

Катерина Є. Балабуха¹, Микита С. Кучеров²

СУТЬ ТА КЛЮЧОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РИНКУ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА

У статті досліджено сутність ключових понять та основні тенденції розвитку ринку адитивного виробництва. Узагальнено взаємозв'язок адитивного виробництва, кастомізації та 3D-моделювання як складових інноваційної архітектури сучасного виробництва. Здійснено узагальнення аналітичних даних міжнародних звітів, що відображають поточну ринкову динаміку: зростання світового ринку, структурний зсув у бік матеріалів і сервісів, підвищення ролі полімерного сегмента та інтенсифікацію використання штучного інтелекту у виробничих процесах. Підкреслено важливість адитивного виробництва як засобу підвищення гнучкості, скорочення логістичних ризиків і реалізації політики цифровізації економіки і виробництва. Виробничий ефект масштабування заміщено ефектом диверсифікації.

Ключові слова: адитивне виробництво, 3D-друк, кастомізація, цифровізація, інноваційна екосистема, промислова трансформація

Табл. 2. Літ. 30.

DOI: 10.32752/1993-6788-2025-1-292-84-95

Kateryna Balabukha, Mykyta Kucherov

ESSENCE AND KEY TRENDS OF THE DEVELOPMENT OF THE ADDITIVE MANUFACTURING MARKET

The article highlights the theoretical and analytical aspects of the formation and development of the additive manufacturing market as a strategic direction of digital transformation in the economy. The study reviews different scientific approaches to defining the main concepts, viewing additive manufacturing as a set of technologies, systems, and strategies that reshape the economy and the organization of production, enabling localized, flexible, and customized manufacturing. The connection between 3D printing, rapid prototyping, and mass customization is explained, showing that these concepts form a single base of terminology and knowledge for a digitally oriented production ecosystem. Based on recent analytical reports, the paper summarizes the current state and global dynamics of the additive manufacturing market. The research shows that the key drivers of growth include the materials segment, the use of artificial intelligence, the standardization of production processes, and the expansion of service-based business models. At the same time, several challenges are identified, such as high investment volatility, a lack of industrial systems, and technological differences between regions. It is concluded that additive manufacturing is gradually transforming into a multi-dimensional innovation system where technologies, systems, and strategies shape a new industrial policy and production logic. For Ukraine, the development of additive manufacturing creates opportunities for industrial modernization, the rebuilding of production infrastructure, integration into global value chains. Additive manufacturing is defined as a strategic tool for restoring industrial capacity and strengthening competitiveness within the digital economy. This makes further research in this field both relevant and strategically important for the country's technological progress.

Keywords: additive manufacturing, 3D printing, customization, digitalization, innovation ecosystem, industrial transformation

Peer-reviewed, approved and placed: 10.10.2025

¹ Classical Private University, Zaporizhzhia, Ukraine.

² Classical Private University, Zaporizhzhia, Ukraine.

Постановка проблеми. Наслідки тривалої війни в Україні визначають стрімко зростаюче коло негайних потреб у забезпеченні техніко-економічних процесів на новому рівні, більш гнучкому, адаптивному та стійкому до непередбачуваних втручань зовнішніх катастрофічних впливів. Руйнування промисловості, логістичних шляхів та інші супутні соціально-економічні проблеми обумовлюють зростаючу роль адитивних технологій як основи цифрового виробництва. В умовах поширення індивідуалізованого попиту, потреби у скороченні логістичних ланцюгів і забезпечення гнучкості у виробничих процесах, визначають нові тренди організації ринку адитивного виробництва. Ринок функціонує не лише як технологічне середовище, а як повноцінна економічна система зі складною структурою та взаємодією між постачальниками обладнання, виробниками матеріалів, програмними розробниками, сервісними компаніями та кінцевими споживачами самих різних видів економічної діяльності та секторів економіки. Ринок адитивного виробництва є прикладом високодинамічного сегмента, що швидко адаптується до глобальних викликів — від нестабільності постачань, медичного обладнання, до запитів на дотримання екостандартів. Інтегрування таких технологій забезпечує гнучкість технологічних процесів і виробництва, що в умовах війни, вкрай важливо. Крім того, вектор розвитку держави зорієнтовано на цифровізацію, автоматизацію та індустріалізацію нового покоління. Водночас, незважаючи на активний розвиток, спостерігається нестача виробництва 3D-принтерів та інших вагомих сутностей розвитку ринку адитивного виробництва. Наразі український ринок адитивного виробництва дійсно відстає від міжнародних трендів та обсягів, втім демонструє потужний потенціал до реалізації принципово нових якостей виробничих систем та процесів. Таким чином, вивчення його стану та тенденцій змін на сучасному етапі є не лише своєчасним, а й стратегічно важливим з огляду на потребу у науково обґрунтованих рішеннях для державної промислової політики, бізнес-інновацій та міжнародної інтеграції в цифрову економіку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій підсвітив вагомість подальшого моніторингу та більш глибокого вивчення ринку адитивних технологій. Так, у дослідженні [1] розглянуто переваги адитивного виробництва порівняно з традиційними методами, зокрема можливість виготовлення складної геометрії, зменшення витрат і підвищення продуктивності. Автор акцентує на впливі державної підтримки на розвиток ринку та визнає, що, попри значний потенціал, галузь стикається з технічними і економічними обмеженнями. Також, у роботі [2] проаналізовано потенціал адитивного виробництва як інструменту сталого розвитку в умовах глобалізації та посиленої конкуренції. Автори підкреслюють екологічні та економічні переваги ринку, зокрема зменшення витрат ресурсів, скорочення часу виходу на ринок і формування гнучких ланцюгів поставок. У центрі уваги — роль адитивного виробництва у досягненні цілей сталого розвитку, що стосується відповідального споживання та виробництва. Основні перспективи розвитку охоплюють розширення ринку 3D-моделювання, зниження витрат і підтримку інституційних змін.

