

УДК 621.382:338.45:004.8

DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/36.6>

Утюж М.В.

аспірант

Інститут економіки промисловості

Національної академії наук України

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9497-0262>

ГЛОБАЛЬНА ДИНАМІКА РОЗВИТКУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті досліджено сучасний стан та динаміку розвитку світової напівпровідникової галузі. Проаналізовано ключові показники ринку напівпровідників у 2022–2024 роках, визначено основні тенденції його зростання. Розглянуто регіональні особливості розвитку галузі з особливим акцентом на ситуацію в США, Тайвані, Японії та Європі. Досліджено продуктову структуру ринку та найбільш перспективні сегменти. Визначено вплив геополітичних факторів на реструктуризацію глобальних ланцюгів постачання та формування нових центрів виробництва напівпровідників. Виявлено основні драйвери зростання галузі, включаючи штучний інтелект, електрифікацію транспорту, розвиток мереж 5G та інтернету речей. Досліджено державні програми підтримки розвитку напівпровідникової промисловості в різних країнах світу. Представлено прогнози розвитку галузі до 2030 року.

Ключові слова: напівпровідникова галузь, інтегральні схеми, технологічний розвиток, цифрова трансформація, глобальні ланцюги постачання, виробничі потужності, напівпровідники.

Постановка проблеми. Напівпровідникова галузь є ключовою для розвитку сучасних технологій та глобальної економіки, забезпечуючи основу для цифрової трансформації суспільства. Значні геополітичні зміни, пандемія COVID-19 та технологічне протистояння між провідними країнами суттєво вплинули на глобальні ланцюги постачання та спричинили кризу в галузі протягом 2020–2022 років. Сьогодні спостерігається відновлення та реструктуризація світового ринку напівпровідників із формуванням нових центрів виробництва та технологічних альянсів. Динаміка розвитку та регіональних особливостей напівпровідникової галузі має стратегічне значення для економічної безпеки країн та конкурентоспроможності на глобальному ринку [25].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання розвитку напівпровідникової галузі активно досліджуються світовими та вітчизняними науковцями. Значний внесок у дослідження різних аспектів функціонування ринку напівпровідників, його трансформації та перспектив розвитку зробили Frieske B., Stieler S. [11], Chang B. G., Wu K. S. [1], Kamakura N. [13], Roh T., Hwang J., Park B. I. [21], Wang Q., Huang N., Cai H., Chen X., Wu Y. [26], Mullen E., Morris M. A. [18], Chang K. H., Sun Y. J., Lai C. A. [2], Longauer D., Vasvári T., Nauck Z. [16], Kim D., Cho K. [14], Chien C. F., Hong T. Y. [4]. Окремі аспекти функціонування напівпровідникової галузі та її впливу на економічну безпеку країн аналізуються в дослідженнях міжнародних організацій та консалтингових компаній, зокрема Semiconductor Industry Association, Deloitte, KPMG та PWC.

Мета статті полягає у комплексному аналізі сучасного стану та динаміки розвитку напівпровідникової галузі у світі, визначенні ключових технологічних, економічних та геополітичних факторів, які впливають на її трансформацію. Особлива увага приділяється дослідженню стану передових країн та регіонів — США, Тайваню, Японії та Європи у виробництві напівпровідників та перспективам розвитку галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Напівпровідникова галузь є одним із ключових факторів, що забезпечує розвиток сучасних технологій, впливаючи на різноманітні сфери від побутової електроніки до автомобілебудування, телекомунікацій та штучного інтелекту. Протягом останніх десятиліть ця індустрія демонструє стрімкий розвиток, що супроводжується постійним удосконаленням технологій виробництва та зростанням потужностей. Сьогодні напівпровідники є невід'ємною частиною практично всіх сучасних пристроїв, забезпечуючи їх функціональність, енергоефективність та інтелектуальні можливості. Особливо важливими стали напівпровідникові компоненти для обробки великих даних та мережі 5G.

Згідно з даними Semiconductor Industry Association (SIA), глобальні продажі напівпровідників у 2024 році досягли \$627,6 млрд, що на 19,1% більше порівняно з показником 2023 року (\$526,8 млрд) [12, с. 1]. Продажі за четвертий квартал 2024 року склали \$170,9 млрд, що на 17,1% більше, ніж за аналогічний період 2023 року, і на 3,0% вище, ніж у третьому кварталі 2024 року. Зростаючий тренд свідчить про відновлення галузі після певного спаду, спричиненого глобальними економічними викликами попередніх років, включаючи наслідки пандемії COVID-19.

