

«РОЗУМНІ ФАБРИКИ» ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ

©2021 ЯЦКЕВИЧ І. В., МАСЛІЙ Н. Д.

УДК 330.341.13:004.9
JEL: D81; L86; M13; O32

Яцкевич І. В., Маслій Н. Д. «Розумні фабрики» як перспективний напрям цифровізації підприємств

У роботі досліджено роль, проблеми та перспективи «розумної фабрики» в умовах цифровізації підприємств з урахуванням дисбалансу бізнес-середовища. Визначено, що в сучасних умовах більшість підприємств зосереджені на автоматизації бізнес-процесів та підвищенні ефективності, і лише меншість трансформує бізнес-модель, що обґрунтовується недостатнім рівнем зрілості для кардинальних змін. Обґрунтовано, що перспективним напрямом розвитку цифровізації підприємств з урахуванням дисбалансу бізнес-середовища є так звана «розумна фабрика». Відзначено, що «розумна фабрика» – це середовище, в якому машини й обладнання можуть покращувати процеси за рахунок автоматизації та самооптимізації. Водночас вони націлені на серійний випуск виробів, але при збереженні максимальної гнучкості виробництва. Забезпечується дані вимоги завдяки високому рівню автоматизації та роботизації підприємства. Також широко застосовуються автоматизовані системи управління технологічними та бізнес-процесами за рахунок їх узгодженості на кожному етапі взаємодії. Дослідження змісту поняття «розумна фабрика» дало змогу визначити та систематизувати її функції (планування, логістика, ланцюжка поставок, розробка продукту), переваги (доступність, оптимізація, проактивність, гнучкість), сегментацію, групи проблем (персонал, технології, бізнес-процес). Відзначено, що розробка та впровадження «розумних фабрик» може бути важкою та ризикованою справою, незважаючи на їхні переваги. Підприємства, що домоглися успіху з впровадженням розумних фабрик, можуть збільшити виробництво продукції та вартості за рахунок зниження витрат на виробництво, підвищення якості та гнучкості, а також скорочення часу виходу продукції на ринок.

Ключові слова: бізнес-процес, бізнес-середовище, оптимізація, персонал, підприємство, «розумна фабрика», технології, цифровізація.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-10-363-367>

Табл.: 1. **Бібл.:** 12.

Яцкевич Інна Володимирівна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри менеджменту організацій, Одеський регіональний інститут державного управління Національної академії державного управління при Президенті України (вул. Генуезька, 22, Одеса, 65009, Україна)
E-mail: Innav2018@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0210-6135>

Маслій Наталія Дмитрівна – доктор економічних наук, доцент, професор кафедри фінансів, банківської справи та страхування, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова (вул. Дворянська, 2, Одеса, 65000, Україна), старший науковий співробітник відділу ринку транспортних послуг, Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України (Французький бульвар, 29, Одеса, 65044, Україна)

E-mail: masliy.natalia@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3472-5646>

Researcher ID: <https://publons.com/researcher/1837290/natalia-nm-masliy/>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57201065209>

UDC 330.341.13:004.9
JEL: D81; L86; M13; O32

Yatskevych I. V., Maslii N. D. «Smart Factories» as a Promising Direction for Digitalization of Enterprises

The work examines the role, problems and prospects of a «smart factory» in the conditions of digitalization of enterprises, taking into account imbalance of the business environment. It is defined that in modern conditions, most enterprises focus on automating business processes and increasing efficiency, and only a minority of them transforms the business model, which is grounded on an insufficient level of maturity for drastic changes. It is substantiated that the so-called «smart factory» is a promising direction for the development of digitalization of enterprises, taking into account the imbalance of the business environment. It is noted that the «smart factory» is an environment wherein machines and equipment can improve processes through automation and self-isolation. At the same time, they are aimed at mass production of articles, while maintaining a maximum production flexibility. These requirements are ensured due to the high level of automation and robotization of the enterprise. Automated control systems for technological and business processes are also widely used due to their consistency at each stage of interaction. The study of the content of the concept of «smart factory» allowed to determine and systematize its functions (planning, logistics, supply chain, product development), advantages (accessibility, optimization, proactivity, flexibility), segmentation, problem groups (personnel, technologies, business process). It is specified that the development and implementation of «smart factories», despite the advantages of the latter, can be difficult and risky. Enterprises that have succeeded with the introduction of «smart factories» can increase production and value by reducing production costs, improving quality and flexibility, as well as reducing the time for the market entrance.

