

---

---

УДК 338:339:669.1 (477)

**О. І. АМОША,**  
*професор, доктор економічних наук,  
академік НАН України,  
директор,*

**В. А. НІКІФОРОВА,**  
*кандидат економічних наук,  
докторант,  
старший науковий співробітник*

*Інститут економіки промисловості НАН України,  
вул. Марії Капніст, 2, 03057, Київ, Україна*

## **РОЗВИТОК МЕТАЛУРГІЙНОЇ СМАРТ-ПРОМИСЛОВОСТІ: СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА УРОКИ ДЛЯ УКРАЇНИ**

*Досліджено передумови та проблеми розвитку смарт-виробництва у металургії України. Виявлено особливості та наслідки смартизації вітчизняної металургійної промисловості порівняно із світовими аналогами. Визначено напрями впровадження “розумних” технологій у виробничій, організаційно-економічній та соціальній сферах діяльності металургійних підприємств.*

**Ключові слова:** металургійна промисловість; смарт-виробництво; “розумні” технології; світовий досвід; виробнича, організаційно-економічна та соціальна сфери діяльності металургійних підприємств; “вузькі” місця; стримуючі фактори.

Бібл. 27; рис. 1; табл. 1.

UDC 338:339:669.1 (477)

**O L E K S A N D R A M O S H A,**  
*Professor, Doctor of Econ. Sci.,  
Academician of the NAS of Ukraine,  
Director,*

**V I R A N I K I F O R O V A,**  
*Cand. of Econ. Sci.,  
Doctoral student, Senior Researcher*

*Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine,  
2, Mariyi Kapnist St., Kyiv, 03057, Ukraine*

## **DEVELOPMENT OF SMART STEEL INDUSTRY: WORLD EXPERIENCE AND LESSONS FOR UKRAINE**

*The prerequisites and problems of the development of smart industries in Ukraine's steel industry are studied. The features and consequences of domestic steel industry smartization in comparison with world analogs are revealed. The directions of implementation of smart technologies in the production, organizational, economic and social areas of steel enterprises are determined.*

© Амоша Олександр Іванович (Amosha Oleksandr), 2019; e-mail: admin@econindustry.org;

© Нікіфорова Віра Анатоліївна (Nikiforova Vira), 2019; e-mail: veranikiforova@ukr.net.

**Keywords:** steel industry; smart production; smart technology; world experience; production, organizational, economic and social areas of steel enterprises; “bottlenecks”; restraining factors.

References 27; Figure 1; Table 1.

У сучасному світі метал є одним з найзатребуваніших товарів, який використовується в багатьох сферах людського життя – від будівельних споруд і транспорту до найсучасніших обладнання та гаджетів. Металургія перебуває на початку більшості ланцюжків створення вартості, поставляючи життєво необхідні сировину і матеріали для таких видів економічної діяльності, як виробництво металевих виробів, машинобудування, будівництво, енергетика, добувна промисловість тощо. Тому її ефективний розвиток є основою підвищення конкурентоспроможності інших секторів економіки та гармонізації відносин з суспільством у питаннях охорони навколишнього середовища та забезпечення соціальних гарантій для працівників.

В Україні металургійна промисловість, з одного боку, залишається одним з основних видів промислової діяльності, забезпечуючи до 16% загального обсягу реалізованої промислової продукції та понад 200 тис. робочих місць, що робить її стратегічно важливою для майбутнього розвитку економіки, а з іншого – незважаючи на досить великі обсяги виплавки сталі, вона практично не впливає на світовий металоринок і продовжує втрачати лідируючі позиції як на міжнародній арені, так і на внутрішньому ринку через катастрофічно низьке споживання металопродукції всередині країни та незадовільний рівень інноваційності. Це актуалізує визначення нових шляхів розвитку вітчизняної металургії в умовах переоцінки проблем, чинників, завдань і перспектив промислового розвитку в Україні та світі в контексті нових викликів четвертої промислової революції.

У глобальному вимірі питання розвитку металургійної промисловості є предметом серйозних досліджень таких міжнародних організацій, як Всесвітній економічний форум (ВЕФ), Глобальний інститут McKinsey (McKinsey Global Institute – MGI), Світова організація виробників сталі (Worldsteel), Комітет зі сталі ОЕСР (OESD Steel Committee), чії публікації охоплюють широкий спектр питань галузевої діяльності у світі та в окремих регіонах і країнах. В останні роки ці організації значну увагу приділяють проблемам і перспективам розвитку металургії в умовах нової індустріалізації, основою якої є “розумні” (смарт) виробництва, що базуються на використанні найсучасніших діджитал-інструментів на всіх етапах життєвого циклу металопродукції – від видобування сировини до її утилізації. Результатом має стати не тільки підвищення ефективності діяльності металургійних підприємств, але й забезпечення сталого розвитку галузі з акцентом на зростанні її екологізації, ресурсоефективності та соціальної захищеності працівників \* [1; 2; 3].

\* Mining & Metals in a Sustainable World 2050 / World Economic Forum // Industry Agenda. – 2015. – September. – 44 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_MM\\_Sustainable\\_World\\_2050\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_MM_Sustainable_World_2050_report_2015.pdf); Digital Transformation Initiative. Mining and Metals Industry / World Economic Forum // White Paper. – 2017. – January. – 36 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wef-dti-mining-and-metals-white-paper.pdf>.

Практичним аспектам становлення металургійних виробництв майбутнього присвячено дослідження фахівців великих міжнародних металургійних компаній, серед яких провідне місце займають Tata Steel [4], ArcelorMittal \*, POSCO \*\* та ін.

В Україні у сфері дослідження різноманітних аспектів розвитку металургійної промисловості значний доробок має Інститут економіки та прогнозування НАН України, де на особливу увагу заслуговують праці В.В. Венгера [5; 6], В.К. Хаустова [6], Ю.В. Кіндзерського [7]. Техніко-технологічний аспект і загальні питання галузевої діяльності дістали відображення в дослідженнях Інституту чорної металургії імені З.І. Некрасова НАН України, де варто виокремити праці В.І. Большакова і Л.Г. Тубольцева [8; 9], А.І. Бабаченка [9]. Широке коло питань діяльності української металургії з акцентом на державній промисловій політиці у галузі протягом багатьох років розглядали у своїх наукових статтях В.Л. Мазур [10; 11] і М.В. Тимошенко [11].

У публікаціях українських дослідників досить ґрунтовно висвітлено стан і тенденції розвитку світового металоринку та особливості місця на ньому України [12; 13; 14], приділено увагу проблемам підвищення енергоефективності металургійних підприємств [15; 16] та їх екологізації [17].

Водночас в українській науці бракує актуальних досліджень напрямів стратегічних перетворень у галузі в умовах швидкого розвитку новітніх технологій і системної кризи в діяльності вітчизняної металургійної промисловості.

Отже, **мета статті** – виявити ключові особливості та наслідки впровадження “розумних” рішень і технологій у виробничій, організаційно-економічній і соціальній сферах діяльності металургійних підприємств порівняно із світовими лідерами для визначення “точок дотику”, “вузьких” місць і стримуючих факторів розбудови смарт-металургії в Україні.

Оскільки становлення “розумної” промисловості (smart industry) та “розумного” виробництва (smart manufacturing) в історичному вимірі почалося зовсім недавно, єдиного й остаточного визначення терміна “металургійна смарт-промисловість” не існує. Виходячи з визначення смарт-виробництва, наданого Національним інститутом стандартів і технологій США (National Institute of Standards and Technology – NIST) \*\*\*, та спираючись на дослідження відмінних особливостей промислового смарт-підприємства і смарт-промисловості, проведене академіком НАН України В.П. Вишневським \*\*\*\*, під металургійною смарт-промисловістю ми розуміємо комплекс інтегрованих металургійних виробництв –

\* Digital transformation at ArcelorMittal Europe – what, why and how we’re doing it // Europe media day. – Paris. – 2017. – November 28. – 20 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://corporate.arcelormittal.com/~media/Files/A/ArcelorMittal/news-and-media/news/2017/digital-transformation-at-arcelormittal-europe-presentation.pdf>.

\*\* The 4th Industrial Revolution and Its Impact on the Future Steel Industry and Steel Demand / OECD Steel Committee Meeting 2017. POSCO Research Institute. – 2017. – September 28. – 23 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.oecd.org/industry/ind/Item\\_4a\\_3\\_POSCO\\_Yong\\_doo\\_Cho.pdf](https://www.oecd.org/industry/ind/Item_4a_3_POSCO_Yong_doo_Cho.pdf).

\*\*\* Смарт-виробництво – це повністю інтегровані корпоративні виробничі системи, які здатні в режимі реального часу реагувати на мінливі умови виробництва, вимоги мереж поставок і задовольняти потреби клієнтів (Product Definitions for Smart Manufacturing / NIST. – 2018. – December 03 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.nist.gov/programs-projects/product-definitions-smart-manufacturing>).

