

## ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ РИНКУ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ТЕХНОГЛОБАЛІЗМУ

### PROSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF THE ADDITIVE TECHNOLOGIES MARKET IN THE CONDITIONS OF TECHNOGLOBALISM

*Глобалізація та конкуренція на ринку змусили практиків зосередитися на мінімізації споживання ресурсів, і навіть уряди країн вводять суворі правила щодо сталого розвитку. У цьому відношенні використання новітніх технологій, таких як адитивне виробництво (additive manufacturing - AM), матиме позитивну користь для сталого розвитку. Процеси AM стають стійкими з точки зору меншого споживання матеріалів, менших експлуатаційних витрат, мінімальної обробки тощо. Важливо проаналізувати потенційні рушійні сили стійкого процесу AM для його поступового впровадження. Досягнення поставленої мети обумовлює необхідність виконання низки завдань: аналіз наукових підходів до визначення ролі та місця AM у формуванні сталого виробництва; аналіз місця AM у підвищенні внеску підприємств у досягнення Цілей сталого розвитку. Адитивне виробництво розглядається як спосіб протистояти цій проблемі шляхом значного скорочення часу виходу на ринок і відкриття нових можливостей для економіки та суспільства.*

**Ключові слова:** адитивні технології, техноглобалізм, розвиток, сталий розвиток, ринок, глобалізація.

*Globalization and market competition have forced industry practitioners to focus on minimizing resource consumption, and even the government is imposing strict regulations on sustainability. In this regard, using new technologies such as additive manufacturing (AM) will have positive benefits for sustainable development. AM processes become sustainable in terms of lower material consumption, lower operating costs, minimal processing, etc. It is important to analyze the potential driving forces of a sustainable AM process for its smooth implementation. The purpose of the research is to study modern trends, perspectives and the role of JSC in increasing the productivity of production processes. Achieving the set goal necessitates completing several tasks: analysis of scientific approaches to determining the role and place of JSC in the formation of sustainable production; analysis of JSC's place in increasing the contribution of enterprises to the achievement of the Sustainable Development Goals. Additive manufacturing is seen as a way to counter this problem by significantly reducing the time to market and opening up new opportunities for the economy and society. "Technoglobalism" and "technonationalism" have become two major issues in the economics of technological change, with important theoretical and empirical implications. In terms of theory, resolving this dilemma depends on choosing an appropriate unit of analysis for studying technological change, a point clearly recognized in the 'national systems of innovation' literature, which has recently evolved into the more eclectic and geographically neutral "systems innovation approach". The technoglobalism/technonationalism dilemma is even more important from an empirical point of view, as different economic policy actors and different science and technology policy measures are found to be effective depending on which scenario is considered most appropriate. The key current direction in the field of JSC application in production processes is the creation of institutional and market prerequisites for the implementation of the concept of sustainable development through the provision of sustainable production, which will correspond to and shape the contribution of enterprises to the achievement of Sustainable Development Goal 12 "Responsible consumption and production".*

**Key words:** additive technologies, technoglobalism, development, sustainable development, market, globalization.

УДК 338.24

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.2-13>

**Ахновська І.О.**<sup>1</sup>

к.е.н., доцент,  
Донецький національний університет  
імені Василя Стуса

**Брацлавець О.Ю.**<sup>2</sup>

аспірантка,  
Донецький національний університет  
імені Василя Стуса

**Akhnovska Inna**

Vasyl' Stus Donetsk National University

**Bratslavets Olena**

Vasyl' Stus Donetsk National University

**Постановка проблеми.** Загально визнано, що за останні 20 років процес міжнародної інтеграції суттєво посилюється як на інтенсивній, так і на екстенсивній межі. Щодо інтенсивної сторони, торговельні потоки значно зросли як за обсягом, так і за розповсюдженням, тоді як прямі іноземні інвестиції та міжнародні фінансові операції зросли ще вищими темпами. Хоча цю нову стадію інтернаціоналізації зазвичай називають глобалізацією й ототожнюють із цілком загальноприйнятими «стилізованими фактами», дослідження її фактичного поширення та її наслідків далекі від переконливих. Зокрема, досі не зрозуміло, що є результатом напруги між національними, місцевими та глобальними силами.