Keywords: business process, business environment, optimization, staff, enterprise, «smart factory», technology, digitalization.

Tabl.: 1. **Bibl.:** 12.

Yatskevych Inna V. – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Management of Organizations, Odesa Regional Institute for Public Administration of the National Academy for Public Administration under the President of Ukraine (22 Henuezka Str., Odesa, 65009, Ukraine)

E-mail: Innav2018@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0210-6135>

Maslii Natalia D. – D. Sc. (Economics), Associate Professor, Professor of the Department of Finance, Banking and Insurance, Odesa I. I. Mechnikov National University (2 Dvorianska Str., Odesa, 65000, Ukraine), Senior Research Fellow of the Department of Transport Services Market, Institute of Market Problems and Economic-Ecological Research of NAS of Ukraine (29 Frantsuzkyi Blvd., Odesa, 65044, Ukraine)

E-mail: masliy.natalia@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3472-5646>

Researcher ID: <https://publons.com/researcher/1837290/natalia-nm-masliy/>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57201065209>

Розвиток нових цифрових технологій, поряд із досягненнями штучного інтелекту та автоматизацією процесів, створює нову хвилю інновацій у здійсненні підприємницької діяльності. Технічне обладнання, яке з'єднане з користувачами та іншими машинами; автоматизовані процеси, які не вимагають втручання людини або не вимагають його взагалі; і навіть механізми, які сприяють обміну даними між виробничим процесом і ринком у режимі реального часу, сприяють динамічному розвитку технологічних інновацій.

Це все уможливає інтенсивний розвиток «розумної фабрики». Так, глобальний ринок «розумних фабрик» було оцінено на 270,74 млрд дол. у 2020 р., і очікується, що до 2026 р. він досягне 422,88 млрд дол., при цьому середньорічний темп зростання складе приблизно 9,33% протягом прогнозованого періоду (2021–2026 рр.) [1]. Обмеження від пандемії COVID-19 вплинули на підприємницьку діяльність по всьому світу. Як наслідок – збої в поставках, відсутність сировини, яку використовують у виробничому процесі, брак робочої сили, коливання цін, що можуть призвести до зростання вартості кінцевого продукту та вийти за межі бюджету, проблеми з доставкою тощо. У результаті світового економічного спаду, викликаного COVID-19, глобальний ринок «розумних фабрик» продемонстрував позитивний вплив з боку попиту та неоднозначний вплив з боку пропозиції.

Питання цифровізації бізнес-процесів, ролі «розумної фабрики» на підприємствах досліджувалися такими науковцями, як А. Березіна, Н. Гражевська, А. Домінік, П. Зуб, Г. Калач, С. Кармен, І. Левчук, С. Поліщук, А. Резнік, Т. Роспопчук, О. Чігіринський та ін. [2–6; 8–12].

Однак в умовах цифровізації підприємств питання щодо ролі, проблем і перспектив «розумної фабрики» на українському ринку вимагає більш детального дослідження з урахуванням дисбалансу бізнес-середовища.

Метою роботи є дослідження ролі, проблем і перспектив «розумної фабрики» в умовах цифровізації підприємств.

Аналіз цифрових ініціатив по всьому світу [6; 7] показує, що більшість підприємств зосереджені на автоматизації бізнес-процесів і підвищенні ефективності, і лише меншість трансформує бізнес-модель, що обґрунтовується недостатнім рівнем зрілості для кардинальних змін.

Підприємства, які вже провели цифровізацію, працюють ефективніше й отримують віддачу від своїх інвестицій уже зараз. За даними IDC, у 2021 р. на таких підприємствах на 50% вище швидкість адаптації до змін і виведення на ринок нових сервісів, ніж на підприємствах, що залишилися на попередньому рівні розвитку бізнесу та ІТ [7].

Цифрова економіка перетворює на гроші не продукт, а саме його використання, як наслідок –

формується аксіома: користуватися вигідніше, ніж володіти. Це означає, що все більше бізнес-клієнтів (споживачів) не готові будуть що-небудь купувати (споживати) – вони скоріше заплатять тариф (ціну) за можливий доступ до продуктів у зазначений час.