\*\*\*\* Промислове смарт-підприємство – гнучке кіберфізичне виробництво, що забезпечує точне налаштування на споживача і ґрунтується на використанні великих даних; смарт-промисловість – комплекс смарт-підприємств, об’єднаних через глобальні комп’ютерні мережі з дослідниками, розробниками, постачальниками, дистриб’юторами, кінцевими споживачами та ін. [18].

кіберфізичних систем, об'єднаних за допомогою діджитал-технологій з усіма контрагентами, здатних у режимі реального часу адаптуватися до мінливих умов зовнішнього та внутрішнього середовища та орієнтованих на споживача.

Розпочати дослідження доцільно з узагальнення особливостей і ключових напрямів становлення металургійних смарт-виробництв у зарубіжних країнах для виявлення позитивного й негативного досвіду впровадження “розумних” рішень і технологій у виробничій, організаційно-економічній і соціальній сферах діяльності металургійних підприємств.

#### **Світовий досвід становлення металургійних смарт-виробництв \***

Історичними передумовами становлення металургійних смарт-виробництв у світовому масштабі є успішний розвиток галузі протягом трьох попередніх промислових революцій і значна роль металу в економіці. Він є і залишатиметься одним з основних конструкційних матеріалів. Актуальність використання “розумних” технологій у металургії пов'язана з можливістю підвищення ефективності її діяльності, необхідністю відповідати сучасним вимогам металоспоживаючих і пов'язаних галузей у результаті поступового “стирання” меж між видами діяльності. Необхідність смартизації металургійної промисловості вбачається в її майбутньому поступальному розвитку, адже невідповідність вимогам контрагентів може стати причиною ускладнень або навіть неможливості виробництва і збуту металопродукції.

Ядро розвитку металургійних смарт-виробництв формують новітні цифрові технології, які забезпечують суперсучасні інтерфейси для взаємодії людини і техніки: інтернет речей, великі дані, хмарні технології, штучний інтелект, смарт-пристрої (лічильники, сенсори, датчики), візуалізація, “розумні” машини і механізми, адитивні технології (в основному 3D-друк) тощо \*\*.

Їх використання спрямовано на подальшу цифровізацію продукції, послуг і всієї бізнес-моделі металургійних компаній, істотне посилення клієнтоорієнтованості завдяки первинній орієнтації на портфель замовлень, роботу в режимі реального часу і зміну вимог до робочої сили з акцентом на поєднанні “робочих” навичок з можливістю оперувати передовими технологіями на основі безперервного навчання.

Одним із світових лідерів запровадження смарт-технологій у металургії є південнокорейська компанія POSCO, яка, виходячи за межі традиційної промисловості, прагне до трансформації шляхом інтеграції інформаційних і комунікаційних технологій, штучного інтелекту (AI – Artificial Intelligence) та великих даних на своїх виробничих майданчиках. Компанія реалізує корпоративну стратегію “Смартизація” (Smartization), згідно з якою планується значно збільшити випуск металопродукції з високою доданою вартістю та додати несталеві сегменти технологій, що з'явилися в епоху четвертої промислової революції (зокрема, випуск акумуляторних батарей, будівництво та хімічну інженерію) \*\*\*.

\* Більш докладно це питання досліджено у [19].

\*\* “Промышленность 4.0”: создание цифрового предприятия. Основные результаты исследования по металлургической отрасли, 2016. – 12 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.pwc.kz/en/publications/new-2016/metal-key-finding-rus.pdf>; Digital Transformation Initiative. Mining and Metals Industry / World Economic Forum. In collaboration with Accenture // White Paper. – 2017. – January. – 36 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wef-dti-mining-and-metals-white-paper.pdf>.

\*\*\* Posco transforming towards smart, green manufacturing // The Korea Herald. – 2018. – February 20 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20180220000763>.

Для досягнення мети на початку 2018 р. POSCO підписала меморандум про взаєморозуміння з компанією General Electric (GE) для розробки гібридної смарт-заводської платформи під назвою PosFrame+, яка являє собою комбінацію смарт-заводської платформи POSCO PosFrame, здатної візуалізувати необхідні для роботи металургійних комбінатів дані, та смарт-заводського рішення Asset Performance Management компанії GE (APM GE), яке надсилає ранні попередження на основі системи прогнозування відмов, допомагаючи підтримувати оптимальний стан обладнання та швидкість експлуатації. По завершенні проекту компанія планує експортувати платформу з метою привнесення істотних змін у виробничий сектор. Результатом запровадження PosFrame+ має стати підвищення ефективності та безпеки металургійних заводів із збільшенням частки продукції з високою доданою вартістю, тобто продуктів World Premium, до 60% усіх продажів металопродукції. На реалізацію проектів щодо запровадження “розумних” рішень і технологій POSCO у 2018 р. планувала витратити 3,9 млрд. дол., збільшивши обсяг фінансування понад 60% порівняно з попереднім роком.

Іншим прикладом успішного використання смарт-технологій у своїй діяльності є компанія ArcelorMittal. Зокрема, цифровізація відносин з клієнтами передбачає використання автоматизованих трансакцій (електронний обмін даними, автоматичне сканування замовлень, електронне виставлення рахунків), унаслідок чого 99% підтверджень замовлень надсилаються в електронному вигляді і 60% рахунків є безпаперовими; забезпечує наочну видимість ланцюжка поставок за допомогою порталу Steeluser.com, яким щодня користуються 90% клієнтів для відстеження замовлень, отримання сповіщень, перегляду документів і сертифікатів, надання інших послуг; пропонує застосування нових мобільних додатків і веб-сервісів (SteelAdvisorapp, Quality app, Track&Traceapp, Constructaliaweb portal) для полегшення тисяч щоденних контактів з клієнтами. Смартизація доменного переліду забезпечує віддалений моніторинг параметрів доменної печі у режимі реального часу, інтеграцію з ключовими моделями та експертними системами наведення, сприяє ранньому виявленню проблем, підтримує розвиток універсальної бази знань і процес обміну кращими практиками тощо \*. У 2018 р. витрати компанії на НДДКР (R&D) становили 300 млн. дол., з яких приблизно третину було направлено на інновації для автомобільної промисловості, внаслідок чого ArcelorMittal є лідером з випуску передових високоміцних сталей у країнах – членах ЄС і НАФТА та має визнання серед основних автовиробників \*\*.

Головна мета становлення металургійних смарт-виробництв полягає в підвищенні адаптивності галузі до динамічних змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі. Її досягненню сприяє впровадження “розумних” рішень і технологій у виробничій, організаційно-економічній і соціальній сферах діяльності металургійних підприємств, які дещо відрізняються спрямованістю та цілями використання тих чи інших технологій, строками їх опанування та обсягом необхідних капіталовкладень.

У *виробничій сфері* основними напрямками смартизації виступають зниження собівартості та ресурсомісткості виробництва з підвищенням його екологічності за рахунок оптимізації роботи обладнання в режимі реального часу та розробка нових

\* Digital transformation at ArcelorMittal Europe – what, why and how we’re doing it / Europe media day. – Paris. – 2017. – November 28. – 20 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://corporate.arcelormittal.com/~media/Files/A/ArcelorMittal/news-and-media/news/2017/digital-transformation-at-arcelormittal-europe-presentation.pdf>.

\*\* 2018 Financial Results and Strategic Update / ArcelorMittal. – 2019. – February 7. – 54 p. – P. 51 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://corporate.arcelormittal.com/~media/Files/A/ArcelorMittal/investors/results/previous-results/2018/q4-2018-analysts-slides.pdf>.



продуктів і матеріалів відповідно до індивідуальних запитів клієнтів навіть за умови невеликого обсягу замовлення \*. Дана сфера найменш швидко переорієнтується на “розумні” рейки, що зумовлено потребою в істотних капіталовкладеннях і часі для здійснення значущих відкриттів, особливо на вже працюючих підприємствах, де мають бути максимально використані наявні виробничі активи.

В *організаційно-економічній сфері* активно впроваджується цифровізація продукції, послуг і всієї бізнес-моделі, яка разом із змінами у корпоративному управлінні та організаційній структурі компаній і прискоренням горизонтальної та вертикальної інтеграції ланцюжків створення вартості забезпечує істотне підвищення клієнтоорієнтованості, сприяє розвитку електронної торгівлі, покращенню післяпродажного обслуговування та зниженню собівартості продукції \*\*. Смартизація цієї сфери відбувається набагато швидше, ніж інших, завдяки меншому проміжку часу, необхідного для впровадження й окупності смарт-технологій (часто не більше двох років) і тіснішій взаємодії з технологічно прогресивними видами діяльності (фінансами і логістикою).

У *соціальній сфері* використання “розумних” технологій спрямовано на покращення умов і посилення безпеки праці, пріоритетний розвиток цифрової культури і зростання персональної відповідальності співробітників завдяки підвищенню горизонтальної інтеграції ланцюжків створення вартості \*\*\*. Її смартизація відбувається повільніше, ніж організаційно-економічної, з причини досить суб’єктивного сприйняття працівниками цифрових змін, які відбуваються на підприємстві й можуть стати причиною їх звільнення.