У статті [3] здійснено огляд динаміки розвитку світового ринку адитивного виробництва з акцентом на зростання кількості компаній-виробників 3D-друку та доходів у цій сфері. Особливо виділено стрімкий розвиток сегменту друку з металів, який випереджає інші напрямки. Автори порівнюють економічну ефективність традиційних і адитивних технологій, розкриваючи співвідношення між собівартістю виробу та масштабами виробництва. Також ідентифіковано ключові ринкові тенденції та переваги ринку адитивного виробництва, з урахуванням бар'єрів впровадження. У підсумку підкреслено значний потенціал для українських промислових підприємств у контексті використання даних технологій як засобу підвищення економічної результативності.

Стосовно цього у статті [4] висвітлено ключові переваги впровадження адитивних технологій у виробничу діяльність, акцентуючи увагу на їх здатності трансформувати бізнес-процеси та скоротити виробничі ланцюги. Автори зазначають, що динаміка зростання ринку перевищує темпи інших секторів, а також підкреслюють «підривний» потенціал 3D-друку у зміні структури доданої вартості. Особливо виділено економічний ефект від впровадження адитивного виробництва: зниження втрат, усунення надлишкових витрат і підвищення гнучкості виробництва. Разом із тим, авторами вказується на обмежене поширення технологій в Україні, що зумовлено браком фінансування та вузькою спеціалізацією компаній. Для ефективного розвитку автори пропонують комплексний підхід до стимулювання досліджень і координації дій на державному рівні.

Поширення та глибше проникнення у різні сегменти економіки виокремили новий напрям науково-практичного пошуку властивостей системи адитивної економіки. Так, формування науково-практичної бази знань у сфері адитивного виробництва зумовило розвиток теорії адитивної економіки у цифровому середовищі, чому присвячено багато сучасних наукових досліджень в умовах переходу систем до господарювання на засадах індустрій 3.0, 4.0 та 5.0 [5]. Наразі є результати глибоких досліджень процесів господарювання на засадах адитивного виробництва, ключові точки зростання та відповідної реструктуризації існуючих систем та процесів з урахуванням провідного міжнародного досвіду [6, 7]. При цьому, світовий ринок адитивних технологій формує тренди і для впровадження та масштабування відповідних процесів в Україні, оскільки переваги адитивних технологій та перспективність їх розвитку підтверджені неодноразово [8]. Окремий напрямок досліджень ведеться з точки зору нових ринкових пріоритетів, маркетингу та принципово нової логіки управління інноваціями, оскільки адитивні технології сильно вплинули на зміни існуючих бізнес-моделей підприємств [9].

Таким чином, адитивні технології настільки швидко проникають у ринки та різні види економічної діяльності, що визначає коло науково-практичних завдань на довгі роки. Враховуючи входження України в Індустрію якісно нового рівня, питання реалізації комплексної цифровізації і автоматизації виробничих процесів та управління в економіці держави є пріоритетними [11, 12].

Метою дослідження є узагальнення суті основних понять ринку адитивного виробництва, ідентифікація сучасних тенденцій та їх обмежень для подальшого розвитку.

Основні результати дослідження. Прогрес, що прийшов разом із перевагами впровадження адитивних технологій в різні сектори економіки, зумовив появу різних тлумачень розуміння суті ринку адитивного виробництва (Additive Manufacturing, AM). У наслідок утворено різноманіття розумінь причинно-наслідкових зв'язків сформованих результатів даного ринку, що відрізняються використанням відмінних теоретичних підходів та інших суб'єктивних факторів, притаманних конкретним експертам. Так, у табл. 1 узагальнено окремі із тлумачень поняття адитивного виробництва.