Техноглобалізм і технонаціоналізм стали двома основними проблемами в економіці технологічних

змін, що має важливі теоретичні та емпіричні наслідки. Що стосується теорії, то від вирішення цієї дилеми залежить вибір відповідної одиниці аналізу для вивчення технологічних змін, момент, який чітко визнається в літературі про «національні системи інновацій», що нещодавно перетворився на більш еклектичний і географічно нейтральний «системний інноваційний підхід». Дилема техноглобалізм/технонаціоналізм є ще важливішою з емпіричної точки зору, оскільки різні суб'єкти економічної політики та різні заходи науково-технічної політики виявляються ефективними залежно від того, який сценарій вважається найбільш відповідним.

Вплив таких факторів, як зростаюча глобальна конкуренція з новими гравцями, які розвиваються,

<sup>1</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9731-3801>

<sup>2</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6500-6054>

а також прагнення до інновацій через насичення ринків і змін очікувань споживачів вимагає скорочення життєвого циклу продукту, а отже - підвищення інтересу до адитивних технологій.

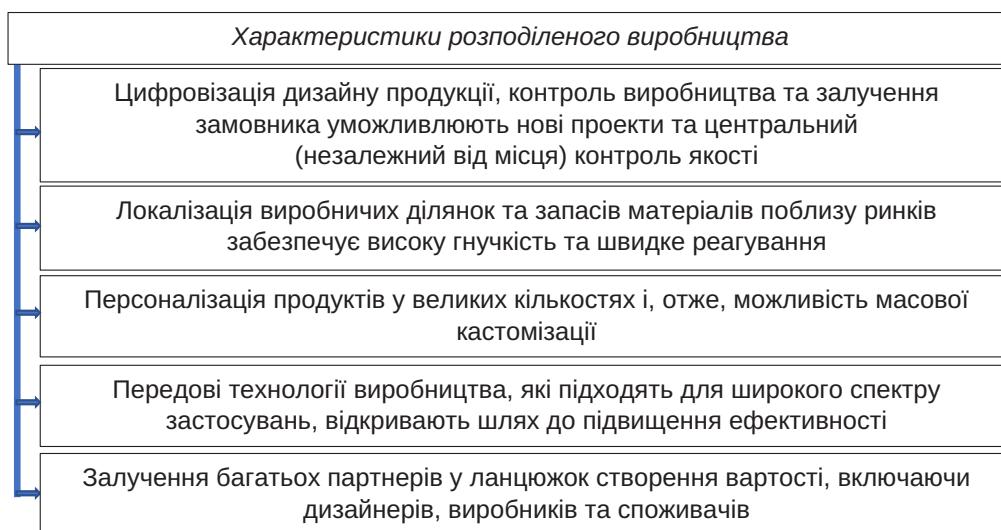
**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вей N., Hauschild M. і McAloone T. [2] провели систематичне детальне міжнародне опитування щодо підприємств, які займаються розробкою та виробництвом продукції, що дозволило виявити бар'єри та перешкоди для впровадження екологічних стратегій, заснованих на життєвому циклі продукту, зокрема відсутність інформації про вплив на навколишнє середовище, законодавчі вимоги, брак ресурсів, відсутність експертних знань, вимоги споживачів та очікувана конкурентна перевага. Garg D., Luthra S. та Haleem A. [3] зробили спробу розпізнати та оцінити рушії розгортання стійкого виробництва (SM). Серед дев'яти драйверів п'ять належать до групи причин і чотири - до групи наслідків. Найважливішими факторами визнано соціальний тиск і суспільне занепокоєння, тоді як корпоративний імідж – найменш важливим. Mittal V. і Sangwan K. [4] зазначили, що подоланню екологічних проблем, таких як зміна клімату та глобальне потепління, сприятиме впровадження зеленого виробництва у промисловість. Дослідженню питань розвитку ринку адитивних технологій та галузевого аспекту застосування таких технологій, у тому числі в умовах техноглобалізму, присвячено роботи багатьох дослідників, серед яких: Ю. Павлова, Т. Рулевська, В. Колесніков, Д. Моргунова, Р. Лісова та інші.

