/uk/news-and-media/news-search/2015-02-04\\_how\\_the\\_internet\\_of\\_things\\_will\\_revolutionise\\_industrial\\_production.html](http://www.skf.com/ua/uk/news-and-media/news-search/2015-02-04_how_the_internet_of_things_will_revolutionise_industrial_production.html)
16. Офіційний сайт технологічної ініціативи Smart-FactoryKL. — Режим доступу: <http://www.smartfactory.de/>
17. RuEmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., and Harnisch M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, 2015. — Режим доступу: [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth-manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth-manufacturing_industries.aspx)
18. McKendrick Joe (2015) Industry 4.0: It's all about information technology this time. — Режим доступу: [www.zdnet.com/article/industry-4-0-its-all-about-information-technology/](http://www.zdnet.com/article/industry-4-0-its-all-about-information-technology/)
19. Индира Пасько Что нужно знать об Индустрии 4.0 и Интернете вещей, 2015. — Режим доступу: <https://therunet.com/articles/4826>
20. Лайдон Б. Промышленный Интернет Вещей. — Режим доступу: <http://ua.automation.com/content/promyshlennyj-internet-veshej>
21. Beth L. Hoffman Big Data and Analytics on IBM Power Systems — Режим доступу: [www.ibm.com/developerworks/community/blogs/f0f3cd83-63c2-4744-9021-9ff31e7004a9?lang=en](http://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/f0f3cd83-63c2-4744-9021-9ff31e7004a9?lang=en)
22. Site Oracle Big Date. — Режим доступу: [www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html](http://www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html)
23. Куприяновский В. П., Аленков В. В., Соколов И. А., Зажигалкин А. В., Климов А. А., Степаненко А. В., Снягов С. А., Намиот Д. Е. Умная инфраструктура, физические и информационные активы, Smart Cities, BIM, GIS и IoT / International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 5, no.10, 2017
24. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації / документ 67-2018-р., чинний, поточна редакція – прийняття від 17.01.2018. — Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80>
25. Цифрова адженда України – 2020. Концептуальні засади (версія 1.0), 2016 — Режим доступу: <https://uccr.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf>