Таблиця 1. Тлумачення поняття адитивного ринку, узагальнено авторами

Визначення	Суть	Характеристика
"Additive manufacturing is a transformative approach to industrial production that enables the creation of lighter, stronger parts and systems." (Gibson et al., 2021) [12] https://doi.org/10.1007/978-3-030-56127-7	Системне представлення ринку AM як комбінації інженерних, логістичних і виробничих процесів	Відзначається глобальний фокус; чітка індустріальна перспектива; підкреслюється практична сила AM. Втім, визначення загального характеру, без сегментації або соціального виміру
"AM enables digital value creation through decentralised production, reduced lead times, and localised manufacturing networks." (Weller et al., 2015) [13] https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.020	Цифрове співтворення вартості через децентралізоване виробництво	Визначення підкреслює ціннісну трансформацію через цифровізацію і децентралізацію. Втім, є концептуально абстрактним без галузевої деталізації
"Additive manufacturing technology has emerged as a disruptive production paradigm in modern engineering and research." (Guo & Leu, 2013) [14] https://doi.org/10.1007/s11465-013-0248-8	AM як рушій трансформації виробництва в науці та інженерії	Відзначається технічна ємність; чітко пояснює роль AM у науці й інженерії. Втім, тлумачення не розкриває суті ринку як системи гравців або економічних відносин
"Additive manufacturing is a disruptive innovation enabling the transformation of design, prototyping, and production paradigms across diverse industries." (Ford & Despeisse, 2016) [15] https://doi.org/10.1016/j.iclpro.2016.04.150	AM як інновація, що трансформує дизайн, прототипування, виробництво	Фокус визначення на сталості, кастомізації, гнучкості та охопленні міжгалузеві ролі. Втім, немає чіткого визначення меж ринку AM
"Technology, systems and strategies that change the economics and organisation of manufacturing, particularly with regard to location and scale" (Durach et al., 2017) [16] DOI: 10.1108/IJPDLM-11-2016-0332	AM — технології, системи і стратегії, що змінюють економіку та організацію виробництва в контексті локації та масштабу	За суттю визначення має міждисциплінарний та наукоємний характер, що охоплює інноваційну архітектуру сучасного виробництва. Втім, може бути складним для сприйняття
"Additive manufacturing is a market-driving force reshaping supply chains, customization economics, and digital manufacturing ecosystems." (Hafid, et al., 2025) [17] https://doi.org/10.1007/s00170-025-16122-5	AM — технологія і ринкова сила, що формує цифрову індустрію	Простежується чітке формулювання ринкової ролі AM; охоплення цифрової індустріалізації. Втім, має риторичний характер, властивий макроекономіці
"Additive manufacturing is indeed a new form of localised production model" (Srai, et al., 2020). [18] https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2019-0600	AM — нова форма моделі локального виробництва	Акцентується увага саме на новій бізнес-моделі адитивного виробництва. Втім, не враховує технологічні та стратегічні особливості.

За даними табл.1 можна констатувати, що фахівці намагаються захопити весь спектр значущості результатів функціонування ринку адитивних технологій, при цьому втрачають окремі аспекти, що цілком пояснюється різницею у підходах та поглядах. Досліджуючи адитивне виробництво з точки зору розуміння суті та значення, доречно паралельно розкривати зміст супутніх термінів, що формують єдину базу термінологічних знань цифрово-орієнтованої виробничої екосистеми. Зокрема, 3D-друк, швидке прототипування (Rapid Prototyping), масова кастомізація (Mass Customization), див. табл.2.

Таким чином, адитивне виробництво виступає технологічною платформою для реалізації стратегії масової кастомізації, що передбачає вигідне виробництво персональних замовлень без додаткового фінансування процесів переналаштування. В свою чергу, масова кастомізація на основі платформи адитивного виробництва забезпечує реалізацію стратегії персоналізації виробництва. Тоді як 3D-друк реалізує без додаткових витрат виробництво незначної за кількістю партії продукції, таким чином, забезпечує за певними рівнями стандартизації та масштабування швидке прототипування, а на основі його результатах будується адитивне виробництво. Далі етапи формування дизайну, тестування та виробництва впроваджені в цикл функціонування цифрово-орієнтованої виробничої екосистеми.

Розглянемо дані адитивного ринку за різними джерелами аналітичних даних з метою обґрунтування максимально об'єктивних висновків щодо сучасних тенденцій.

Згідно із матеріалами Wohlers Report 2025 [23] ринок адитивного виробництва у 2024 р. сягнув 21,8 млрд. дол., що склало приріст показника у 9,1% у порівнянні з попереднім аналогічним періодом. Левову частку ринку продукує Азія та Китай. Крім того, саме матеріали демонстрували швидкі темпи зростання, тоді як виробники обладнання демонстрували зниження обсягів виручки. Акцент виробництва наразі зосереджено на матеріалах та сервісах, що відповідають категорії витратних [24]. CONTEXT [25] повідомляють про те, що поставки у 2024 році демонстрували неоднозначні тенденції. Обсяги поставок промислових систем знизилися на 24% у 3 кварталі у порівнянні з аналогічним періодом попереднього року. Тоді як за рік очікувалось зниження на 12% поставок індустріального призначення. Проте, обсяги поставок принтерів типу entry-level зросли на 30% у порівнянні з аналогічним показником попереднього року. 2025 рік передбачає відновлення позитивних тенденцій та зростання індустріальних поставок приблизно на 14%.