**Мета дослідження** – вивчення сучасних трендів, перспектив та ролі адитивних технологій у підвищенні продуктивності виробничих процесів.

**Виклад основного матеріалу.** Проривні технології трансформують усі наскрізні етапи вироб-

ництва та бізнес-моделі в більшості секторів економіки. Продукти, виробничі процеси, а також управління глобальними ланцюгами поставок змінюються з безпрецедентною швидкістю. У результаті більша просторова гнучкість, зумовлена технологією, зближує місця виробництва і продажу, а також спричинює серйозні зміни в дизайні майбутніх ланцюгів створення вартості та поставок. Завдяки технологіям, які вона приносить, IV промислова революція змінює не лише спосіб виробництва та управління ланцюгом поставок, а й відкриває шлях для створення нових ланцюгів створення вартості. Цифрове підключення створює абсолютно нові форми співпраці між компаніями на різних етапах цього ланцюга. Очікується, що важливу роль у цьому процесі відіграють надалі такі події, як відкриті інновації, нові моделі співпраці та розподілене виробництво (рис. 1).

Розподілене виробництво може призвести до зміни парадигми виробництва. Так, централізоване масове виробництво буде поступово замінюватися децентралізованим, тобто місцевим виробництвом продукції на замовлення. Жорсткі лінійні ланцюжки вартості будуть замінені гнучкими мережами широкого кола сторін, які взаємодіють у режимі реального часу. Цикли планування можна значно скоротити, і замовники залучаються до виробничого процесу. Центральною технологією у розподіленому виробництві є адитивне. До того ж, адитивне виробництво, згідно зі звітом Європейської комісії, є однією з нових технологій цифрової ери, що має значний вплив на різні галузі і види діяльності. Це ґрунтується на його потенційних перевагах (рис. 2), зокрема, зменшення складності ланцюгів поставок і підвищення ефективності ланцюгів створення вартості за рахунок скорочення часу та витрат на розробку,



**Рис. 1. Основні характеристики розподіленого виробництва**

*Джерело: систематизовано авторами*

проектування та тестування нового продукту, а також значне збільшення економічно ефективного продукту.

Прогрес у напрямку Індустрії 4.0 передбачає інтеграцію нових технологій виробництва. У свою чергу, помітне зростання інтелектуальних інфраструктур через Індустрію 4.0 може завдати серйозного навантаження на навколишнє середовище. Часто досягається компроміс між ефективним використанням ресурсів і можливими перевагами передових технологій у зменшенні кількості матеріалів та іншими небажаними ефектами, такими як збільшення споживання енергії. Представимо результати компаративного аналізу співвідношення традиційного виробництва та виробництва із застосуванням адитивних технологій (рис. 3).

Останнім часом очікується, що процеси АМ стануть стійкими [5]. Стале адитивне виробництво (SAM) має переваги з точки зору економії, споживає менше матеріалів, що призводить до зниження

експлуатаційних витрат [6], крім того, знижує споживання енергії та викиди, що призводить до стійких переваг [8]. АМ зменшує викиди парникових газів на 27–58% [9] і пропонує індивідуальні деталі, дає свободу в дизайні, так що персоналізовані складні деталі можна легко виготовити в найкоротші терміни [10]. Впровадження SAM має кілька бізнес-переваг: збільшує продажі, задовольняючи соціальні та екологічні очікування краще, ніж конкуренти; зменшує відходи, тим самим підвищуючи продуктивність і покращуючи репутацію компанії, моральний дух працівників і кращі відносини з громадстю; споживає приблизно 90% менше матеріалу в порівнянні зі звичайним виробництвом [11]. Оцінка стійкості технологій сьогодні дуже важлива для визначення та вибору найкращої стійкої технології серед усіх доступних технологій, які мають потенціал для зменшення впливу на навколишнє середовище, є економічно доцільними та приносять переваги суспільству [12].