У регіональному розрізі найбільше зростання річних продажів у 2024 році спостерігалось в Америці (44,8%), Китаї (18,3%) та Азіатсько-Тихоокеанському регіоні (12,5%). Водночас у Японії зафіксовано незначне скорочення (-0,4%), а в Європі більш суттєве падіння (-8,1%) [24, с. 14]. Окреслені показники відображають глобальну динаміку перерозподілу виробничих потужностей та інвестицій у напівпровідникову галузь, де США активно нарощує свою присутність завдяки значним державним стимулам та програмам підтримки.

Серед основних продуктових категорій у 2024 році найбільшу частку ринку становили логічні пристрої з обсягом продажів \$212,6 млрд. Другою за величи-

ною категорією стали пристрої пам'яті, продажі яких зросли на 78,9% і сягнули \$165,1 млрд. Особливо вражаючим було зростання у сегменті DRAM-пам'яті – на 82,6%, що стало найбільшим процентним зростанням серед усіх категорій напівпровідникової продукції у 2024 році [22, с. 3]. Характер тенденції пояснюється зростаючим попитом на пам'ять для серверів, пристроїв штучного інтелекту та високопродуктивних обчислювальних систем. Аналітики прогнозують, що світовий ринок напівпровідників зростатиме більш ніж удвічі швидше, ніж світовий ВВП, і до 2030 року може досягти понад \$1 трлн [20, с. 7]. Ключовими драйверами цього зростання є розвиток пам'яті нового покоління, збільшення попиту в автомобільному секторі та прагнення регіонів до самодостатності в напівпровідниковому виробництві. Глобальний ринок напівпровідників за компонентами наведено в таблиці 1.

США демонструють потужну динаміку розвитку напівпровідникової індустрії. У 2024 році американський ринок напівпровідників оцінювався у \$75,3 млрд, показуючи середньорічне зростання 6,1% з 2022 по 2024 рік [15, с. 8]. Значний імпульс розвитку надав Закон про чіпи та науку (CHIPS and Science Act), завдяки якому країна планує потроїти свої виробничі потужності до 2032 року. За даними SIA, США планують збільшити свою частку у виробництві передових логічних чіпів (нижче 10 нм) до 28% світових потужностей до 2032 року, порівняно з 0% у 2022 році [23, с. 12].

Тайвань залишається світовим лідером у виробництві напівпровідників, продукуючи понад 60% світових напівпровідників у 2022 році. Виробнича вартість напівпровідникової промисловості Тайваню в третьому кварталі 2024 року досягла \$37,979 млрд, що на 6,4% більше, ніж у другому кварталі 2024 року, і на 20,4% більше, ніж у третьому кварталі 2023 року [3, с. 2]. Очі-

кується, що частка Тайваню на світовому ринку виробництва пластин зросте до 76,8% у 2024 році, згідно з прогнозами Тайванської асоціації напівпровідникової промисловості.

Японія активно відроджує свою напівпровідникову промисловість після тривалого періоду втрати позицій. У 2023 році уряд Японії надав понад \$25 млрд субсидій для відродження галузі [13, с. 265]. Ключовими ініціативами стали створення нової компанії з виробництва напівпровідників Rapidus, яка має на меті виробництво 2-м чіпів у Японії до кінця 2025 року, та спільне підприємство Japan Advanced Semiconductor Manufacturing (JASM) між TSMC, Sony і Denso. У 2023 році обсяг японського ринку напівпровідників оцінювався приблизно в \$46,8 млрд, а до кінця 2025 року прогнозується його зростання до майже \$51,9 млрд. Державні інвестиції в напівпровідникову галузь за країнами зображено в таблиці 2.

Європейський ринок напівпровідників у 2022 році досяг рекордного показника продажів – понад €51,2 млрд [10, с. 1]. У 2023 році, незважаючи на загальносвітове уповільнення, європейський ринок продовжував зростати, з прогнозованим збільшенням на 6,3% [8, с. 2]. Найбільшими сегментами європейського ринку є автомобільні чіпи (37%) та промислові застосування (28%). Для посилення конкурентоспроможності в 2023 році був прийнятий Європейський закон про чіпи (EU Chips Act), який спрямований на зміцнення напівпровідникового сектору та збільшення технологічної самодостатності Європи.

Цифрова трансформація є ключовим трендом у напівпровідниковій промисловості. Дослідження, проведене у 2023 році, виявило, що напівпровідникова індустрія використовує передові технології, такі як штучний інтелект, Інтернет речей та машинне навчання для вдосконалення виробничих процесів та підвищення ефективності [14, с. 3].