За результатами оцінювання AMPOWER у 2024 р. просідає на 2,9% адитивний ринок металу, тоді як полімерний - зростає на 4,4%. Загалом, по ринку зафіксовано зростання приблизне у 2%. Негативні тенденції 2024 року компенсуються позитивним очікуваннями за результатами виробництва у 2025 році [26]. За даними AM Research у першому кварталі ринок адитивного виробництва продемонстрував \$3,58 млрд, тоді як у 2024 році - \$15,9 млрд [27]. Значення показників ринку 2024 року демонструють результати впливу

Таблиця 2. Тлумачення понять теорії ринку адитивного виробництва за критеріями, узагальнено авторами

Критерій	Адитивне виробництво (Additive Manufacturing, AM)	3D-друк (3D Printing)	Швидке прототипування (Rapid Prototyping, RP)	Масова кастомізація (Mass Customization)
Визначення	За ISO/ASTM 52900:2021 та Chakrobarty et al. (2025, DOI: 10.1007/s00170-025-16081-x) [19] — сукупність промислових технологій виготовлення виробів шляхом пошарового додавання матеріалу на основі цифрової 3D-моделі.	Ngo et al. (2018, DOI: 10.1016/j.compositesb.2018.02.012) [20] — це технологія дозволяє виготовляти широкий спектр конструкцій і складних геометричних форм на основі даних тривимірної (3D) моделі.	Guo & Leu (2013, DOI: 10.1007/s11465-013-0248-8) [21] — набір технологій для швидкого створення фізичних моделей виробів на основі CAD-даних для перевірки дизайну, форми та функціональності перед виробництвом.	McCarthy, I. P. (2004, DOI: 10.1080/0953728042000238854) [22] — це стратегія виробництва з формування пропозиції для широкого ринку з можливістю налаштування кінцевого продукту у відповідності до потреб конкретних клієнтів.
Ключові ознаки	Промисловий масштаб, кінцеві вироби, інтеграція у виробничі системи, висока точність, використання різних технологій (FDM, SLS, SLM тощо).	Широке використання, простота, доступність, здебільшого неметалеві матеріали, підходить для хобі та навчання.	Орієнтація на тестові зразки, не призначене для масового використання, можливість комбінувати адитивні та субтрактивні методи.	Орієнтація на індивідуалізацію при збереженні ефективності масового виробництва, гнучкі виробничі лінії, цифрова інтеграція з клієнтськими замовленнями.
Сфера застосування	Серійне виробництво, кастомізація, ремонт, створення складних деталей	Освіта, дизайн, інженерні прототипи, малосерійне виробництво	Дослідно-конструкторські роботи, інженерія, тестування	Одяг, взуття, меблі, медичні імпланти, автомобілебудування, споживча електроніка
Матеріали	Метали, полімери, композити, кераміка	Пластики, фотополімери	Пластики, смоли, метали	Залежить від галузі: текстиль, полімери, метали, композити
Мета	Масове та індивідуальне виробництво	Створення виробів для особистого або професійного використання у малих масштабах	Перевірка та оптимізація конструкцій	Створення індивідуалізованих продуктів при збереженні економії від масштабу
Стандартизація	Високий рівень (ISO/ASTM, галузеві стандарти)	Мінімальна або відсутня	Відсутня єдина стандартизація	Часткова (стандарти в логістиці, виробничих процесах і якості)
Технологічний статус	Повноцінна виробнича система	Споживчий та малий промисловий сегмент	Допоміжна технологія в розробці продукту	Розвинена бізнес-модель у багатьох галузях, активно підтримується цифровими технологіями