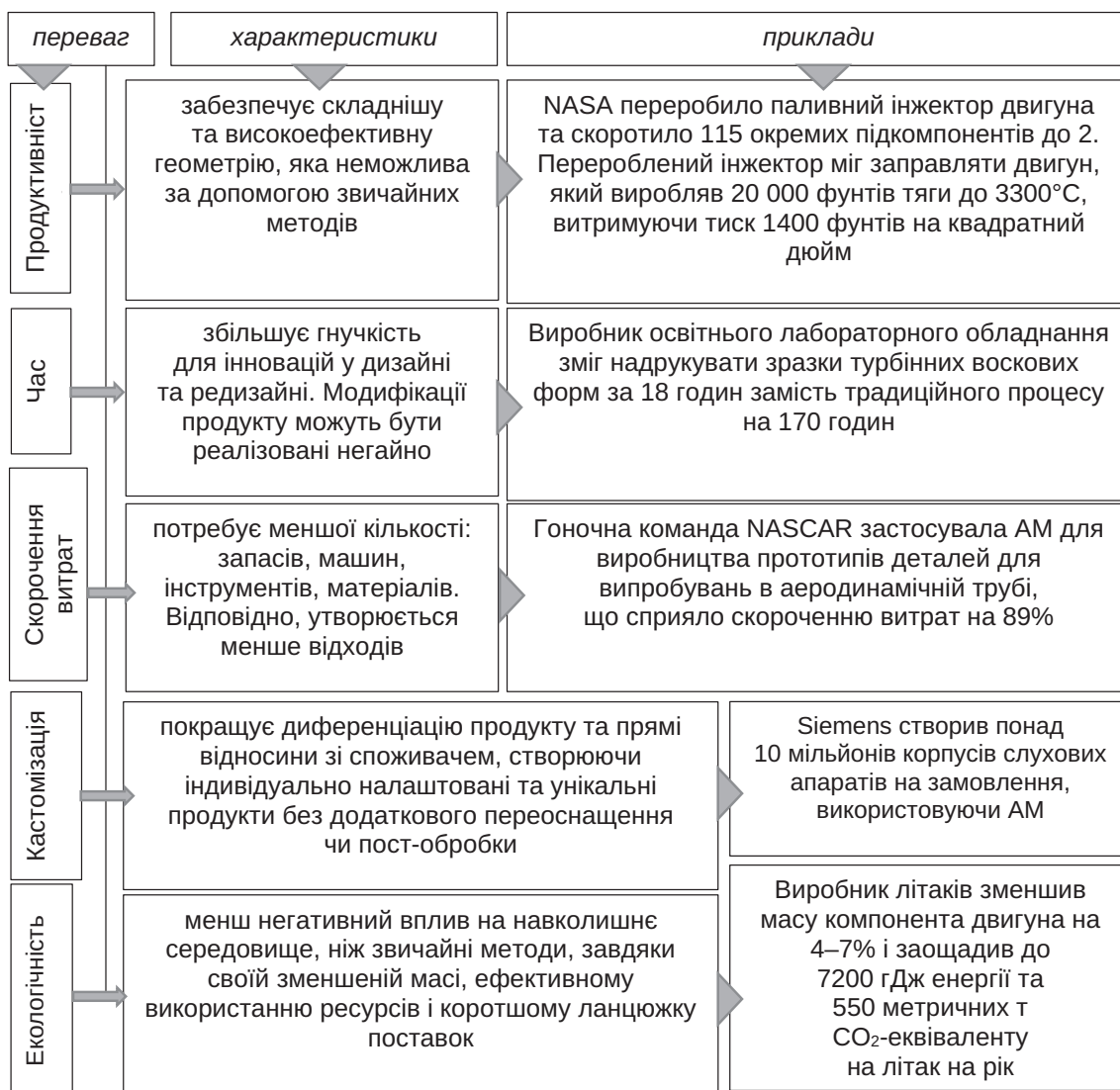