## REFERENCES

1. Svitlichna, V.L. (2015). Teoretichni bazisi novoi paradigmi suspil'stva — ekonomiki znan' [The theoretical basis of a new paradigm of society – knowledge economy]. *Ekonomika: realii chasu – Economy: realities of time*, 3 (19), 184–193. Retrieved from <http://economics.opu.ua/files/archive/2015/No3/184/193.pdf> [in Ukrainian]
2. Hanin, I.G. (2012). Informacijno-tehnologichni peredumovi formuvannja postindustrial'nogo suspil'stva jak koncepcii novoi global'noi civilizacii [Information and technological backgrounds of the formation of a postindustrial society as a concept of a new global civilization]. *Efektivna ekonomika – Effective economy*, 9. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1765> [in Ukrainian]
3. Hilbert, M. & López, P. (2011). The world's technological capacity to store, communicate, and compute information. Retrieved from <http://science.sciencemag.org/content/332/6025/60>
4. Olijnik, D.I. (n.d.). Okremi aspekti formuvannja nacional'noi strategii zabezpechennja perehodu do visokotehnologichnogo ekonomichnogo rozvitku [Some aspects of the formation of a national strategy for ensuring the transition to high-tech economic development]. <http://www.niss.gov.ua>. Retrieved from [http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/ekonom\\_rozv-7ed57.pdf](http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/ekonom_rozv-7ed57.pdf) [in Ukrainian]
5. Smil, V. (2005). *Creating the twentieth century: technical innovations of 1867– 1914 and their lasting impact*. New York: Oxford Univ. Press [in English].
6. Hull, J. (1999). The Second industrial revolution: the history of a concept. *Storia della storiografia*, 36, 81–90 [in English].
7. Rifkin, Dzh. (2014). *Tret'ja promyshlennaja revoljucija: Kak gorizontaľnye vzaimodejstvija menjajut jenergetiku, jekonomiku i mir v celom* [Third Industrial Revolution: How horizontal interactions change energy, economy and world as a whole]. Moscow: Al'pina non-fikshn [in Russian].
8. The Third Revolution: The convergence of the life sciences, physical sciences and engineering. (2011). MIT Washington Office. Retrieved from <http://www.aplu.org/projects-and-initiatives/research-science-and-technology/hibar/resources/MITwhitepaper.pdf> [in English].
9. Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. (2011). Final report. The Industrie 4.0 Working Group; National Academy of Science and Engineering; German Research Center for Artificial Intelligence. Retrieved from <https://www.din.-de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf> [in English].
10. Kurfuss, Th. (2014). Industry 4.0: Manufacturing in the US, Bridges, 42. Retrieved from <https://ostaustria.org/bridges-magazine/item/8310-industry-4-0> [in English].
11. Deloitte. (2014). Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Retrieved from <https://goo.gl/2rnR0S> [in English].
12. Zhemlihanov, T. (2015). «Industrija 4.0»: revoljucija bez poter? [“Industry 4.0”: a revolution without losses?]. *Elektrotehnicheskij rynek – Electrotechnical market*, 5-6 (65-66), 32-36 [in Russian].
13. Industrija 4.0: proizvodstvennyje processy buduwego [Industry 4.0: the production processes of the future]. (n.d.). *Zhurnal “Tendencii v avtomatizacii” – The journal “Trends in automation”*. Retrieved from <http://www.up.pro.ru/library/opinion/industriya/4.0.html> [in Russian].
14. Storinka ponjattja “Avtonomnij robot” [The page of the concept of “Autonomous Robots”]. (n.d.). <https://uk.wikipedia.org>. Retrieved from [https://uk.wikipedia.org/wiki/Autonomous\\_Robots](https://uk.wikipedia.org/wiki/Autonomous_Robots) [in Ukrainian]
15. Cjul'ke, D., & Gorec'kij, D. & Fisher, S. (2015). *Zvit pro stvorennja tehnologij maj-butn'ogo: jak Internet rechej zrobit' revoljuciju u promislovomu virobnictvi* [Report of the creation of technologies for the future: how an Internet of things will make a revolution of industrial production]. Retrieved from [http://www.skf.com/ua/uk/news-and-media/news-search/2015-02-04\\_how\\_the\\_internet\\_of\\_things\\_will\\_revolutionise\\_industrial\\_production.html](http://www.skf.com/ua/uk/news-and-media/news-search/2015-02-04_how_the_internet_of_things_will_revolutionise_industrial_production.html) [in Ukrainian]
16. Oficijnij sajt tehnologichnoi iniciativi Smart-FactoryKL [Official site of the Technology Initiative Smart-FactoryKL]. <http://www.smartfactory.de>. Retrieved from <http://www.smartfactory.de/> [in Ukrainian]
17. RuEmann, M. Lorenz, & M. Gerbert P., & Waldner, M. & Justus, J. & Engel, P. & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Retrieved from [https://www.bcg.com/publications/2015-/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/publications/2015-/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx) [in English].
18. McKendrick, Joe (2015). Industry 4.0: It's all about information technology this time. Retrieved from [www.zdnet.com/article/industry-4-0-its-all-about-information-technology/](http://www.zdnet.com/article/industry-4-0-its-all-about-information-technology/) [in English].
19. Indira Pas'ko (2015). Chto nuzhno znat' ob Industrii 4.0 i Internetе vewej [What do you need to know about Industry 4.0 and the Internet of things]. Retrieved from <https://therunet.com/articles/4826> [in Russian]
20. Lajdon, B. (n.d.). Promyshlennyj Internet Veschej [Industrial Internet of things]. Retrieved from <http://ua.automation.com/content/promyshlennyj-internet-veshhej> [in Ukrainian]
21. Beth L. Hoffman (2016). Big Data and Analytics on IBM Power Systems Retrieved from [www.ibm.com/developerworks/community/blogs/f0f3cd83-63c2-4744-9021-9ff31e7004a9?lang=en](http://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/f0f3cd83-63c2-4744-9021-9ff31e7004a9?lang=en) [in English].
22. Site Oracle Big Date. (n.d.). Retrieved from [www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html](http://www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html) [in English].
23. Kuprijanovskij, V.P. & Alen'kov, V.V. & Sokolov, I.A. & Zazhigalkin, A.V. Klimov, A.A. & Stepanenko (2017). *Umnaja infrastruktura, fizicheskie i informacionnye aktivy, Smart Cities, BIM, GIS i IoT* [Smart infrastructure, physical

and information assets, Smart Cities, BIM, GIS and IoT]. International Journal of Open Information Technologies, 5 [in Russian].

24. Pro shvalennja Konceptii rozvitku cifrovoi ekonomiki ta suspil'stva Ukraini na 2018-2020 roki ta zatverdzhennja planu zahodiv wodo ii realizacii [About the approval of the Concept for the development of the digital economy and society of Ukraine for 2018-2020 and approval of the plan of measures for its implementation]. <http://zakon.rada.gov.ua>. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80> [in Ukrainian]

25. Cifrova adzhenda Ukraini – 2020. Konceptual'ni zasadi (2016). [Digital agenda of Ukraine – 2020. Conceptual bases]. <https://ucci.org.ua>. Retrieved from <https://ucci.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf> [in Ukrainian]

*Одержано 15.09.2018 р.*