Модель гнучкого споживання забезпечує передбачувані, поновлювані потоки доходів і приносить велику користь споживачам, які платять тільки за те, що вони дійсно споживають, допомагає глибше аналізувати моделі споживання клієнтів та знижувати експлуатаційні витрати. Відповідно, це мінімізує ризики, і керівник підприємства організовує свою діяльність навколо потреб і можливостей клієнтів (споживачів), а не навколо життєвого циклу продукту. Модель гнучкого споживання приваблива, але опанувати її зможуть тільки ті підприємства, які здатні використовувати «розумні фабрики».

Термін «розумна фабрика» може використовуватися для опису впровадження на виробництві роботів, інформаційних технологій або будь-яких інших інновацій [8].

Одне з основоположних визначень «розумної фабрики» сформулювали вчені Штутгартського університету у своїй роботі "Smart Factory – A Step towards the Next Generation of Manufacturing" [9]. Згідно з їх трактуванням «розумна фабрика» – це система виробництва, здатна враховувати контекст і допомагати людям та машинам у вирішенні їх завдань завдяки масштабному впровадженню інформаційно-комунікаційних технологій у систему управління робочим процесом.

«Розумна фабрика» лежить в основі «Індустрії 4.0» [8]. Таку назву отримала програма німецького уряду з розвитку високих технологій. Характерна риса «Індустрії 4.0» – повністю автоматизовані виробництва, на яких керівництво всіма процесами здійснюється в реальному часі, з урахуванням мінливих зовнішніх умов і з широким використанням хмарних технологій, Інтернету та кіберфізичних систем. Так, прихід «Індустрії 4.0» неможливий без масового поширення розумного виробництва.

Певні дискусійні моменти виникають при поєднанні розвитку та тверджень «Індустрії 4.0» з четвертою промисловою революцією. Цікаво, що концепція четвертої революції вже існує, незважаючи на те, що на сьогоднішній день ще не завершено третю. Так:

- ★ *перша промислова революція* – механізація, використання енергії води та вітру;
- ★ *друга промислова революція* – масове виробництво, поява ліній потокової збірки, використання електрики;
- ★ *третья промислова революція* – автоматизація та комп'ютеризація;
- ★ *четверта промислова революція* – впровадження кіберфізичних систем.

«Розумна фабрика» – це середовище, в якому машини й обладнання можуть покращувати процеси за рахунок автоматизації та самооптимізації. Водночас, націлені вони на серійний випуск виробів, але при збереженні максимальної гнучкості виробництва. Забезпечуються дані вимоги завдяки високому рівню автоматизації та роботизації підприємства. Також широко застосовуються автоматизовані системи управління технологічними та бізнес-процесами за рахунок їх узгодженості на кожному етапі взаємодії.

Виробничі активи підприємства, які забезпечено датчиками та засобами зв'язку та які працюють за протоколом IPv6 [11], здатні випускати продукцію майже (або зовсім) без участі людини. Водночас, впоратись із різким збільшенням потоків інформації, які надходять від датчиків та автоматизованих систем управління, дозволяють технології обробки великих даних.

«Розумна фабрика» виходить за межі фізичного виробництва товарів та включає такі функції, як планування, логістика, ланцюжок поставок і розробка продукту. Як наслідок, формуються переваги «розумної фабрики»: досяжність, оптимізація, проактивність, гнучкість. Розглянемо їх більш детально.

Передусім, слід зазначити таку особливість «розумної фабрики», як досяжність. Для генерування даних, необхідних для прийняття рішень у режимі реального часу, розумні виробництва вимагають наявності зв'язків між основними процесами й об'єктами. На «розумній фабриці» обладнання оснащено інтелектуальними датчиками, тому системи можуть безперервно отримувати дані як з нових, так і з традиційних джерел, забезпечуючи постійне оновлення даних з відображенням поточних умов. Інтеграція даних з виробничих і комерційних систем, а також інформації, що надходить від постачальників і клієнтів, дозволяє отримати цілісне уявлення про бізнес-процеси, що відбуваються в ланцюжку поставок і по висхідній, і по низхідній, що підвищує загальну ефективність виробничої мережі.

Оптимізоване розумне виробництво дозволяє виконувати операції з високою надійністю та мінімальним ручним втручанням. Автоматизовані бізнес-процеси, синхронізація активів, покращене відстеження процесів і планування, а також оптимізоване енергоспоживання, властиві «розумній фабриці», сприяють підвищенню продуктивності, безперебійній роботі, якості, а також зниженню витрат.