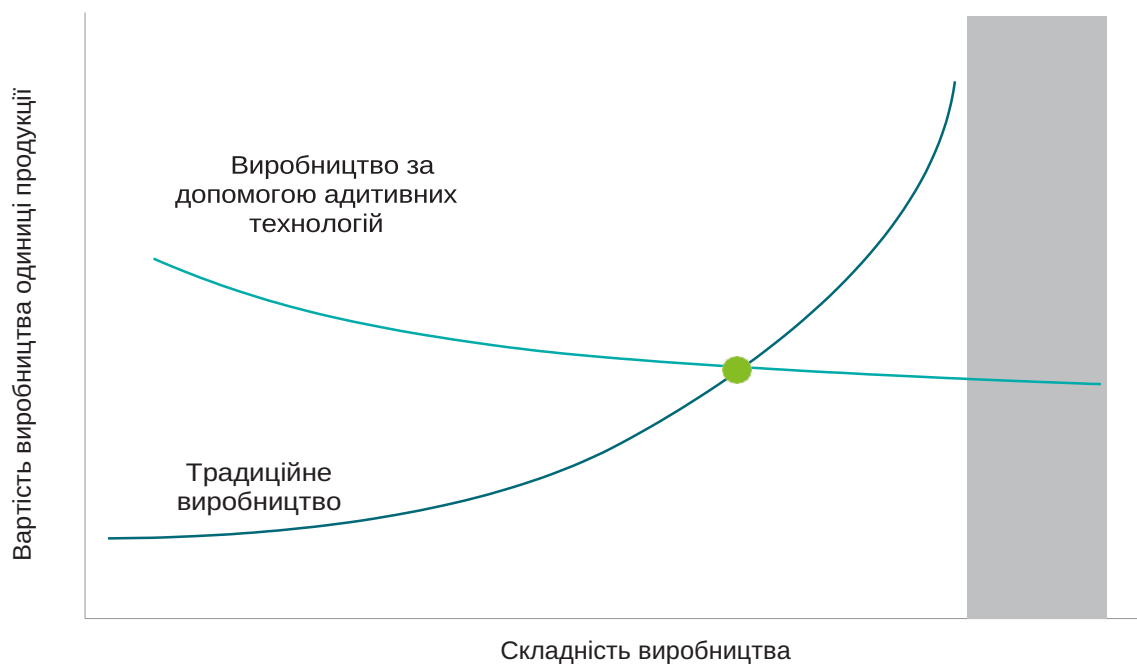