труднощів, що стосуються як розміру ставок, так і обсягів інвестування. Через невідгідні умови виробництва у цей період ринок проходить складний етап розвитку. Втім, очікування від 2025 року є позитивними щодо застосування матеріалів та ефективності інвестицій. У 2024 році саме метод адитивного виробництва Powder Bed Fusion демонстрував затребуваність, оскільки 74% у 3 кварталі 2024 року припадали саме на нові індустріальні металеві системи, тоді як активність застосування адитивної технології 3D-друку binder jetting не продемонструвала позитивних тенденцій, а використання адитивної технології Direct Energy Deposition взагалі знижувалося в обсягах. Передова технологія 3D-друку vat photopolymerization із використанням полімерів демонструвала найгірші результати, що обумовлено низькими запитами стоматології у 2024 році. Проте, такий матеріал як полімер, що приваблює ціною, демонструє у 2025 році вищу затребуваність. Ситуація регулюється за допомогою Service Level Agreement із використанням фото-технологій та форм-фактора «офіс/лабораторія». Загалом, останні квартали 2024 року продемонстрували більшу активність у технологічному розрізі адитивного ринку [25]. Тоді як динаміка показників адитивного ринку за матеріалами продемонструвала структурний тренд, зокрема, двократне зростання споживання саме матеріалів на тлі гіршого стану ринку машин. Металеві порошки активно застосовувались в медичній та аерокосмічній сферах [26]. Зауважимо, на сферу стоматології припадає приблизно одна третя адитивного ринку, зокрема, 5,2 млрд. дол. у 2024 році, де біля 3,5 млрд. дол. припадає на сервісні послуги, а біля 0,97 млрд. дол. - на матеріали. Передбачається, що до 2033 року сегмент охопить біля 9,6 млрд. дол. [27]. Сфера аерокосмосу та оборони на адитивному ринку стрімко розкривають значний потенціал. Саме Китай та США, поступово і Європа демонструють активність залучення адитивних технологій в цих сферах. Очікують піки ринкового зростання саме у 2025-2026 роках [28]. Популярність використання прототипування в таких сферах як: енергетика, автовиробництво та охороні здоров'я, розширюється до серійних та ремонтних сценаріїв. Втім, затримки капітального інвестування та фінансування у 2024 році значно стримувало активізацію діяльності у індустріальному сегменті обладнання [25]. Наразі драйвером адитивного ринку виступає у 2024-2025 роках саме Китай. Тоді як ринки ЕМЕА та Америка демонструють стримані тенденції, або взагалі - спад функціонування [28]. Втім, за даними [29] саме Північна Америка виступає найбільш дохідним регіоном із високими темпами зростання за ключовими показниками [29]. Загалом, 2024-2025 роки характеризують високим рівнем M&A-турбулентності та активної реструктуризації у світі, що звісно підтримує тенденції адитивного ринку, але суттєво перерозподіляє частки між учасниками [28]. Згідно з [25], попит переорієнтовується у бік «entry-level/desktop», тобто більш дешевих та офісних сегментів, тоді як професійний клас майже не змінює показники. Зростання покупок обладнання і технологій були обумовлені очікуванням зростання митних платежів. В той же час індустріальні системи залежать від інвестування і циклу відсоткових ставок. На практиці вийшло, що високі процентні ставки стримали прилив капіталовкладень. Тому першочергові очікування індустріального

відновлення у 2025 році пов'язували зі здешевленням капіталу, але високі тарифи, зростаюча інфляція та персистентні ставки відкладають позитивні очікування зростання ринку вже на 2026 рік [25].

При цьому, головним драйвером оптимізації та стрімкого зростання адитивного виробництва стали штучний інтелект і використання передових технологій в межах забезпечення моніторингу, якості виробництва та його параметричної адаптивності, що в цілому забезпечило швидкість виробництва, зниження обсягів відходів та максимальну індивідуалізацію.

Прогнозні акценти у період 2025-2026 роки у світі зосереджені на продуктивності LPBF-парків (багатолазерні великі камери), де йде конкурентна боротьба Китаю та західних проектів [25]. При цьому, частка витрат зростатиме за матеріалами (порошки, смоли тощо), що прогнозує стабільний дохід постачальникам матеріалів та сервісним центрам [30]. За секторами економіки ядром виступатиме стоматологія і медичні вироби, які менш чутливі до макроциклів [27]. У самому ринку ще більш затребуваними передбачаються рішення щодо розвитку стандартів, сумісності, процедур підготовки, спостереження та тестування, із застосуванням ШІ, що загалом сприятиме масштабуванню АМ у промисловості [24].

Висновки. Проведене дослідження дозволило сформувати узагальнене уявлення про сучасний стан та перспективи розвитку ринку адитивного виробництва як ключового елементу цифрової трансформації виробництва. Адитивні технології сьогодні розглядаються не лише як інструмент виготовлення виробів, а як основа нової моделі організації виробництва, де взаємодіють інноваційні технології, системи управління та стратегічні підходи до створення вартості. Сутність ринку адитивного виробництва визначається здатністю поєднувати цифрове проектування, автоматизоване виготовлення і масову персоналізацію продукції. Це забезпечує високу точність, скорочення витрат і адаптивність виробництва до індивідуальних потреб споживача. Міжнародна динаміка розвитку демонструє стабільне зростання попри короткострокові інвестиційні спади. Структура ринку зміщується у бік виробництва матеріалів і сервісів, що формують нову економіку доданої вартості. Металеві порошки, полімери та композити залишаються головними факторами попиту. Технологічні чинники розвитку охоплюють активне впровадження штучного інтелекту, автоматизованих систем контролю якості, розширення міжнародних стандартів, а також цифрову інтеграцію виробничих процесів. Регіональні особливості свідчать про лідерство Китаю та США у галузі, тоді як європейські держави й Україна формують власні спеціалізації — насамперед у медичних, авіаційних та оборонних напрямках. Український контекст визначає адитивне виробництво як перспективний інструмент модернізації промисловості та відновлення інфраструктури. Його розвиток сприяє зменшенню залежності від імпорту, оптимізації логістики та розбудові цифрової економіки. Отже, можна стверджувати, що ринок адитивного виробництва трансформується у складну інноваційну екосистему, у межах якої технології, управлінські системи та стратегічні рішення формують нову індустріальну парадигму. Подальший розвиток цієї галузі потребує комплексної державної політики, стимулювання наукових