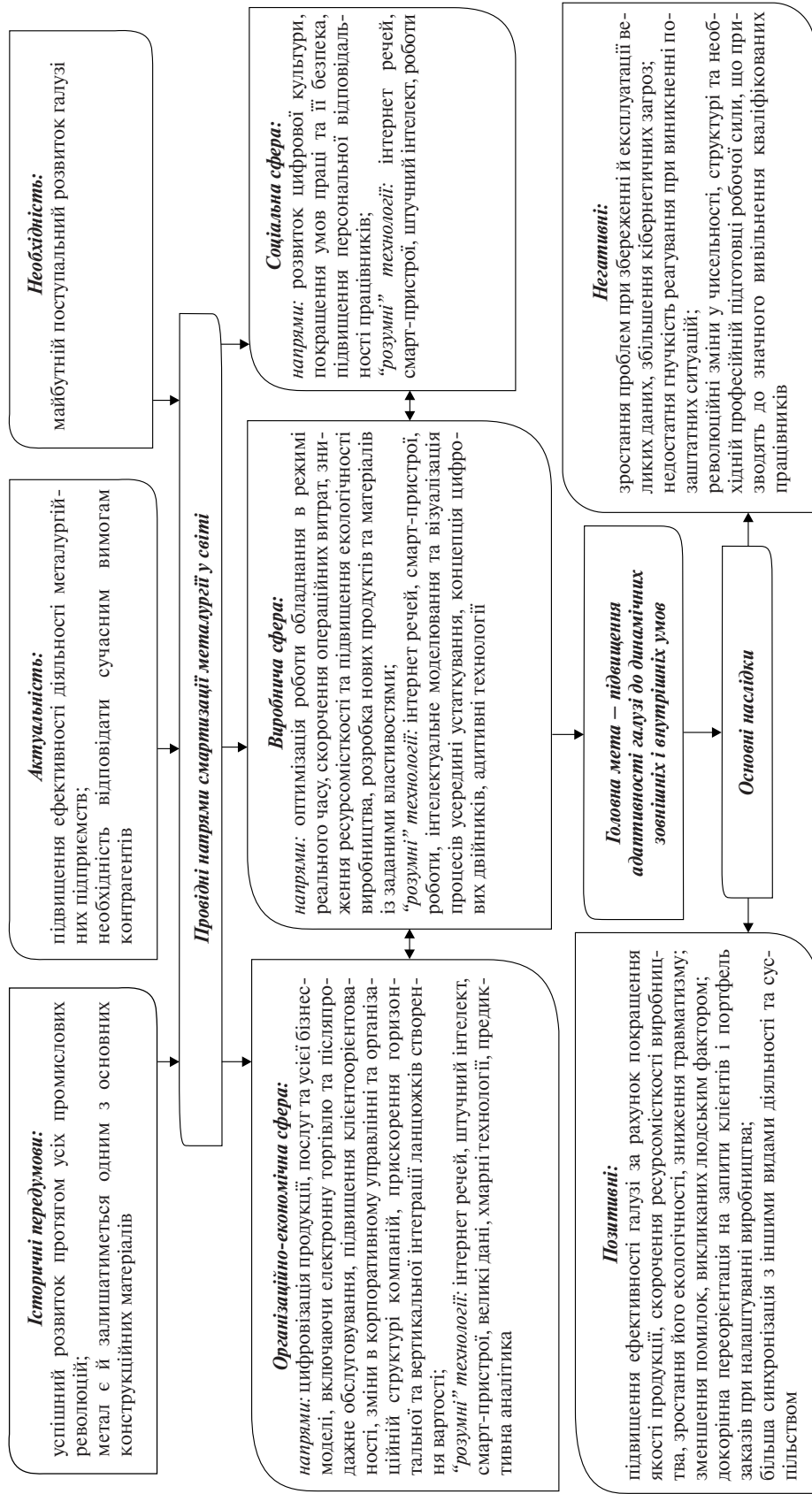
Ключовими позитивними наслідками використання смарт-технологій у металургійній промисловості є підвищення її ефективності та клієнтоорієнтованості, негативними – істотне зростання кібернетичних загроз і загроза вивільнення працівників у короткостроковій перспективі. Зміна ролі людини у виробничому процесі, на нашу думку, є більш неоднозначною, оскільки може як привести до зменшення викликаних людським фактором помилок, так і стати причиною недостатньої гнучкості реагування при виникненні форс-мажорних ситуацій, адже навіть найсучасніші технології є стандартизованими і не спроможні креативно відповісти на всі виклики зовнішнього середовища.

Узагальнену логічну схему становлення металургійних смарт-виробництв у світі подано на рисунку.

\* Прикладом можуть бути розробка і подальше успішне використання компанією POSCO технології “смарт-рішення для контролю ваги покриття на основі штучного інтелекту” (smart solution for coating weight control based on AI) на лінії безперервного цинкування (CGL – Continuous Galvanizing Line) при виробництві автомобільного листа. У результаті застосування автоматизованого режиму на основі AI відхилення ваги покриття було знижено в 14 разів порівняно з ручним управлінням – з 7 до 0,5 г на м<sup>2</sup> (POSCO: The world’s first smart factory to introduce artificial intelligence / MarketScreener. – 02/23/2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.marketscreener.com/POSCO-6494927/news/POSCO-The-world-s-first-smart-factory-to-introduce-artificial-intelligence-23935206/>).

\*\* Зокрема, ArcelorMittal Bremen (м. Бремен, Німеччина) впровадженням системи розміщення виробництва SASKIA добився підвищення гнучкості та ефективності виробництва за рахунок того, що диспетчери та центр контролю виробництва тепер мають однакове бачення ситуації, і така прозорість забезпечує спільний процес прийняття рішень у будь-який час. Крім того, за допомогою інтеграційної платформи AMBus (ArcelorMittal Bremen Bus) на підприємстві досягається інтеграція планування виробництва, бази даних матеріалів, дислокаційної системи, виробничих потужностей та інших систем (Industry 4.0 – Establishment of a Smart Factory for ArcelorMittal Bremen / OHB Digital Services GmbH [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.ohb-ds.de/en/economic-sectors/overview-of-sectors/183-industry/270-industry-4-0-establishment-of-a-smart-factory-for-arcelormittal-bremen>).

\*\*\* Наприклад, для залучення молодих спеціалістів і підвищення рівня цифрової культури компанія ArcelorMittal Belgium (м. Гент, Бельгія) у вересні 2017 р. провела хакатон – захід,



**Рис. Становлення металургійних смарт-виробництв у світі: особливості, напрями і наслідки**

Побудовано авторами.

### Особливості розвитку української металургії на смарт-засадах

Для виявлення особливостей смартизації металургії України доцільно проаналізувати ключові передумови та проблеми, з якими стикається галузь на шляху до розвитку на “розумних” засадах, і розпочати треба з сучасного стану, місця й ролі металургійної промисловості в українській економіці та на глобальному ринку.

Металургія, з одного боку, залишається одним з основних видів промислової діяльності, забезпечуючи до 16% загального обсягу реалізованої промислової продукції та більш як 40% промислової продукції, яка йде за межі країни; п'яту частину товарного експорту і більш як 10 млрд. дол. експортної виручки; понад 200 тис. робочих місць і майже 10% у доданій вартості за витратами виробництва підприємств \*, що робить її стратегічно важливою для майбутнього розвитку вітчизняної економіки. З іншого, галузь відрізняється високим рівнем ресурсомісткості виробництва і низьким рівнем його екологічності. На металургію припадає понад 25% викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, тоді як витрати на охорону навколишнього природного середовища займають лише 15% їх загального обсягу. Металургійна промисловість споживає більш як 20% усієї електро- та понад 25% теплоенергії, матеріальні витрати і витрати на оплату використаних у виробництві послуг становлять майже 90%. Це підштовхує галузь до рішучих змін і гостро ставить перед нею завдання підвищення ефективності виробництва.

У 2017 р. у світовому масштабі внаслідок істотного падіння обсягів виплавки сталі через військові дії на Донбасі Україна, за даними Worldsteel \*\*, втратила місце у десятці найбільших металовиробників, яке займала до 2016 р. включно, посівши 12-ту позицію і пропустивши вперед Італію і Тайвань. Незважаючи на досить великі обсяги металовиробництва, частка української металургії у глобальному обсягу виплавки сталі є невеликою і становить менш як 1,5%, що свідчить про низьку спроможність впливати на світовий металоринок і змушує підлаштовуватися під його тенденції. За загальними обсягами експорту металопродукції у 2017 р. Україна посідала 11-те місце і 4-те – як нетто-експортер сталевих виробів, проте такий високий “ранг” не є досягненням, а навпаки, робить металургію надзвичайно вразливою і залежною від коливань світової економіки.