Рис. 2. Переваги застосування АТ із прикладами

Джерело: систематизовано авторами за [5]



**Рис. 3. Співвідношення традиційного виробництва та виробництва із застосуванням адитивних технологій**

Джерело: побудовано за [5]

Щоб сприяти ефективному впровадженню SAM, необхідно проаналізувати драйвери його зростання, одним з яких є забезпечення сталого виробництва (SM). Згідно з дослідженням групи малайзійських вчених [13], метою якого було вивчення рушійних сил та бар'єрів розгортання SM у сценарії Малайзії, з'ясовано, що підвищення загальної вартості впровадження SM є життєво важливою перешкодою у той час як екологічне законодавство та відданість вищого керівництва є ключовими рушійними силами. На шляху створення сталого виробництва та раціонального використання ресурсів окремі автори [14] зазначають, що рушійні сили та бар'єри впровадження зелених виробничих практик на малих і середніх підприємствах (МСП) відрізняються від тих, що є на великих підприємствах, оскільки малим і середнім підприємствам бракує даних, ресурсів та досвіду для реалізації екологічних ініціатив. Оскільки МСП відіграють значну роль в економічному зростанні країни, життєво важливо визнати рушійні сили та бар'єри, які спонукають і перешкоджають розгортанню практики екологічного виробництва в МСП. Цікавим здається дослідження [15], в якому здійснено спробу розгорнути практики SM як сегмент екологічних ініціатив ланцюга поставок щодо шкіряної промисловості. Основна увага дослідження полягала в тому, щоб оцінити, визначити пріоритети та ранжувати рушійні сили практик SM. Для аналізу драйверів було застосовано теорію Грея та матричний підхід. Результати продемонстрували, що знання циркулярної економіки

є життєво важливими для впровадження практики SM, у результаті сталого виробництва було інтегровано з технологіями Індустрії 4.0, такими як AM з метою підвищення продуктивності виробничої компанії. Ключові результати наукової праці [16] свідчать про те, що тиск на навколишнє середовище з боку зацікавлених сторін, підтримка керівництва та залучення співробітників позитивно впливають на практику SM. Незважаючи на те, що бізнес-моделі технології адитивного виробництва ще є незрілими для широкомасштабного впровадження, ринковий асортимент нових технологій адитивного виробництва зростає. Щоб досягти широкого використання адитивного виробництва та реалізувати його потенційні економічні вигоди, необхідно вирішити кілька фундаментальних проблем, серед яких – розробка стандартів, покращення вибору та доступності матеріалів, а також підвищення надійності та точності обладнання та процесів [16].

**Висновки.** Таким чином, можемо зробити підсумок, що основними перспективними напрямками інноваційного розвитку AM є: по-перше, їх поступове поширення, що дозволить цій технології змогу увійти в масовий сегмент; по-друге, формування та розвиток ринку 3D-моделювання; по-третє, зниження вартості витратних матеріалів і витрат на інвестиції, логістику, складські потужності тощо. Розвиток AM призведе до більш швидкого виходу на ринок завдяки коротким циклам проектування та створення прототипів; посиленню конкуренції і створенню більшої різноманітності продуктів за

рахунок зниження бар'єрів для входу; менших, дешевших та гнучкіших ланцюгів поставок. Все це сприятиме створенню нових ринків (у межах, наприклад, ринку медичних послуг), так і розбудови вже існуючих («нова урбаністика»).

Ключовим поточним напрямом в сфері застосування АМ у виробничих процесах є створення інституціональних та ринкових передумов реалізації концепції сталого розвитку через забезпечення сталого виробництва, що відповідатиме досягненню Цілі сталого розвитку 12 «Відповідальне споживання та виробництво». Напрямок подальших наукових пошуків може стати розроблення організаційно-методичного забезпечення формування підприємствами ринкових стратегій переходу до сталого виробництва із застосуванням АМ.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ахновська, І., & Брацлавець, О. Розвиток світового ринку адитивних технологій в умовах техноглобалізму. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2022. Вип. 1(01). С. 36–42. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.1-6>.

2. Bey N., Hauschild M. Z., McAloone T. C. Drivers and Barriers for Implementation of Environmental Strategies in Manufacturing Companies. *CIRP Annals*. 2013. № 62 (1). С. 43–46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2013.03.001>.

3. Garg D., Luthra S., Haleem A. An Evaluation of Drivers in Implementing Sustainable Manufacturing in India: Using DEMATEL Approach. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*. 2014. № 8 (12). С. 3517–3522.

4. Mittal V. K., Sangwan K. S. Prioritizing Drivers for Green Manufacturing: Environmental, Social and Economic Perspectives. *Procedia CIRP*. 2021. № 15. С. 135–140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.06.038>

5. Challenges of Additive Manufacturing. Why companies don't use Additive Manufacturing in serial production. 2020. URL: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/operations/Deloitte\\_Challenges\\_of\\_Additive\\_Manufacturing.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/operations/Deloitte_Challenges_of_Additive_Manufacturing.pdf).