Дані, одержані від роботи «розумної фабрики» прозорі: візуалізація в режимі реального часу може перетворювати їх у цінні знання як для людей, так і для автономного прийняття рішень. Прозора мережа може забезпечити краще зображення/відстеження процесів всього об'єкта та гарантувати, що організація може приймати більш точні рішення, надаючи такі інструменти, як доступ на основі ролей, відправлення повідомлень, а також відстеження та контроль у реальному часі.

У такій проактивній системі співробітники та самі системи можуть не просто реагувати на проблеми постфактум, а передбачити/спрогнозувати події та діяти на випередження. Дану перевагу «розумної фабрики» застосовують до виявлення неточностей, поповнення запасів, для попереджувальних дій, які виникають з якістю, а також для відстеження проблем безпеки та технічного обслуговування. Здатність «розумної фабрики» прогнозувати майбутні результати на основі раніше отриманих результатів і даних, що надходять в реальному часі, може поліпшити роботу, продуктивність, якість і безпеку. У саму систему «розумної фабрики» керівники підприємств можуть інтегрувати, наприклад, технологію цифрових двійників, отримуючи можливість відцифрувати операції та виходити за рамки автоматизації й інтеграції на рівні можливостей прогнозування.

Гнучкість дозволяє «розумній фабриці» адаптуватися до змін графіка та продукту з мінімальним втручанням. Також, залежно від того, який продукт виробляється, удосконалені «розумні фабрики» можуть самостійно налаштувати обладнання та подачу матеріалів, планувати зміни, а потім відстежувати вплив цих змін у режимі реального часу. Крім того, гнучкість системи дозволить збільшити час роботи та прибуток фабрики за рахунок мінімізації внесених змін і завдяки гнучкому плануванню.

Зазначені переваги забезпечують керівникам підприємств більшу прозорість відносно їх активів і систем і дозволяють швидше вирішувати проблеми, ніж ті, з якими стикаються більш традиційні виробничі структури. І це в кінцевому підсумку приводить до підвищення продуктивності та більш оперативного реагування на коливання умов з боку постачальників і клієнтів (споживачів).

Автоматизація інтелектуальних підприємств включає в себе різні типи пристроїв управління, такі як: двигуни, датчики, приводи, перемикачі та реле, а також мережеві технології, такі як: провідна, безпроводна та радіочастотна ідентифікація. Інтегровані системи (система управління виробництвом, система інформаційних технологій, програмоване логічне управління, планування ресурсів підприємства і диспетчерський контроль та збір даних) створені для задоволення конкретних потреб виробництва. Також дані системи промислового управління можуть управляти процесом і спростити потік матеріалів із виробничої лінії. «Розумні фабрики» також використовують промислових роботів, таких як: шарнірні роботи, декартові роботи, роботи SCARA (рука робота із селективною відповідністю або шарнірна рука робота із селективною відповідністю). Як наслідок, ринок «розумних фабрик» сегментований за типами продуктів, технологій, кінцевим користувачам і географією (табл. 1).

Таблиця 1

Сегментація ринку «розумної фабрики»

Ознака класифікації	Класифікаційний критерій
Продукт	Промислова робототехніка
	Пристрої управління
	Датчики
	Комунікаційні технології
	Інші продукти
Технології, галузь кінцевих користувачів	Управління життєвим циклом продукту
	Людино-машинний інтерфейс
	Корпоративні ресурси та планування
	Система управління виробництвом
	Розподілена система управління
	Контролер із контролю та збору даних
	Програмний логічний контролер
	Інші технології
	Автомобільна промисловість
	Напівпровідники
	Нафта і газ
	Хімічна та нафтохімічна промисловість
	Фармацевтична промисловість
	Їжа та напої
	Аерокосмічна й оборонна промисловість
Видобуток корисних копалин	
Інші галузі для кінцевих користувачів	
Географія	Північна Америка
	Європа
	Азійсько-Тихоокеанський регіон
	Латинська Америка
	Близький Схід та Африка

Слід зазначити, що «розумна фабрика» – це гнучка виробнича бізнес-система, яка використовує безперервний потік даних з підключених операцій і виробничих систем для навчання й адаптації до нового бізнес-середовища. На думку деяких аналітиків [6–12], «розумні фабрики» приведуть до нового виробничого прогресу, що може серйозно підірвати діяльність існуючих підприємств. Відповідно, щоб залишатись конкурентоспроможними, виробники повинні прийняти нові технології й адаптуватися до них.