Таблиця 1 – Глобальний ринок напівпровідників за компонентами, 2022–2024 рр., млрд доларів США

Категорія продуктів	2022	2023	2024	Зростання 2023–2024, %
Логічні пристрої	187,4	196,2	212,6	8,4
Пристрої пам'яті	130,0	92,3	165,1	78,9
Аналогові IC	80,5	76,2	84,5	10,9
Процесори	68,2	65,4	72,3	10,6
Дискретні компоненти	36,1	34,7	37,2	7,2
Інші	71,8	62,0	55,9	-9,8
Всього	574,0	526,8	627,6	19,1

Джерело: складено на основі [5, с. 2; 6, с. 3]

Таблиця 2 – Державні інвестиції в напівпровідникову галузь за країнами, 2023–2024 рр.

Країна/регіон	Обсяг інвестицій	Ключові напрямки
США	\$29,5 млрд. дол. (гранти), \$25,1 млрд. дол. (позики)	18 проєктів у 12 штатах із загальними інвестиціями \$348 млрд до 2030 року
ЄС	\$46 млрд. дол.	Стимули для розвитку виробництва, жодних грантів ще не видано
Індія	\$10 млрд. дол.	До 50% вартості проєктів
Японія	\$7 млрд. дол.	Інвестиції в Rapidus та TSMC
Південна Корея	\$50 млрд. дол.	20% податковий кредит, еквівалент підтримки \$90 млрд
Тайвань	≈78 млрд. дол.	25% податкова знижка на витрати на НДДКР, 5% знижка на нове обладнання
Сінгапур	≈40 млрд. дол.	Державні стимули знижують вартість володіння фабрикою на 25–30%
Китай	\$190+ млрд. дол.	Інвестиційні фонди, податкові пільги, позики

Джерело: складено на основі [7, с. 4; 9, с. 6]

Важливим аспектом розвитку галузі є питання сталого розвитку та екологічності. Водопостачання є критичним фактором для напівпровідникового виробництва, і галузь активно впроваджує стратегії збереження води та практики сталого розвитку [26, с. 13]. Виробники чіпів інвестують у «зелені» технології виробництва та енергоефективні рішення. Дослідження 2022 року показало, що застосування аналітики великих даних дозволяє впроваджувати енергозберігаючі стратегії для повітряних компресорів у напівпровідниковій промисловості, що значно скорочує витрати енергії та зменшує вуглецевий слід [2, с. 1785].

Пандемія COVID-19 виявила суттєві вразливості в ланцюгах постачання напівпровідникової промисловості. У відповідь США, ЄС, Корея, Китай та інші країни запустили ініціативи з підвищення регіональної самодостатності шляхом переміщення виробництва напівпровідників на свою територію [11, с. 4]. Досягнення самодостатності становить серйозні виклики, оскільки виробництво напівпровідників вимагає значного масштабу, включаючи великі замовлення клієнтів, надійну інфраструктуру та високу ефективність. Щоб залишатися конкурентоспроможними, об'єкти повинні підтримувати високі показники виробництва та рівень використання понад 85%.

Автомобільний сектор демонструє вражаючу динаміку зростання попиту на напівпровідники. Ринок автомобільних напівпровідників досяг рекордних \$76 млрд у 2023 році і, за прогнозами, зросте до \$117 млрд протягом наступних п'яти років із середньорічним темпом зростання 8,9%. Цьому сприяють два ключові фактори – електрифікація транспортних засобів та поява програмно-визначених автомобілів (SDV). Перехід до електрифікації транспортних засобів підвищив попит на силові напівпровідники, особливо у системах електромобілів, таких як інвертори та системи управління батареями. Широкозонні пристрої, включаючи карбід кремнію (SiC) та нітрид галію (GaN), набирають популярність завдяки своїй підвищеній ефективності.

Технологія високопродуктивної пам'яті (HBM) стає важливим фактором зростання на ринку напівпровідників, демонструючи вражаючі показники за обсягом та доходами. HBM оптимізована для високопродуктивних паралельних обчислень та робочих навантажень штучного інтелекту, і очікується, що її розвиток триватиме з темпом зростання 64% за обсягом бітів та 58% за доходами до 2028 року. HBM покращує продуктивність додатків штучного інтелекту за рахунок високої

пропускної здатності та низької затримки, як це можна спостерігати в GPU від NVIDIA та AMD. Завдяки своїм передовим технологічним вимогам, HBM представляє екосистему із високим бар'єром входу та замкнутим циклом, що зумовлює її стрімкий розвиток.