6. Chen D., Heyer S., Ibbotson S., Salonitis K., Steingrímsson J. G., Thiede S. Direct Digital Manufacturing: Definition, Evolution, and Sustainability Implications. *Journal of Cleaner Production*. 2015. № 107. С. 615–625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.009>.

7. Shankar K. M., Kumar P. U., Kannan D. Analyzing the Drivers of Advanced Sustainable Manufacturing System Using AHP Approach. *Sustainability*. 2016. № 8 (8). С. 824. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8080824>.

8. Ullah A. S., Hashimoto H., Kubo A., Tamaki J. I. Sustainability Analysis of Rapid Prototyping: Material/resource and Process Perspectives. *International Journal of Sustainable Manufacturing*. 2021. № 3 (1). С. 20–36. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJSM.2013.058640>.

9. Kreiger M., Pearce J. M. Environmental Life Cycle Analysis of Distributed Three-dimensional Printing and Conventional Manufacturing of Polymer Products. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2020. № 1 (12). С. 1511–1519. DOI: <https://doi.org/10.1021/sc400093k>.

10. Ford S., Despeisse M. Additive Manufacturing and Sustainability: An Exploratory Study of the Advantages and Challenges. *Journal of Cleaner Production*. 2016. № 137. С. 1573–1587. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.150>.

11. Mehrpouya M., Dehghanghadikolaei A., Fotovvati B., Vosooghnia A., Emamian S. S., Gisario A. The Potential of Additive Manufacturing in the Smart Factory Industrial 4.0: A Review." *Applied Sciences*. 2019. № 9 (18). С. 3865. DOI: <https://doi.org/10.3390/app9183865>.

12. Jiang Q., Liu Z., Li T., Cong W., Zhang H. C. Energy-based Life-cycle Assessment (Em-lca) for Sustainability Assessment: A Case Study of Laser Additive Manufacturing versus CNC Machining. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019. № 102 (9–12). С. 4109–4120. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03486-8>.

13. Nordin N., Ashari H., Hassan M. G. Drivers and Barriers in Sustainable Manufacturing Implementation in Malaysian Manufacturing Firms. In *2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. 2014. С. 687–691, Selangor, Malaysia, IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2014.7058726>.

14. Ghazilla R. A. R., Sakundarini N., Abdul-Rashid S. H., Ayub N. S., Olugu E. U., Musa S. N. Drivers and Barriers Analysis for Green Manufacturing Practices in Malaysian SMEs: A Preliminary Findings. *Procedia Cirp*. 2016. № 26. С. 658–663. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.085>.

15. Muktadir M. A., Rahman T., Rahman M. H., Ali S. M., Paul S. K. Drivers to Sustainable Manufacturing Practices and Circular Economy: A Perspective of Leather Industries in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*. 2021. № 174. С. 1366–1380. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.063>.

16. Aboelmaged M. The Drivers of Sustainable Manufacturing Practices in Egyptian SMEs and Their Impact on Competitive Capabilities: A PLS-SEM Model. *Journal of Cleaner Production*. 2018. № 175. С. 207–221.

#### REFERENCES:

1. Akhnovska, I., & Bratslavets, O. (2022). Rozvytok svitovoho rynku adytyvnykh tekhnolohii v umovakh tekhnogloblizmu. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*, vol. 1(01), pp. 36-42. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.1-6>

2. Bey, N., Hauschild, M. Z. and McAloone, T. C. (2013). Drivers and Barriers for Implementation of Environmental Strategies in Manufacturing Companies. *CIRP Annals*, vol. 62 (1), pp. 43–46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2013.03.001>.

3. Garg, D., Luthra, S., and Haleem, A. (2014). An Evaluation of Drivers in Implementing Sustainable Manufacturing in India: Using DEMATEL Approach.