досліджень і створення сприятливих умов для впровадження цифрових виробничих рішень.

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: 10.32782/dees.1-6.
2. Ахновська І., Брацлавець О. Перспективні напрями розвитку ринку адитивних технологій в умовах техноглобалізму. Цифрова економіка та економічна безпека. 2022. Вип. 2 (02). С. 76–81. DOI: 10.32782/dees.2-13.
3. Лаврик І. Ф., Артемчук В. О., Разводовська В. О. Перспективи розвитку ринку адитивного виробництва у світі та в Україні. Економічні студії. Вип. 89. URL: <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/a75a065b-547c-4d62-a673-92ba95a481b8/content>
4. Лісова Р. М. Застосування адитивних технологій у виробництві та їхній вплив на бізнес-процеси. Науково-виробничий журнал. 2019. Вип. 5. С. 110. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2019-5-22>
5. Мельник Л. Г., Машенко О. М., Генс Л. Ю., Карінцева О. І., Кубатко О. В., Сотник І. М. та ін. Фундаментальні основи фазового переходу до адитивної економіки: від проривних технологій до інституційної соціологізації рішень. Суми: Сумський державний університет, 2023. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/95268/1/Melnyk_zvit_2023.pdf.
6. Мельник Л. Г. Драйвери і інструменти формування адитивної економіки. Науковий погляд: економіка та управління. 2023. № 3. С. 16–28. DOI: 10.32782/2521-666X/2023-83-2.
7. Мельник Л. Г. Адитивна економіка (Економіка перетворень): Досвід ЄС щодо економічних перетворень в ході Industries 3.0, 4.0, 5.0. Суми: Університетська книга, 2023. 208 с. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3c1552a2-61ac-47ad-9d9a-27ec2e90c60/content>.
8. Лифар В. В. Перспективи розвитку ринку адитивного виробництва у світі та в Україні. Економічні студії. Вип. 89. URL: <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/a75a065b-547c-4d62-a673-92ba95a481b8/content>.
9. Летницький А. Аналіз тенденцій та інновацій у сфері 3D-друку та їх вплив на маркетингові стратегії. Економіка та суспільство. 2025. Вип. 75. DOI: 10.32782/2524-0072/2025-75-23.
10. Щодо сприяння впровадженню технологічного підходу «Індустрія 4.0» в Україні: Постанова Кабінету Міністрів України від 21 липня 2021 р. № 750. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/shchodo-spriyannya-vprovadzhennyyutehnologichnogo-pidhodu-industriya-40-v-ukrayini-i210721-750>.
11. Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 03 березня 2021 р. № 179. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text>.
12. Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B., Khorasani, M., Rosen, D., Stucker, B., & Khorasani, M. (2021). Additive manufacturing technologies (Vol. 17, pp. 160-186). Cham, Switzerland: Springer. <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/0062/17/L-G-0000006217-0002334852.pdf>
13. Christian Weller, Robin Kleer, Frank T. Piller, Economic implications of 3D printing: Market structure models in light of additive manufacturing revisited, International Journal of Production Economics, Volume 164, 2015, Pages 43-56, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.020>.
14. Guo, N., & Leu, M. C. (2013). Additive manufacturing: technology, applications and research needs. Frontiers of mechanical engineering, 8(3), 215-243. <https://link.springer.com/article/10.1007/S11465-013-0248-8>
15. Ford, S., & Despeisse, M. (2016). Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges. Journal of cleaner Production, 137, 1573-1587. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.150>
16. Durach, C. F., Kurpjuweit, S. and Wagner, S. M. (2017), "The impact of additive manufacturing on supply chains", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 47, No. 10, pp. 954-971. DOI: 10.1108/IJPDLM-11-2016-0332
17. Hafid, A., Sebtaoui, F. E., & Mouchtachi, A. (2025). Evaluating the impact of industry 4.0 technologies on quality management systems: applications, challenges, and future directions. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1-19. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-025-16122-5>