Значна зміна в архітектурі виробництва напівпровідників полягає у зростанні ринку спеціалізованих, на замовлення виготовлених інтегральних схем. Тенденція особливо помітна в центрах обробки даних, де індивідуальні рішення для відеообробки, мережевої безпеки та штучного інтелекту демонструють значні переваги в ефективності та продуктивності. Зниження вартості та підвищення доступності інструментів та послуг проектування демократизували розробку спеціалізованих інтегральних схем, дозволяючи навіть меншим підприємствам брати участь у цьому процесі. Великі постачальники хмарних послуг, такі як Amazon, Google, Microsoft та Meta, активно інвестують у цей напрямок, що може суттєво вплинути на традиційні бізнес-моделі виробників напівпровідників [17; 19].

Висновки. Таким чином, відновлення галузі після спаду 2023 року підтверджується стрімким зростанням продажів у 2024 році на 19,1% до рекордних \$627,6 млрд. Регіональний аналіз виявляє певні зміни в розподілі виробничих потужностей, де США та Азіатсько-Тихоокеанський регіон зміцнюють свої позиції, тоді як Європа стикається з певними викликами. Серед продуктових категорій особливу динаміку демонструють пристрої пам'яті та логічні пристрої, що пов'язано з розширенням застосування штучного інтелекту, автоматизації та Інтернету речей. Важливими трендами галузі залишаються цифрова трансформація, екологічна стійкість та підвищення регіональної самодостатності виробництва.

Перспективи розвитку напівпровідникової галузі до 2030 року є оптимістичними, з прогнозованим зростанням ринку до понад \$1 трлн. Основними драйверами цього зростання стануть нові технології пам'яті, розширення ринку електромобілів, впровадження 5G та розвиток штучного інтелекту. Важливим фактором є також значні державні інвестиції у розвиток місцевого виробництва в різних регіонах світу, що підтверджує стратегічну важливість напівпровідникової галузі для національної безпеки та економічного розвитку. Водночас для подолання існуючих викликів, пов'язаних з ресурсоемністю виробництва, вразливістю ланцюгів постачання та екологічним впливом, галузі необхідно продовжувати інноваційний розвиток та пошук нових стійких моделей виробництва.

Список використаних джерел:

1. Chang B. G., Wu K. S. The nonlinear relationship between financial flexibility and enterprise risk-taking during the COVID-19 pandemic in Taiwan's semiconductor industry. *Oeconomia Copernicana*. 2021. Vol. 12, No. 2. P. 307–333. DOI: <https://doi.org/10.24136/OC.2021.011>
2. Chang K. H., Sun Y. J., Lai C. A., Chen L. D., Wang C. H., Chen C. J., Lin C. M. Big data analytics energy-saving strategies for air compressors in the semiconductor industry—an empirical study. *International Journal of Production Research*. 2022. Vol. 60, No. 6. P. 1782–1794. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1870015>
3. Caribbean News Global. Taiwan Semiconductor Industry Landscape Report 2023–2024. URL: <https://caribbeannewsglobal.com/taiwan-semiconductor-industry-landscape-report-2023-2024/> (date of access: 09.06.2025)
4. Chien C. F., Hong T. Y. An integrated framework of Industry 3.5 and an empirical study of simulation-based automated material handling system for semiconductor manufacturing. *International Journal of Logistics Research and Applications*. 2024. Vol. 27, No. 2. P. 309–325. DOI: <https://doi.org/10.1080/13675567.2022.2090528>
5. Deloitte. 2024 semiconductor industry outlook. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/semiconductor-industry-outlook.html> (date of access: 09.06.2025)
6. Deloitte. Technology, Media & Telecommunications Outlooks: Semiconductor industry outlook. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-media-telecom-outlooks/semiconductor-industry-outlook.html> (date of access: 09.06.2025)