Глобальні регіональні зміни виробництва та споживання металопродукції змушують Україну переглянути географічну структуру металоекспорту – араб-

---

де програмісти і технічні спеціалісти протягом короткого періоду часу співпрацювали для створення нового програмного забезпечення. 65 учасникам хакатона було надано 48 годин, щоб знайти креативне рішення для промислової головоломки, присвяченої зварювальним тріщинам. Оцінювання з подальшою грошовою винагородою загальним обсягом 8,5 тис. євро проводилося за чотирма категоріями: візуалізація, штучний інтелект, досвід з користування і краще загальне рішення. За словами М. Джела (M. Jehl), генерального директора ArcelorMittal Belgium, “цей перший хакатон, який вимагав від учасників пошуку творчого вирішення складної проблеми програмного забезпечення, ідеально вписується в наше мислення безперервних інновацій” (ArcelorMittal Belgium organises 'The Challenge', its first Industry 4.0 hackathon / ArcelorMittal Belgium. – Ghent. – 2017. – September 17 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://belgium.arcelormittal.com/en/the-challenge/>).

\* Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

\*\* World Steel in Figures 2017 / World Steel Association. – 2017. – 32 p. – P. 9, 27 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:0474d208-9108-4927-ace8-4ac5445c5df8/World+Steel+in+Figures+2017.pdf>.



ський та азійський регіони самі швидко перетворилися на вагомих акторів світового та регіональних металоринків; європейський ринок, унаслідок погіршення стану та падіння основних показників діяльності галузі в Європі, переводить українську продукцію в зону ризику застосування антидемпінгових розслідувань через необхідність підтримки (хоча й непрямой) власних виробників; на металоринку СНД ситуація в останні роки ускладнилася через наявність політичних розбіжностей з Росією, яка завжди була одним з головних ринків збуту вітчизняної металопродукції.

До найбільших проблем розвитку металургійної галузі України на смарт-засадах можна віднести:

– *нерозвинутість внутрішнього ринку*: частка України у світовому обсягу споживання готової металопродукції у 2017 р. становила лише 0,3%, зменшившись майже у три рази порівняно з докризовим періодом 2000–2007 рр. \*. Це не тільки робить українську металургію критично залежною від зовнішнього ринку, але й заважає розвитку металоспоживаючих галузей, які виробляють готову продукцію з більшою доданою вартістю, і апробації інноваційних рішень. Саме наднизький рівень металоспоживання, а не наявність великого обсягу надлишкових сталеплавильних потужностей, як у більшості зарубіжних країн, є головною причиною надвиробництва металу в Україні;

– *надвиробництво металу*: у 2017 р. розрив між виплавою сталі та її споживанням на внутрішньому ринку становив 78,9%, або 16,8 млн. т \*\*, дещо знизившись порівняно з попередніми роками в результаті скорочення майже на 2 млн. т виробництва сталі в Україні на фоні практично незмінного обсягу споживання металопродукції. Це свідчить про те, що сталева продукція не затребувана на внутрішньому ринку, наслідком чого є життєва необхідність її експорту, що ставить галузь у залежність від зовнішніх ринків збуту;

– *низький інноваційний рівень металургійної галузі та економіки України в цілому*: за даними 2019 р. Bloomberg Innovation Index, Україна втратила сім позицій порівняно з попереднім результатом, посівши 53-тє місце серед 95 аналізованих країн [20]; за рівнем готовності до *виробництва майбутнього* в контексті четвертої промислової революції наша держава належить до країн, у яких воно тільки зароджується (nascent countries), і займає 43-тє сходинку із 100 за показником структури виробництва (structure of production) та 63-тє – за показником драйверів виробництва (drivers of production); найгірший результат спостерігається в рівні розвитку інституційного середовища (driver: institutional framework) – 94-та сходинка \*\*\*.

\* Розраховано авторами за: Steel Statistical Yearbook 2018 / World Steel Association, 2018. – 122 р. – Р. 85, 87 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:e5a8eda5-4b46-4892-856b-00908b5ab492/SSY\\_2018.pdf](https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:e5a8eda5-4b46-4892-856b-00908b5ab492/SSY_2018.pdf); Steel Statistical Yearbook 2007 / World Steel Association, 2007. – 104 р. – Р. 83, 85 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:5a3cd3bc-79f9-44e5-ac54-ed231832cb21/Steel+statistical+yearbook+2007.pdf>.

\*\* Розраховано авторами за: Steel Statistical Yearbook 2018 / World Steel Association, 2018. – 122 р. – Р. 1–2, 85, 87 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:e5a8eda5-4b46-4892-856b-00908b5ab492/SSY\\_2018.pdf](https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:e5a8eda5-4b46-4892-856b-00908b5ab492/SSY_2018.pdf); Steel Statistical Yearbook 2007 / World Steel Association, 2007. – 104 р. – Р. 10, 12, 83, 85 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:5a3cd3bc-79f9-44e5-ac54-ed231832cb21/Steel+statistical+yearbook+2007.pdf>.

\*\*\* Readiness for the Future of Production Report 2018 / World Economic Forum. Insight Report. In collaboration with A.T. Kearney. – 2018. – 254 р. – Р. 9, 12, 241 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf).

Загальне відставання України за рівнем інноваційного розвитку негативно позначається на інноваційній активності металургійної галузі: у 2017 р. менш як 20% металургійних підприємств проводили інноваційну діяльність, на які припадало приблизно 10% у загальному обсягу витрат на інноваційну діяльність у промисловості. Серед інноваційно активних підприємств інноваційні процеси впроваджували менш як 75% компаній, у тому числі маловідходні та ресурсозберігаючі – лише 45%, трохи більше половини впроваджували інноваційні види продукції, проте нові для ринку – тільки 11%. Частка маловідходних і ресурсозберігаючих технологій у загальній кількості впроваджених нових технологічних процесів на металургійних підприємствах становила приблизно 30%, як і частка нових для ринку найменувань освоєних інноваційних видів продукції. Реалізацію інноваційної продукції здійснювали приблизно 10% металургійних компаній, у тому числі нової для ринку продукції – лише 2,5%. Питома вага інноваційної продукції у загальному обсягу реалізованої металургійної продукції не перевищувала 1%\*;

– *відсутність комплексної довгострокової стратегії розвитку металургійної промисловості*: дія попередньої “Державної програми розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу на період до 2011 року” закінчилася більш як сім років тому, і всі наступні нормативні документи стосовно промислового розвитку України лише фрагментарно відображали пріоритетні напрями діяльності галузі, які мали відповідати потребам країни та сучасним трендам розбудови виробництва майбутнього.

Через загальне відставання України за рівнем інноваційної активності та негативні тенденції в розвитку металургії процес розробки і впровадження смарт-рішень у галузі перебуває на початковому порівняно із світовими лідерами етапі.

Великі металургійні підприємства, які є “локомотивами” галузі, досить повільно переходять до використання “розумних” технологій. Як окремі позитивні приклади можна назвати компанію “Інтерпайп”, яка у зв’язку з переорієнтацією на зарубіжні ринки збуту з більш жорсткими умовами виконання замовлень змушена була змінити підхід до роботи, побудувавши єдине інформаційне управлінське середовище за допомогою впровадження комплексної ERP-системи IT-Enterprise. Це дозволило забезпечити відстежуваність стану виконання замовлення в режимі реального часу на всіх етапах виробництва – від лиття заготовки до відвантаження готової продукції, скоротити час ідентифікації продукції протягом технологічного процесу, автоматизувати облік використання обладнання та його простоїв, підвищити швидкість документального оформлення тощо [21]. За рахунок використання даної ERP-системи в “Інтерпайп” на 20% скоротився час узгодження замовлень і на 45% підвищилась ефективність виробничого персоналу\*\*.

Також компанією реалізовано проект запровадження IT-Enterprise.SmartEAM для автоматизації управління основними виробничими фондами. В єдиній інформаційній системі містяться всі дані про виробниче обладнання підприємств та його обслуговування: від класифікації обладнання та обліку простоїв до закупівель запчастин для необхідних ремонтних робіт. Одним з основних елементів IT-сис-

\* Наукова та інноваційна діяльність України, 2017 рік : стат. зб. ; [відп. за випуск О.О. Кармазіна]. – К. : Державна служба статистики України, 2018. – 178 с. – С. 87–108.

\*\* Інтерпайп – проекты цифровой трансформации производства / IT-Enterprise [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.it.ua/ru/cases/article/interpipes-digital-transformation-of-manufacturing>.

теми є автоматизований облік використання обладнання та його простоїв. Дані про час роботи основного устаткування в автоматичному режимі збирають встановлені на виробничих лініях контролери. Причини простоїв в інформаційну систему підприємства вносять майстри дільниць з комп'ютерів у цеху або з мобільних пристроїв. Модуль управління основними виробничими фондами постійно поповнюється новою інформацією та розширює можливості роботи користувачів. Результатом його застосування стало скорочення на 2 дол. вартості обслуговування виробничого обладнання на 1 т виробленої продукції, підвищення на 2% коефіцієнта технічної готовності при зростанні завантаженості виробничих фондів у два рази і зменшення на 30% часу простоїв виробничого обладнання \*.