Упровадження інноваційних процесів у підприємницьку діяльність, особливо таких великих, як

концепція «розумної фабрики», є проблематичним за рахунок значних капіталовкладень, що сприяють формуванню трьох проблемних груп:

1. Персонал. Персоналу фабрики часто не вистачає загального бачення та розуміння впровадження «розумних фабрик». Водночас існує не повне розуміння масштабів інтелектуальної трансформації фабрики та необхідності розвитку її можливостей. Також виникають труднощі в персоналі фабрики через прихильність до вже існуючого бізнес-процесу, компетенцій, системи управління та взаємодії. Таким чином, персонал відчуває загрозу саме через зміни.

2. Технології. Дуже складний процес узгодження технологій і систем «розумної фабрики», яка ускладнює процес оцінки потенційної вигоди, створює дисбаланс в обґрунтуванні для формування та розвитку «розумної фабрики». Так, системний характер впровадження «розумних фабрик» створює невизначеність щодо конкретних адаптацій, які можуть виникнути щодо інших технологій, процесів і можливостей персоналу підприємств. Водночас висока вартість впровадження «розумних фабрик», особливо в перші роки, посилює невизначеність, оскільки вигоди від інноваційних інвестицій будуть накопичуватись у майбутньому на невизначений час.

3. Бізнес-процеси. Слід зазначити, що керівники підприємств стикаються з труднощами, які пов'язані зі зміною традиційних процедур і робочих процесів для впровадження та реалізації цифрової трансформації. Керівництво часто відчуває недоліки в системному підході до реалізації сучасних бізнес-процесів, які забезпечують більш гнучку підприємницьку діяльність по створенню та реалізації продукції з урахуванням дисбалансу підприємницького середовища.

Варто зауважити – на світовому ринку прогнозують, що до 2027 р. обсяг глобального ринку «розумних фабрик» досягне 137,6 млрд дол., при зростанні ринку на 9,9% CAGR протягом прогнозованого періоду; «розумна фабрика» розглядатиметься як концепція, в якій обладнання та машини можуть покращувати процеси за допомогою самооптимізації й автоматизації [12].

ВИСНОВКИ

Отже, ми дійшли висновку, що розробка та впровадження «розумних фабрик» може бути важкою та ризикованою справою, незважаючи на всі переваги. Підприємства, які досягли успіху із упровадженням «розумних фабрик», можуть збільшити виробництво продукції та вартості за рахунок зниження витрат на виробництво, підвищення якості та гнучкості, а також скорочення часу виходу продукції на ринок. У кінцевому підсумку активне впровадження «розумної фабрики» відкриває перспективи більш високих темпів зростання продажів, більшого проникнення на ринок і збільшення прибутковості під-

приємств. Задля цих переваг підприємства повинні розробити свою інтелектуальну фабрику, керуючись трьома головними принципами: навчати персонал цифровій грамотності; впроваджувати гнучкі процеси; налаштовувати модульні технології для оптимізації виробництва. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Smart Factory Market – Growth, Trends, Covid-19. Impact, and Forecasts (2021–2026). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/smart-factory-market>
2. Polischuk S., Rospopchuk T. The Impact of Digitalization on Changing Business Models of Enterprises. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2021. № 18. URL: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pAL0ICupZYJ:ev.fmm.kpi.ua/article/view/231175/230132+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ua>
3. Зуб П. В., Калач Г. М. Цифровізація бізнес-процесів промислових підприємств. *Економіка та суспільство*. 2021. № 26. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-52>
4. Гражевська Н. І., Чигиринський А. М. Цифрова трансформація економіки в умовах посилення глобальних ризиків і загроз. *Економіка та держава*. 2021. № 8. С. 53–57. DOI: [10.32702/2306-6806.2021.8.53](https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.8.53)
5. Березина Л. М., Резнік А. В. BI-додатки як складники цифровізації та її вплив на ефективність діяльності сільськогосподарських підприємств. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. 2021. Вип. 48. С. 37–45. DOI: <https://doi.org/10.32841/2413-2675/2021-48-5>
6. Левчук І. Цифровая индустриализация и интеллектуальные двойники городов. URL: <https://huawei.ru/insights/tsifrovaya-industrializatsiya-i-intellektualnyedvoyniki-gorodov/>
7. Top 10 Worldwide IT Industry 2021 Predictions. URL: <https://blogs.idc.com/2020/12/03/top-10-worldwide-it-industry-2021-predictions/>
8. «SMART» парадигма як основа визначення: розумна організація, розумна компанія, розумна фабрика. URL: <https://aei.org.ua/smart-paradigma-yak-osnova-viznachennya-ro/>
9. Lucke D., Constantinescu C., Westkämper E. Smart Factory – A Step towards the Next Generation of Manufacturing. In: *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*. 2008. P. 115–118. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-84800-267-8_23
10. Цифрове виробництво. URL: <https://www.danfoss.com/uk-ua/about-danfoss/our-businesses/drives/knowledge-center/digital-transformation/digital-manufacturing/>
11. Григорьев А. Протокол IPv6: что это такое и как он работает. URL: <https://timeweb.com/ru/community/articles/protokol-ipv6-chto-eto-takoe-i-kak-on-rabotaet>
12. Global Smart Factory Market (2021 to 2027) – by Component, Solution and Regional Outlook. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-smart-factory-market-2021-to-2027---by-component-solution-and-regional-outlook-301318300.html>