18. Srail, J. S., Graham, G., Hennelly, P., Phillips, W., Kapletia, D., & Lorentz, H. (2020). Distributed manufacturing: a new form of localised production?. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(6), 697-727. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2019-0600>
19. Chakrobarty, A., Sultan, T., Davidson, A., & Cetinkaya, C. (2025). In-process ultrasonic monitoring of additive manufacturing: impact of track curvature on spectral responses of periodic builds. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1-15. DOI: 10.1007/s00170-025-16081-x)
20. Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T., & Hui, D. (2018). Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites Part B: Engineering*, 143, 172-196. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.02.012>
21. Guo, N., & Leu, M. C. (2013). Additive manufacturing: technology, applications and research needs. *Frontiers of mechanical engineering*, 8(3), 215-243. DOI: 10.1007/s11465-013-0248-8
22. McCarthy, I. P. (2004). Special issue editorial: the what, why and how of mass customization. *Production Planning & Control*, 15(4), 347-351. doi: 10.1080/0953728042000238854
23. CNN. (2024, March 25). How to 3D-print a school in a war zone. CNN. <https://edition.cnn.com/2024/03/25/style/ukraine-3d-printed-school-warzone-dfi-hnk-spc-intl-hnk>
24. Metal Additive Manufacturing. (2025, October 15). Wohlers Report 2025 shows global Additive Manufacturing industry growth over 9%. *Metal AM*. <https://www.metal-am.com/wohlers-report-2025-shows-global-additive-manufacturing-industry-growth-over-9/>
25. CONTEXT. (2025, January 16). Industrial 3D printer shipments struggle in chaotic market as vendors pin hopes on 2025 recovery. *CONTEXT*. <https://www.contextworld.com/industrial-3d-printer-shipments-struggle-in-chaotic-market-as-vendors-pin-hopes-on-2025-recovery>
26. AMPOWER. (2025, March 18). AMPOWER releases 2025 Additive Manufacturing market report. *Metal AM*. <https://www.metal-am.com/ampower-releases-2025-additive-manufacturing-market-report/>
27. Additive Manufacturing Research. (2025). News – Additive Manufacturing Research. Retrieved August 11, 2025, from <https://additivemanufacturingresearch.com/news/>
28. Desktop Metal. (2025, September 9). Desktop Metal files for Chapter 11 bankruptcy, plans asset sale to Anzu. *Metal AM*. https://www.metal-am.com/desktop-metal-files-for-chapter-11-bankruptcy-plans-asset-sale-to-anzu/?utm_source=chatgpt.com
29. Grand View Research. (2024). Additive manufacturing market size, share & trends analysis report by component, printer type, technology, software, application, vertical, material, and region, and segment forecasts, 2024–2030. Grand View Research. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/additive-manufacturing-market>
30. Metal AM. (2025, April 8). Wohlers Report 2025 shows global Additive Manufacturing industry growth over 9%. *Metal AM*. <https://www.metal-am.com/wohlers-report-2025-shows-global-additive-manufacturing-industry-growth-over-9/>

-
1. Ahnovska, I., & Bratslavets, O. (2022). Development of the global additive technologies market under technoglobalism. *Digital Economy and Economic Security*, 1(01), 36–42. <https://doi.org/10.32782/dees.1-6>
 2. Ahnovska, I., & Bratslavets, O. (2022). Promising directions for the development of the additive technologies market under technoglobalism. *Digital Economy and Economic Security*, 2(02), 76–81. <https://doi.org/10.32782/dees.2-13>
 3. Lavryk, I. F., Artemchuk, V. O., & Razvodovska, V. O. Prospects for the development of the additive manufacturing market in the world and in Ukraine. *Ekonomiczni Studii*, (89). Retrieved from <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/a75a065b-547c-4d62-a673-92ba95a481b8/content>
 4. Lisova, R. M. (2019). Application of additive technologies in production and their impact on business processes. *Scientific and Production Journal*, (5), 110. <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2019-5-22>
 5. Melnyk, L. H., Matsenko, O. M., Gens, L. Yu., Karintseva, O. I., Kubatko, O. V., Sotnyk, I. M., et al. (2023). Fundamental principles of the phase transition to the additive economy: From breakthrough technologies to institutional sociologization of decisions. *Sumy: Sumy State University*. https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/95268/1/Melnyk_zvit_2023.pdf
 6. Melnyk, L. H. (2023). Drivers and tools for the formation of the additive economy. *Scientific View: Economics and Management*, (3), 16–28. <https://doi.org/10.32782/2521-666X/2023-83-2>