Іншим прикладом використання смарт-рішень в українській металургії є Група “Метінвест”, яка для забезпечення по всьому виробничому ланцюжку централізованого управління підприємствами, що входять у холдинг, та створення єдиного інформаційного простору трансформувала ІТ-службу в окрему компанію “Метінвест Діджитал”, чиїм основним видом діяльності є консультаційні послуги в галузі комп'ютерних технологій \*\*. Зокрема, компанія застосувала машинне навчання для покращення якості прогнозування споживання газу на печах відпалу металу в цеху холодного прокату та сталеплавильних печах на металургійному заводі “Запоріжсталь”.

За словами генерального директора “Метінвест Діджитал” С. Детюка, “машинне навчання дає у два рази більш точні й стабільні результати, ніж стандартні аналітичні моделі. А подальше накопичення даних поступово покращує модель і дозволяє застосовувати додаткові алгоритми прогнозування. Такі проекти ще раз підтверджують, що інвестиції у збирання даних і автоматизовану систему управління технологічним процесом дають максимальну віддачу в результаті застосування аналітичних моделей і машинного навчання. І ми готові продовжувати розвиток у цьому напрямі. Наші наступні кроки: плануємо використовувати підходи Data Science і технології машинного навчання для оптимізації витрат феросплавів” \*\*\*.

Істотне відставання української металургії від світових аналогів за темпами розвитку галузі та використання смарт-технологій зумовлюють відмінності й особливості її майбутньої розбудови на “розумних” засадах (табл.).

Якщо мета, історичні передумови та необхідність впровадження смарт-рішень у сталевиробництві України є подібними до глобальних трендів, то їх актуальність дещо відрізняється та більшою мірою пов'язана з можливістю зниження витрат завдяки використанню новітніх технологій, адже вітчизняний металоринок є нерозвинутим, отже, немає потреби задовольняти посилені вимоги внутрішніх споживачів, тоді як зовнішні ринки досить нестабільні й характеризуються дуже високим рівнем конкуренції.

\* Завдяки ІТ-Enterprise.SmartEAM час простоїв обладнання скоротився на 30% / ІТ-Enterprise [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.it.ua/cases/article/blagodarja-it-enterprisesmarteam-vremja-prostoev-oborudovanija-sokratilos-na-30>.

\*\* Диджиталізуємо це: зачём Метінвесту своя ІТ-компанія / METINVEST. – 2018. – 12 листопада [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://metinvestholding.com/media/news/207297>; Метінвест Діджитал / Система YouControl – онлайн-сервіс перевірки компаній [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://youcontrol.com.ua/ru/catalog/company\\_details/42485293/](https://youcontrol.com.ua/ru/catalog/company_details/42485293/).

\*\*\* Диджиталізацію неможливо завершити, вона стає частиною розвитку компанії / METINVEST. – 2019. – 26 червня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://metinvestholding.com/ru/media/news/207342?fbclid=IwAR3J1a474UMb1K8EGVB1e6jNxp6hH0cMQtENK1BFK3\\_NKNbOddDSw-n0LPY](https://metinvestholding.com/ru/media/news/207342?fbclid=IwAR3J1a474UMb1K8EGVB1e6jNxp6hH0cMQtENK1BFK3_NKNbOddDSw-n0LPY).

Таблиця

## Особливості смартизації металургійної промисловості в Україні порівняно із світовими лідерами \*

Показники	Характеристики
Історичні передумови	Ідентичні
Актуальність	Зосереджена на підвищенні ефективності та конкурентоспроможності галузі
Необхідність	Ідентична
Мета	Ідентична
<b>Сфери діяльності металургійних підприємств</b>	
виробнича	відрізняється від світових аналогів за темпами та обсягом впровадження смарт-технологій, зосереджуючись на оптимізації роботи обладнання в режимі реального часу та скороченні операційних витрат на основі використання інтернету речей, смарт-пристроїв, штучного інтелекту
організаційно-економічна	розвивається в руслі світових трендів, зосереджуючись на цифровізації продукції та послуг, підвищенні клієнтоорієнтованості, змінах у корпоративному управлінні та організаційній структурі компаній на основі використання інтернету речей, штучного інтелекту, смарт-пристроїв, предиктивної аналітики
соціальна	частково спрямована на покращення умов праці та її безпеку на основі використання інтернету речей і смарт-пристроїв
<b>Наслідки</b>	
позитивні	в основному ідентичні, проте ефект може бути меншим
негативні	в основному ідентичні, проте ефект може бути більшим

\* Складено авторами.

Як приклад: щорічні темпи зростання в основних вітчизняних металоспоживаючих видах діяльності (машинобудуванні, будівництві, добувній промисловості) протягом останніх років в основному були від'ємними, крім невеликого піднесення у 2016–2017 рр., що більшою мірою пов'язано з низькою базою порівняння \*; в енергетиці частка відновлювальних джерел енергії, включно з гідроенергетичними потужностями, роль яких у розвинутих країнах стає дедалі більш значущою та потребує додаткових обсягів удосконаленої металопродукції, в генерації електроенергії України у 2015 р. становила лише 5% \*\*, тоді як в Європі цей показник був на рівні 30% [22, р. 9].

Напрями та обсяг впроваджуваних смарт-технологій у виробничій, організаційно-економічній і соціальній сферах діяльності металургійних підприємств також мають національні відмінності.

У виробничій сфері досить широкого використання набули датчики для контролю роботи обладнання, які дають швидкий ефект у вигляді виявлення проблем його функціонування на ранніх стадіях, оптимізації споживання сировинних ресурсів, підвищення точності та обсягу даних щодо технологічного процесу всередині агрегатів тощо. Зібрана інформація інтерпретується штучним інтелектом, що

\* Статистичний щорічник України за 2017 рік : стат. зб. ; [за ред. І.Є. Вернера]. – К. : Державна служба статистики України, 2018. – 541 с. – С. 263, 360.

\*\* Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р. – Додаток 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>.

дозволяє уникнути помилок у майбутньому та змоделювати практично будь-який виробничий процес за допомогою концепції цифрових двійників [3].

Інтернет речей, який дозволяє управляти виробничим процесом у режимі реального часу та зв'язувати воедино всі його частини на великій території, дистанційно керувати роботою будь-якого пристрою та обладнання, підключених до єдиної системи, також дістав застосування на українських металургійних підприємствах. Проте його ефективне використання є можливим лише за безперервної роботи швидкісного Інтернету, до якого підключено відповідні смарт-пристрої, на всій території, яку охоплюють закупівля сировини та будь-якої необхідної техніки й технології, виробництво, збут, післяпродажне обслуговування та утилізація використаної продукції. В Україні цей процес далекий від завершення [23]. Якщо на самому підприємстві зазвичай забезпечується постійна робота Інтернету, то поза його межами, особливо ближче до сільської місцевості, покриття може бути нестабільним (у 2017 р. менш як 30% підприємств в Україні мали максимальну швидкість широкопasmового з'єднання з мережею Інтернет 100 Мбіт/с і вищу\*), що ускладнює здобуття переваг від використання даної “розумної” технології.

Застосування роботів, які можуть використовуватися при дефіциті робочої сили і на небезпечних ділянках виробництва, у вітчизняній металургії не дістало значного поширення, адже є дорожчим за звичайних робітників, рівень оплати праці яких досить низький порівняно з передовими країнами. Так, в Україні середньомісячна заробітна плата у галузі у 2017 р. становила 316,69 дол., або 280,73 євро\*\*, тоді як у США – 3790 дол.\*\*\*, у країнах ЄС-28 – приблизно 4166 євро (станом на 2016 р.)\*\*\*\*.

Розробка принципово нових продукції та матеріалів також не притаманна вітчизняній металургії, адже потребує значних капіталовкладень і часу на наукові дослідження та не затребувана на зовнішніх ринках, які здебільшого переорієнтовуються на виробництво власних інноваційних продуктів. В основному металурги поставляють на ринок продукцію, яку можна назвати вдосконаленою (посилені вимоги до механічних властивостей, нетиповий хімічний склад, нове покриття або профілерозмір). І хоча цей процес є необхідним для поточної діяльності металургійних підприємств для задоволення вимог клієнтів і частково відповідає концепції смартизації, його не можна вважати повноцінною складовою четвертої промислової революції.

3D-друк в осяжному майбутньому також не дістане широкого застосування в українській металургійній промисловості через необхідність імпортувати як, власне, 3D-принтери, так і дорогий порошок для роздруковування металопродукції.

\* Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах за 2017 рік / Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

\*\* Розраховано авторами на основі даних щодо середньомісячної заробітної плати за видами промислової діяльності з урахуванням середньорічного офіційного курсу гривні до долара та євро, встановленого Національним банком України (Динаміка середньомісячної заробітної плати за видами економічної діяльності промисловості у 2010–2018 роках / Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2014/gdn/prc\\_rik/prc\\_rik\\_u/dszpPD\\_u.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2014/gdn/prc_rik/prc_rik_u/dszpPD_u.html); Статистичний щорічник України за 2017 рік : стат. зб. ; [за ред. І.Є. Вернера]. – К. : Державна служба статистики України, 2018. – 541 с. – С. 231).

\*\*\* Розраховано авторами за: Occupational Employment and Wages / U.S. Bureau of Labor Statistics. – 2017. – May [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.bls.gov/oes/2017/may/oes514052.htm>.

\*\*\*\* Розраховано авторами за: Annual detailed enterprise statistics for industry / Eurostat [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu>.



Крім того, в Україні немає значного попиту на унікальну продукцію, для якої був би потрібен тривимірний друк. Це зумовлено нерозвинутістю металоспоживаючих галузей, які в усьому світі найбільш широко використовують роздруковані на 3D-принтері сталеві вироби (аерокосмічна, транспортне та енергетичне машинобудування [24, с. 38–39]), тоді як традиційний спосіб металовиробництва для продукції, що є основною для вітчизняної галузі (наприклад, арматури), сьогодні набагато дешевший [25; 26].

В *організаційно-економічній сфері* запровадження “розумних” технологій, як і в усьому світі, відбувається найбільш стрімко завдяки усвідомленню невідворотності та докорінної переорієнтації виробництва готової продукції на запити клієнтів. Крім того, через значну експортоорієнтованість галузі українські металургійні підприємства не можуть залишатись осторонь пришвидшеної цифровізації, особливо фінансово-логістичних операцій, притаманної зарубіжним контрагентам, що змушує їх відмовлятися від роботи “на вал”, вносити відповідні зміни в організаційну структуру компаній (винесення та агрегування деяких функцій – фінанси, ІТ-сектор, ремонтні роботи, управління персоналом, закупівлями, збутом – в окремих підрозділах), перебувати на зв’язку в режимі реального часу з клієнтами та постачальниками тощо.

Нині вітчизняні металургійні компанії впроваджують системи управління ресурсами підприємства (ERP-системи – Enterprise Resource Planning), які призначені для автоматизації управління виробничими і фінансовими потоками, складськими запасами та отримання інформації про їх динаміку з різним ступенем охоплення і глибиною проникнення й дозволяють значно прискорити збирання та аналіз даних, оцінку потенціальних ризиків, прийняття рішень при одночасному скороченні персоналу.

У *соціальній сфері* сьогодні практично відсутні зміни під впливом смарт-технологій, за винятком деякого покращення умов і безпеки праці за рахунок використання спеціального обладнання та зменшення фізичної присутності працівників на небезпечних ділянках. У майбутньому це може стати проблемою внаслідок незворотності таких змін, до яких галузь буде не готова. Крім того, в Україні відсутні комплексні централізовані програми адаптації та перекваліфікації металургійних працівників, які можуть вивільнитися після смартизації металургійної промисловості.

Основні *наслідки розвитку металургії на “розумних” засадах* в Україні здебільшого подібні до загальносвітових і зосереджуються на змінах ефективності діяльності металургійних підприємств, трансформаціях на ринку праці, кібербезпеці та відносинах з контрагентами. Проте у вітчизняній металургійній промисловості ефект від позитивних наслідків використання “розумних” технологій може бути нижчим, а від негативних – навпаки, вищим через незадовільний стан галузі та в цілому неготовність країни до сприйняття впроваджуваних смарт-рішень. Загальне відставання у масштабах, швидкості та глибині використання смарт-технологій в економіці та суспільстві посилює залежність української металургії від зарубіжних розробок та нав’язує наздоганяючу стратегію розвитку.

Поступовому зменшенню розриву в смартизації вітчизняної металургійної промисловості порівняно із світовими лідерами може сприяти переведення розвитку металургійних підприємств і державної галузевої політики у русло “довгих інтересів” на основі державно-приватного партнерства з наданням пріоритету розробці й подальшому комерційному впровадженню інновацій в усіх сферах життя країни. Це допоможе точніше визначити і реалізувати стратегічні напрями

діяльності галузі, які відповідатимуть як найсучаснішим трендам становлення “розумної” металургії в контексті четвертої промислової революції, так і цілям та інтересам усього суспільства, а також вирішити проблему обсягів і пріоритетних напрямів фінансування та державної підтримки науково-технологічних і соціально-економічних змін у процесі становлення смарт-виробництв\*.

Для металургійних підприємств необхідною також є спільна з професійно-технічними та вищими навчальними і науковими закладами участь у підготовці фахівців нового покоління з вищим рівнем цифрової культури, здатних до глибокого поєднання і всебічного застосування діджитал-технологій у реальному секторі економіки та готових до безперервного навчання.

Зважаючи на дуже низький рейтинг України за рівнем розвитку інституційного середовища з позицій готовності виробництва до четвертої промислової революції\*\*, вбачається доцільним удосконалення законодавчо-нормативної бази з урегулювання економічних механізмів та інституційних умов діяльності української промисловості та окремих галузей у контексті завдань розгортання смарт-виробництв, насамперед, стосовно визначення стратегічних рамкових цілей і завдань їх розвитку, державного стимулювання інноваційної діяльності, поліпшення інституційних умов взаємодії виробництва з наукою та інвесторами.

Як першочергові мають розглядатися такі заходи:

– розробка довгострокової “Стратегії розвитку металургійної промисловості України” як рамкової державної галузевої ініціативи щодо загального бачення та пріоритетних цілей становлення смарт-металургії з визначенням прозорих напрямів розвитку галузі, в реалізації яких заінтересована держава і які надалі матимуть її підтримку;

– розробка на основі чинної “Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року”\*\*\* плану дій щодо визначення напрямів і способів розв’язання галузевих проблем інноваційного розвитку;

\* Хоча вітчизняні металурги вкладають чималі фінансові ресурси в технічне переозброєння виробництва (наприклад, у 2018 р. “Метінвест” реалізував інвестиційну програму на суму 898 млн. дол. за рахунок власних коштів й із залученням кредитної лінії під гарантії експортного кредитного агентства), проведено модернізацію не завжди можна вважати “розумною”. Так, будівництво машини безперервного лиття заготовок (43,2 млн. євро), капітальний ремонт доменної печі (145 млн. дол.) із запуском установки вдування пиловугільного палива, реконструкція газоочисних систем аглофабрики (140 млн. дол.) є необхідними заходами для покращення конкурентних позицій компанії на традиційних ринках, проте вони належать, скоріше, до третьої промислової революції, значно відстаючи від світових аналогів, зокрема, від ArcelorMittal Belgium, де розпочато проект вартістю 150 млн. євро з розміщення новаторської установки, яка перетворюватиме вуглецевмісний газ з доменних печей на біоетанол ([27]; ArcelorMittal and LanzaTech break ground on €150 million project to revolutionise blast furnace carbon emissions capture / ArcelorMittal in Belgium [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://belgium.arcelormittal.com/en/arcelormittal-and-lanzatech-break-ground-on-e150million-project-to-revolutionise-blast-furnace-carbon-emissions-capture/>).

\*\* Включає такі показники, як робота уряду (government) – 94-та сходинка із 100, ефективність регуляторної діяльності (regulatory efficiency) – 99-та, рівень корупції (incidence of corruption) – 89-та, орієнтація уряду на майбутнє (future orientation of government) – 91-ша, верховенство права (rule of law) – 90-та сходинка (Readiness for the Future of Production Report 2018 / World Economic Forum. In collaboration with A.T. Kearney // Insight Report. – 2018. – 254 p. – P. 241 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf)).

\*\*\* Про схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 10.07.2019 р. № 526-р // Офіційний вісник України. – 2019. – № 57. – Ст. 1983.

– удосконалення чинної “Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки” \* щодо розширення строку дії документа (принаймні на 5–10 років) та визначення напрямів цифровізації різних видів економічної діяльності.

### Висновки

В Україні процес розробки і впровадження смарт-технологій у металургійній промисловості, яка залишається одним з провідних видів діяльності, перебуває на початковому етапі, що зумовлено загальним відставанням країни за рівнем інноваційної активності та негативними тенденціями у розвитку галузі, що мають системний характер.

“Розумними” технологіями, які вже використовуються або можуть бути впроваджені в осяжному майбутньому у виробничій сфері діяльності металургійних підприємств, є інтернет речей, смарт-пристрої, інтелектуальне моделювання, тоді як роботизація, адитивні технології, зокрема 3D-друк, та розробка нових продуктів і матеріалів є більш проблематичними через високу вартість технологій, відсутність внутрішнього та зовнішнього попиту на відповідну продукцію, нерозвинутість суміжних галузей, що поставляють необхідні сировину, обладнання, запчастини тощо.