REFERENCES

- Berezina, L. M., and Reznik, A. V. "BI-dodatky yak skladnyky tsyfrovizatsii ta yii vplyv na efektyvnist diialnosti silskohospodarskykh pidpriemstv" [BI Apps as Ingredients of Digitalization and its Impact on the Performance of Farm Businesses]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu*, no. 48 (2021): 37-45. DOI: <https://doi.org/10.32841/2413-2675/2021-48-5>
- "Global Smart Factory Market (2021 to 2027) – by Component, Solution and Regional Outlook". <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-smart-factory-market-2021-to-2027---by-component-solution-and-regional-outlook-301318300.html>
- Grigorev, A. "Protokol IPv6: chto eto takoye i kak on rabotayet" [IPv6: What It Is and How It Works]. <https://timeweb.com/ru/community/articles/protokol-ipv6-chto-eto-takoe-i-kak-on-rabotaet>
- Hrazhevska, N. I., and Chyhyrskyi, A. M. "Tsyfrova transformatsiia ekonomiky v umovakh posyleniia hlobalnykh ryzykiv i zahroz" [Digital Transformation of the Economy in the Context of Increasing Global Risks and Threats]. *Ekonomika ta derzhava*, no. 8 (2021): 53-57. DOI: [10.32702/2306-6806.2021.8.53](https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.8.53)
- Levchuk, I. "Tsyfrovaya industrializatsiya i intellektualnyye dvoyniki gorodov" [Digital Industrialization and Smart City Counterparts]. <https://huawei.ru/insights/tsifrovaya-industrializatsiya-i-intellektualnyedvoyniki-gorodov/>
- Lucke, D., Constantinescu, C., and Westkamper, E. "Smart Factory – A Step towards the Next Generation of Manufacturing". In *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*, 115-118. 2008.
- Polischuk, S., and Rospopchuk, T. "The Impact of Digitalization on Changing Business Models of Enterprises". *Ekonomichniy visnyk NTUU «KPI»*, no. 18 (2021). <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pAL0ICupZYJ:ev.fmm.kpi.ua/article/view/231175/230132+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ua>
- «SMART» paradyhma yak osnova vyznachennia: rozumna orhanizatsiia, rozumna kompaniia, rozumna fabryka" ["SMART" Paradigm as a Basis for Definition: Smart Organization, Smart Company, Smart Factory]. <https://aei.org.ua/smart-paradigma-yak-osnova-viznachennya-ro/>
- "Smart Factory Market – Growth, Trends, Covid-19. Impact, and Forecasts (2021–2026)". <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/smart-factory-market>
- "Top 10 Worldwide IT Industry 2021 Predictions". <https://blogs.idc.com/2020/12/03/top-10-worldwide-it-industry-2021-predictions/>
- "Tsyfrovy vyrobnytstvo" [Digital Production]. <https://www.danfoss.com/uk-ua/about-danfoss/our-businesses/drives/knowledge-center/digital-transformation/digital-manufacturing/>
- Zub, P. V., and Kalach, H. M. "Tsyfrovizatsiia biznes-protsesiv promyslovykh pidpriemstv" [Digitalization of Business Processes of Industrial Enterprises]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 26 (2021). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-52>