*International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, vol. 8 (12), pp. 3517–3522.

4. Mittal, V. K. and Sangwan, K. S. (2014). Prioritizing Drivers for Green Manufacturing: Environmental, Social and Economic Perspectives. *Procedia CIRP*, vol. 15, pp. 135–140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.06.038>.

5. Deloitte (2020). Challenges of Additive Manufacturing. Why companies don't use Additive Manufacturing in serial production. Available at: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/operations/Deloitte\\_Challenges\\_of\\_Additive\\_Manufacturing.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/operations/Deloitte_Challenges_of_Additive_Manufacturing.pdf).

6. Chen, D., Heyer, S., Ibbotson, S., Salonitis, K., Steingrímsson, J. G. and Thiede, S. (2015). Direct Digital Manufacturing: Definition, Evolution, and Sustainability Implications. *Journal of Cleaner Production*, vol. 107, pp. 615–625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.009>.

7. Shankar, K. M., P. U. Kumar, and D. Kannan (2016). Analyzing the Drivers of Advanced Sustainable Manufacturing System Using AHP Approach. *Sustainability*, vol. 8 (8), pp. 824. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8080824>.

8. Ullah, A. S., H. Hashimoto, A. Kubo, and J. I. Tamaki. (2013). Sustainability Analysis of Rapid Prototyping: Material / resource and Process Perspectives. *International Journal of Sustainable Manufacturing*, vol. 3 (1), pp. 20–36. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJSM.2013.058640>.

9. Kreiger, M., and Pearce, J. M. (2013). Environmental Life Cycle Analysis of Distributed Three-dimensional Printing and Conventional Manufacturing of Polymer Products. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, vol. 1 (12), pp. 1511–1519. DOI: <https://doi.org/10.1021/sc400093k>.

10. Ford, S., and Despeisse, M. (2016). Additive Manufacturing and Sustainability: An Exploratory Study of the Advantages and Challenges. *Journal of*

*Cleaner Production*, vol. 137, pp. 1573–1587. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.150>.

11. Mehrpouya, M. Dehghanghadikolaei, A., Fotovvati, B., Vosooghnia, A., Emamian, S. S., and Gisario, A. (2019). The Potential of Additive Manufacturing in the Smart Factory Industrial 4.0: A Review. *Applied Sciences*, vol. 9 (18), pp. 3865. DOI: <https://doi.org/10.3390/app9183865>.

12. Jiang, Q., Liu, Z., Li, T., Cong, W., and Zhang, H. C. (2019). Emergy-based Life-cycle Assessment (Em-lca) for Sustainability Assessment: A Case Study of Laser Additive Manufacturing versus CNC Machining. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 102 (9–12), pp. 4109–4120. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03486-8>.

13. Nordin, N., Ashari, H., and Hassan M. G. (2014). Drivers and Barriers in Sustainable Manufacturing Implementation in Malaysian Manufacturing Firms. In 2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. 687–691, Selangor, Malaysia, IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2014.7058726>.

14. Ghazilla, R. A. R., Sakundarini, N., Abdul-Rashid, S. H., Ayub, N. S., Olugu, E. U., and Musa, S. N. (2015). Drivers and Barriers Analysis for Green Manufacturing Practices in Malaysian SMEs: A Preliminary Findings. *Procedia Cirp*, vol. 26, pp. 658–663. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.085>.

15. Muktadir, M. A., Rahman, T. M., Rahman, H., Ali, S. M. and Paul, S. K. (2018). Drivers to Sustainable Manufacturing Practices and Circular Economy: A Perspective of Leather Industries in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, vol. 174, pp. 1366–1380. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.063>.

16. Aboelmaged, M. (2018). The Drivers of Sustainable Manufacturing Practices in Egyptian SMEs and Their Impact on Competitive Capabilities: A PLS-SEM Model. *Journal of Cleaner Production*, vol. 175, pp. 207–221.