Головними смарт-рішеннями в організаційно-економічній сфері діяльності є цифровізація продукції та послуг і створення єдиного інформаційного управлінського середовища, спрямовані на зростання клієнтоорієнтованості бізнес-моделі. Останнє передбачає посилення співпраці між виробниками і споживачами, що дозволить покупцям відстежувати виконання замовлення та інші сервіси, а постачальникам збирати інформацію стосовно уподобань і запитів теперішніх і потенціальних клієнтів за допомогою онлайн-платформ у режимі реального часу.

У соціальній сфері діяльності вітчизняних металургійних компаній істотних зрушень щодо впровадження “розумних” технологій нині не спостерігається, проте точками дотику мають стати подальше покращення умов і безпеки праці, розвиток цифрової культури, підвищення персональної відповідальності робітників.

Поділ діяльності металургійних підприємств на виробничу, організаційно-економічну та соціальну сфери є досить умовним, проте це дозволило виявити, що “вузьким” місцем впровадження смарт-технологій, яке має об’єктивний характер через значну технологічну стабільність процесу виплавки металу, можна назвати виробництво, адже здійснення принципово нових інноваційних відкриттів щодо його вдосконалення потребує дуже великих капіталовкладень і значного періоду часу. Стримуючим фактором, що має здебільшого суб’єктивний характер, є соціальна сфера, оскільки у наявності неготовність або небажання працівників сприймати нову цифрову культуру, яка передбачає докорінні зміни в чисельності, структурі та необхідній професійній підготовці робочої сили. Найбільш стрімко “розумні” технології дістають застосування в організаційно-економічній сфері діяльності металургійних підприємств у результаті переорієнтації виробництва готової продукції на запити клієнтів і пришвидшеної цифровізації фінансово-логістичних операцій в усьому світі.

---

\* Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.01.2018 р. № 67-р // Офіційний вісник України. – 2018. – № 16. – Ст. 560.

Застосування смарт-технологій забезпечить майбутній поступальний розвиток металургійної промисловості за рахунок підвищення її гнучкості й адаптивності до динамічних змін зовнішнього та внутрішнього середовища і дозволить повніше використовувати ефект синергії від впровадження “розумних” рішень у взаємопов’язаних і суміжних галузях.

Пришвидженню смартизації української металургії сприятиме переведення розвитку металургійних підприємств та державної галузевої політики в русло “довгих інтересів” на основі державно-приватного партнерства з акцентом на підтримці розробки і подальшого комерційного впровадження інновацій в усіх сферах життя країни та підготовці персоналу відповідної кваліфікації.

Доцільним вбачається прийняття ряду нормативних документів з регулювання діяльності металургійної промисловості, що стимулюватимуть розробку та сприятимуть розширенню використання новітніх смарт-технологій у галузі, основним серед яких має бути довгострокова “Стратегія розвитку металургії” з чітко окресленими напрямками її діяльності, в яких заінтересована держава.

Розвиток технологій у сучасному світі відбувається з шаленою швидкістю, і конкретні смарт-рішення, які сьогодні є провідними, вже завтра можуть стати “минулим”, а ті, що здаються нездійсненними, – буденністю. Тому дуже важливим є визначення напрямів і “точок дотику”, де новітні технології забезпечать підвищення ефективності реального сектору економіки, адже життєдіяльність людини здебільшого не є цифровою, та сприятимуть задоволенню культурних, психологічних і морально-етичних потреб суспільства.

#### Список використаної літератури

1. *Mori L., Saleh T., Sellschop R., Van Hoey M.* Unlocking the digital opportunity in metals [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Metals%20and%20Mining/Our%20Insights/Unlocking%20the%20digital%20opportunity%20in%20metals/Unlocking-the-digital-opportunity-in-metals\\_Jan-2018.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Metals%20and%20Mining/Our%20Insights/Unlocking%20the%20digital%20opportunity%20in%20metals/Unlocking-the-digital-opportunity-in-metals_Jan-2018.ashx).
2. *Groeneweg S.* Tracking steel using blockchain [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.oecd.org/sti/ind/86th%20Steel%20Committee%20meeting%20Presentation%20by%20Canada,%20Tracking%20Steel%20using%20BlockChain.pdf>.
3. *Ferneyhough G.* Steel rises to the challenges of Industry 4.0 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://stories.worldsteel.org/innovation/steel-rises-challenges-industry-4-0/>.
4. *Jha S.* Digital Transformation Initiatives in Mining & Metals – the Tata Steel approach [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://futuresteelforum.com/content-images/speakers/Sarajit-Jaha-Tata-Steel.pdf>.
5. *Венгер В.В.* Науково-технологічна складова інноваційних перетворень в металургійній галузі України // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. – Сер. : Економіка і менеджмент. – 2017. – Вип. 24. – Ч. 1. – С. 43–47.
6. *Хаустов В., Венгер В.* Металургія України: куди йдемо? // Дзеркало тижня. – 2019. – Березень 29 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://zn.ua/promyshliennost/metallurgiya-ukrainy-kuda-idem-313251\\_.html](https://zn.ua/promyshliennost/metallurgiya-ukrainy-kuda-idem-313251_.html).
7. *Кіндзерський Ю.В.* Антикризова промислова політика: варіант вітчизняного концепту // Вісник НАН України. – 2016. – № 10. – С. 29–42.
8. *Большаков В.І., Тубольцев Л.Г.* Чорна металургія і національна безпека України // Вісник НАН України. – 2014. – № 9. – С. 48–58.

9. Babachenko A.I., Tuboltsev L.G. Iron and steel institute of the NAS of Ukraine. Scientific and technical support of black metallurgy / Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии : сб. науч. трудов. – 2017. – Вип. 31. – С. 3–9.

10. Мазур В.Л. Проблеми промислової політики в Україні // Економіка України. – 2016. – № 11. – С. 3–18.

11. Мазур В.Л., Тимошенко М.В. Аналіз урядових програм підтримки металургії України // Економіка України. – 2013. – № 8. – С. 22–32.

12. Хижняк О.С. Сучасний стан металургійних підприємств України: проблеми і перспективи розвитку // Молодий вчений. – 2017. – № 5 (45). – С. 762–768.

13. Власюк Т.О. Металургійна галузь України на світовому ринку: проблеми та пріоритети / Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту : зб. наук. праць. – 2016. – № 3. – С. 91–103.

14. Оболеньська Т., Довгань Д. Україна на світовому ринку чорних металів // Вісник Львівського університету. – Сер. : Міжнародні відносини. – 2015. – Вип. 36. – Ч. 3. – С. 169–176.

15. Лизунова О.М. Управління енергетичною складовою металургійного підприємства // Молодий вчений. – 2017. – № 3 (43). – С. 784–787.

16. Катаєв О.О. Досвід і перспективи енергозбереження ресурсомістких підприємств гірничо-металургійного комплексу України // Економіка України. – 2013. – № 9. – С. 18–30.

17. Солоха Д.В. Маркетингові важелі екологізації експортоорієнтованого сегменту збуту продукції металургійних підприємств України // Вісник економічної науки України. – 2016. – № 1. – С. 134–138.

18. Вишневецький В.П., Князєв С.І. Смарт-промисловість: перспективи і проблеми // Економіка України. – 2017. – № 7. – С. 22–37.

19. Амоша О.І., Нікіфорова В.А. Світовий досвід становлення металургійних смарт-виробництв: особливості, напрями, наслідки // Економіка промисловості. – 2019. – № 2. – С. 84–106.

20. Jamrisko M., Miller L.J., Lu W. These are the world's most innovative countries [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-01-22/germany-nearly-catches-korea-as-innovation-champ-u-s-rebounds/>.

21. Юрчак А. Глобалізація – Клиентоцентричность – Горизонтальная интеграция [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/06/23/globalizatio-customer-centricity-horizontal-integration/#more-8274/>.

22. Pineda I., Fraile D., Tardieu P. Breaking new ground. Wind energy and the electrification of Europe's energy system [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-breaking-new-ground.pdf>.

23. Дубровик-Рохова А. “Діджиталізація – це лише початок”. Валерій Фіщук: “Найефективніший метод принести можливості міста в село – підключити село до інтернету” // День. – 2018. – 12 квітня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://day.kyiv.ua/uk/article/ekonomika/didzhytalizaciya-ce-lyshe-pochatok>.

24. Ильющенко А.Ф., Савич В.В. История и современное состояние аддитивных технологий в Белоруси: порошки металлов и сплавы для них // Космічна наука і технологія. – 2017. – Т. 23. – № 4. – С. 33–45.

25. Chalabyan A., Jansch E., Niemann T., Otto T., Zeumer B., Zhuravleva K. How 3-D printing will transform the metals industry [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/how-3d-printing-will-transform-the-metals-industry/>.



26. Мордашов А. Алексей Мордашов: как Индустрия 4.0 меняет управление [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hbr-russia.ru/liderstvo/lidery/a24981/>.