7. Melnyk, L. H. (2023). Additive economy (Economy of transformations): EU experience in economic transformation within Industries 3.0, 4.0, 5.0. Sumy: Universytetska Knyha. <https://essuir.sumdu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3c1552a2-61ac-47ad-9d9a-27eec2e90c60/content>
8. Lyfar, V. V. Prospects for the development of the additive manufacturing market in the world and in Ukraine. *Ekonomichni Studii*, (89). Retrieved from <https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/a75a065b-547c-4d62-a673-92ba95a481b8/content>
9. Letnytskyi, A. (2025). Analysis of trends and innovations in 3D printing and their impact on marketing strategies. *Economy and Society*, (75). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-75-23>
10. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2021, July 21). On promoting the implementation of the technological approach "Industry 4.0" in Ukraine (Resolution No. 750). Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/npas/shchodo-spriyannya-vprovadzhennyyutehnologichnogo-pidhodu-industriya-40-v-ukrayini-i210721-750>
11. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2021, March 3). On approval of the National Economic Strategy until 2030 (Resolution No. 179). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text>
12. Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B., Khorasani, M., Rosen, D., Stucker, B., & Khorasani, M. (2021). Additive manufacturing technologies (Vol. 17, pp. 160-186). Cham, Switzerland: Springer. <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/0062/17/L-G-0000006217-0002334852.pdf>
13. Christian Weller, Robin Kleer, Frank T. Piller, Economic implications of 3D printing: Market structure models in light of additive manufacturing revisited, *International Journal of Production Economics*, Volume 164, 2015, Pages 43-56, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.020>.
14. Guo, N., & Leu, M. C. (2013). Additive manufacturing: technology, applications and research needs. *Frontiers of mechanical engineering*, 8(3), 215-243. <https://link.springer.com/article/10.1007/S11465-013-0248-8>
15. Ford, S., & Despeisse, M. (2016). Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges. *Journal of cleaner Production*, 137, 1573-1587. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.150>
16. Durach, C. F., Kurpjuweit, S. and Wagner, S. M. (2017), "The impact of additive manufacturing on supply chains", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 47, No. 10, pp. 954-971. DOI: 10.1108/IJPDLM-11-2016-0332
17. Hafid, A., Sebtaoui, F. E., & Mouchtachi, A. (2025). Evaluating the impact of industry 4.0 technologies on quality management systems: applications, challenges, and future directions. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1-19. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-025-16122-5>
18. Srail, J. S., Graham, G., Hennelly, P., Phillips, W., Kapletia, D., & Lorentz, H. (2020). Distributed manufacturing: a new form of localised production?. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(6), 697-727. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2019-0600>
19. Chakrobarty, A., Sultan, T., Davidson, A., & Cetinkaya, C. (2025). In-process ultrasonic monitoring of additive manufacturing: impact of track curvature on spectral responses of periodic builds. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1-15. DOI: 10.1007/s00170-025-16081-x)
20. Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T., & Hui, D. (2018). Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites Part B: Engineering*, 143, 172-196. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.02.012>
21. Guo, N., & Leu, M. C. (2013). Additive manufacturing: technology, applications and research needs. *Frontiers of mechanical engineering*, 8(3), 215-243. DOI: 10.1007/s11465-013-0248-8
22. McCarthy, I. P. (2004). Special issue editorial: the what, why and how of mass customization. *Production Planning & Control*, 15(4), 347-351. doi: 10.1080/0953728042000238854
23. CNN. (2024, March 25). How to 3D-print a school in a war zone. CNN. <https://edition.cnn.com/2024/03/25/style/ukraine-3d-printed-school-warzone-dfi-hnk-spc-intl-hnk>
24. Metal Additive Manufacturing. (2025, October 15). Wohlers Report 2025 shows global Additive Manufacturing industry growth over 9%. Metal AM. <https://www.metal-am.com/wohlers-report-2025-shows-global-additive-manufacturing-industry-growth-over-9/>
25. CONTEXT. (2025, January 16). Industrial 3D printer shipments struggle in chaotic market as vendors pin hopes on 2025 recovery. CONTEXT. <https://www.contextworld.com/industrial-3d-printer-shipments-struggle-in-chaotic-market-as-vendors-pin-hopes-on-2025-recovery>
26. AMPPOWER. (2025, March 18). AMPPOWER releases 2025 Additive Manufacturing market report. Metal AM. <https://www.metal-am.com/ampower-releases-2025-additive-manufacturing-market-report/>

27. Additive Manufacturing Research. (2025). News — Additive Manufacturing Research. Retrieved August 11, 2025, from <https://additivemanufacturingresearch.com/news/>
28. Desktop Metal. (2025, September 9). Desktop Metal files for Chapter 11 bankruptcy, plans asset sale to Anzu. Metal AM. https://www.metal-am.com/desktop-metal-files-for-chapter-11-bankruptcy-plans-asset-sale-to-anzu/?utm_source=chatgpt.com
29. Grand View Research. (2024). Additive manufacturing market size, share & trends analysis report by component, printer type, technology, software, application, vertical, material, and region, and segment forecasts, 2024–2030. Grand View Research. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/additive-manufacturing-market>
30. Metal AM. (2025, April 8). Wohlers Report 2025 shows global Additive Manufacturing industry growth over 9%. Metal AM. <https://www.metal-am.com/wohlers-report-2025-shows-global-additive-manufacturing-industry-growth-over-9/>