27. Бердинских А. Юрий Рыженков: “Конкуренция на рынке обостряется” [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://gmk.center/interview/jurij-ryzhenkov-konkurenciya-na-rynke-obostryaetsya/>.

#### References

1. Mori L., Saleh T., Sellschop R., Van Hoey M. Unlocking the digital opportunity in metals, available at : [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Metals%20and%20Mining/Our%20Insights/Unlocking%20the%20digital%20opportunity%20in%20metals/Unlocking-the-digital-opportunity-in-metals\\_Jan-2018.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Metals%20and%20Mining/Our%20Insights/Unlocking%20the%20digital%20opportunity%20in%20metals/Unlocking-the-digital-opportunity-in-metals_Jan-2018.ashx).

2. Groeneweg S. Tracking steel using blockchain, available at: <http://www.oecd.org/sti/ind/86th%20Steel%20Committee%20meeting%20%20Presentation%20by%20Canada,%20Tracking%20Steel%20using%20BlockChain.pdf>.

3. Ferneyhough G. Steel rises to the challenges of Industry 4.0, available at: <https://stories.worldsteel.org/innovation/steel-rises-challenges-industry-4-0/>.

4. Jha S. Digital transformation initiatives in mining & metals – the Tata Steel approach, available at: <https://futuresteelforum.com/content-images/speakers/Sarajit-Jaha-Tata-Steel.pdf>.

5. Venher V.V. *Naukovo-tekhnologichna skladova innovatsiinykh peretvoren' v metalurhiinii haluzi Ukrainy* [Scientific and technological component of innovative reforms in Ukraine's steel industry]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seriya: Ekonomika i menedzhment – Scientific Visnyk of the International Humanitarian University. Ser.: Economics and Management*, 2017, Iss. 24, Part 1, pp. 43–47 [in Ukrainian].

6. Khaustov V., Venher V. *Metalurhiya Ukrainy: kudy idemo?* [Metallurgy of Ukraine: where we go?]. *Dzerkalo tyzhnya – Week's Mirror*, March 29, 2019, available at: [https://zn.ua/promyshliennost/metallurgiya-ukrainy-kuda-idem-313251\\_.html](https://zn.ua/promyshliennost/metallurgiya-ukrainy-kuda-idem-313251_.html) [in Ukrainian].

7. Kindzers'kyi Yu.V. *Antykryzova promyslova polityka: variant vitchyznyanoho kontseptu* [Anti-crisis industrial policy: version of domestic concept]. *Visnyk Natsional'noi akademii nauk Ukrainy – Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2016, No. 10, pp. 29–42 [in Ukrainian].

8. Bolshakov V.I., Tuboltsev L.G. *Chorna metalurhiya i natsional'na bezpeka Ukrainy* [Ferrous metals and national security of Ukraine]. *Visnyk Natsional'noi akademii nauk Ukrainy – Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2014, No. 9, pp. 48–58 [in Ukrainian].

9. Babachenko A.I., Tuboltsev L.G. Iron and steel institute of the NAS of Ukraine. Scientific and technical support of black metallurgy. *Fundamental'nye i prikladnye problemy chernoi metallurgii – Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 2017, Iss. 31, pp. 3–9.

10. Mazur V.L. *Problemy promyslovoi polityky v Ukraini* [Problems of the industrial policy in Ukraine]. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 2016, No. 11, pp. 3–18 [in Ukrainian].

11. Mazur V.L., Tymoshenko M.V. *Analiz uryadovykh program pidtrymky metalurgii Ukrainy* [Analysis of state's support programs of Ukraine's metallurgy]. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 2013, No. 8, pp. 22–32 [in Ukrainian].

12. Khyzhnyak O.S. *Suchasnyi stan metalurhiinykh pidpryemstv Ukrainy: problemy i perspektyvy rozvytku* [The current state of metallurgical enterprises of Ukraine: problems and prospects of development]. *Molodyi vchenyi – Young Scientist*, 2017, No. 5 (45), pp. 762–768 [in Ukrainian].

13. Vlasiuk T.O. *Metalurhiina haluz' Ukrainy na svitovomu rynku: problemy ta priorityety* [Ukrainian metallurgy at the global market: problems and priorities]. *Naukovyi visnyk Natsional'noi akademii statystyky, obliku ta audytu – Scientific bulletin of the national academy of statistics, accounting and audit*, 2016, Iss. 3, pp. 91–103 [in Ukrainian].

14. Obolenska T., Dovgan D. *Ukraina na svitovomu rynku chornykh metaliv* [Ukraine at the world's ferrous metals market]. *Visnyk L'vivs'koho universytetu. Seriya: Mizhnarodni vidnosyny – Visnyk of the Lviv University. Ser.: International Relations*, 2015, Iss. 36, Part 3, pp. 169–176 [in Ukrainian].

15. Lyzunova O.N. *Upravlinnya enerhetychnoyu skladovoyu metalurhiinoho pidpryemstva* [The energy management component of the metallurgical enterprises]. *Molodyi vchenyi – Young Scientist*, 2017, No. 3 (43), pp. 784–787 [in Ukrainian].

16. Kataev O.O. *Dosvid i perspektyvy enerhozberezhennya resursomistkykh pidpryemstv hirnycho-metalurhiinoho kompleksu Ukrainy* [Experience and prospects of the energy saving at the resource-consuming enterprises of Ukraine's mining-metallurgical complex]. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 2013, No. 9, pp. 18–30 [in Ukrainian].

17. Solokha D. *Marketynhovi vazheli ekolohizatsii eksportoorientovanoho segmentu zbutu produktsii metalurhiinykh pidpryemstv Ukrainy* [Marketing levers of greening the export-oriented sales segment of products of metallurgical enterprises of Ukraine]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy – Herald of the Economic Sciences of Ukraine*, 2016, No. 1, pp. 134–138 [in Ukrainian].

18. Vyshnevs'kyi V.P., Knyazev S.I. *Smart promyslovist': perspektyvy i problemy* [Smart Industry: prospects and challenges]. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 2017, No. 7, pp. 22–37 [in Ukrainian].

19. Amosha O.I., Nikiforova V.A. *Svitovyi dosvid stanovlennya metalurhiinykh smart-vyrobnytstv: osoblyvosti, napryamy, naslidky* [World experience of steel smart productions development: features, trends, consequences]. *Ekonomika promyslovosti – Economy of Industry*, 2019, No. 2, pp. 84–106 [in Ukrainian].

20. Jamrisko M., Miller L.J., Lu W. These are the world's most innovative countries, available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-01-22/germany-nearly-catches-korea-as-innovation-champ-u-s-rebounds/>.

21. Yurchak O. *Globalizatsiya – klientotsentrichnost' – gorizontal'naya integratsiya* [Globalization – customer-centricity – horizontal integration], available at: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/06/23/globalizatio-customer-centricity-horizontal-integration/#more-8274/> [in Russian].

22. Pineda I., Fraile D., Tardieu P. Breaking new ground. Wind energy and the electrification of Europe's energy system, available at: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/WindEurope-breaking-new-ground.pdf>.

23. Dubrovyyk-Rokhova A. *“Didzhytalizatsiya – tse lyshe pochatok”*. Valerii Fishchuk: *“Naiefektyvnishyi metod prynesty mozhylyvosti mista v selo – pidklyuchyty selo do internetu”* [“Digitization is just the beginning.” Valerii Fishchuk: “The most effective method to bring the city's capabilities to the village is to connect the village to the Internet”]. *Den' – Day*, April 12, 2018, available at: <https://day.kyiv.ua/uk/article/ekonomika/didzhytalizatsiya-ce-lyshe-pochatok> [in Ukrainian].

24. Piushchenko O.F., Savich V.V. *Istoriya i sovremennoe sostoyanie additivnykh tekhnologii v Belorusi: poroshki metallov i splavy dlya nikh* [Additive technologies, powders of metals and alloys for them. History and current production state in Belarus]. *Kosmichna nauka i tekhnolohiya – Space science and technology*, 2017, Vol. 23, No. 4, pp. 33–45 [in Russian].

25. Chalabyan A., Jänsch E., Niemann T., Otto T., Zeumer B., Zhuravleva K. How 3-D printing will transform the metals industry, available at: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/how-3d-printing-will-transform-the-metals-industry/>.

26. Mordashov A. *Aleksei Mordashov: kak Industriya 4.0 menyaet upravlenie* [Alexey Mordashov: how Industry 4.0 changes management], available at: <https://hbr-russia.ru/liderstvo/lidery/a24981/> [in Russian].

27. Berdinskikh A. *Yurii Ryzhenkov: “Konkurenciya na rynke obostryaetsya”* [Yuriy Ryzhenkov: “The competition in the market is growing”], available at: <https://gmk.center/interview/jurij-ryzhenkov-konkurenciya-na-rynke-obostryaetsya/> [in Russian].

*Стаття надійшла до редакції 30 травня 2019 р.  
The article was received by the Editorial staff on May 30, 2019.*

---