7. ECSA Skills Strategy 2024. URL: <https://chipsacademy.eu/wp-content/uploads/2024/11/ECSA-Skills-Strategy-2024.pdf> (date of access: 09.06.2025)
8. ESIA WSTS Spring Forecast 2023. URL: https://www.eusemiconductors.eu/sites/default/files/ESIA_WSTS_SpringForecast2023_1.pdf (date of access: 09.06.2025)
9. European Court of Auditors. Special Report 12/2025. URL: https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2025-12/SR-2025-12_EN.pdf (date of access: 09.06.2025)
10. European Semiconductor Industry Association. URL: <https://www.eusemiconductors.eu/esia> (date of access: 09.06.2025)
11. Frieske B., Stieler S. The “Semiconductor Crisis” as a Result of the COVID-19 Pandemic and Impacts on the Automotive Industry and Its Supply Chains. *World Electric Vehicle Journal*. 2022. Vol. 13, No. 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/wevj13100189>
12. Global Semiconductor Sales Increase 19.1% in 2024; Double-Digit Growth Projected in 2025. URL: <https://semiconductors.org/global-semiconductor-sales-increase-19-1-in-2024-double-digit-growth-projected-in-2025/> (date of access: 09.06.2025)
13. Kamakura N. From globalising to regionalising to reshoring value chains? The case of Japan’s semiconductor industry. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 2022. Vol. 15, No. 2. P. 261–277. DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsac010>
14. Kim D., Cho K. Digital Transformation Characteristics of the Semiconductor Industry Ecosystem. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, No. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15010483>
15. KPMG. Global semiconductor industry outlook. URL: <https://kpmg.com/us/en/articles/2024/global-semiconductor-industry-outlook.html> (date of access: 09.06.2025)
16. Longauer D., Vasvári T., Hauck Z. Investigating make-or-buy decisions and the impact of learning-by-doing in the semiconductor industry. *International Journal of Production Research*. 2024. Vol. 62, No. 11. P. 3835–3852. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2250009>
17. MIC. Market Intelligence & Consulting Institute. URL: https://mic.iii.org.tw/ErrorPage_Front.aspx (date of access: 09.06.2025)
18. Mullen E., Morris M. A. Green nanofabrication opportunities in the semiconductor industry: A life cycle perspective. *Nanomaterials*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/nano11051085>
19. Polytechnique Insights. Semiconductors: can Europe regain ground? URL: <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/industry/semiconductors-can-europe-regain-ground/> (date of access: 09.06.2025)
20. PWC. State of the semiconductor industry. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/state-of-the-semicon-industry.html> (date of access: 09.06.2025)
21. Roh T., Hwang J., Park B. I. M&A successes: Breadth, depth, and deal completion time in the US semiconductor industry. *BRQ Business Research Quarterly*. 2023. Vol. 26, No. 4. P. 297–312. DOI: <https://doi.org/10.1177/2340944421998056>
22. Semiconductor Industry Association. URL: <https://www.semiconductors.org/> (date of access: 09.06.2025)
23. SIA 2023 Factbook. URL: https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2023/05/SIA-2023-Factbook_1.pdf (date of access: 09.06.2025)
24. SIA 2024 State of Industry Report. URL: https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/10/SIA_2024_State-of-Industry-Report.pdf (date of access: 09.06.2025)

Utiuzh Maxym

*Institute of Industrial Economics
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

GLOBAL DEVELOPMENT DYNAMICS AND TECHNOLOGICAL TRENDS IN THE SEMICONDUCTOR INDUSTRY

The article examines the current state and development dynamics of the global semiconductor industry, which plays a crucial role in technological advancement and economic growth worldwide. According to the Semiconductor Industry Association data, global semiconductor sales reached \$627.6 billion in 2024, representing a 19.1% increase compared to 2023 (\$526.8 billion). This growth demonstrates the industry’s recovery following the downturn caused by global economic challenges and the COVID-19 pandemic. The regional analysis reveals significant differences in industry performance, with the Americas showing the strongest annual sales growth in 2024 (44.8%), followed by China (18.3%) and the Asia-Pacific region (12.5%), while Japan experienced a slight decline (-0.4%) and Europe faced a more substantial decrease (-8.1%). These indicators reflect the global dynamics of production capacity redistribution and investments in the semiconductor industry. The research analyzes the market’s product structure, where logic devices represented the largest share in 2024 with sales reaching \$212.6 billion. Memory devices became the second-largest category, with sales growing by 78.9% to \$165.1 billion. The DRAM segment demonstrated particularly impressive growth of 82.6%. The article examines the semiconductor industry in leading countries. Taiwan remains the global leader, producing over 60% of the world’s semiconductors in 2022. The United States demonstrates strong dynamics, with the market valued at \$75.3 billion in 2024. Japan is actively reviving its semiconductor industry with government subsidies exceeding \$25 billion in 2023. The study identifies key growth drivers, including artificial intelligence, transport electrification, 5G networks, and the Internet of Things. Analysts predict that the global semiconductor market will grow more than twice as fast as global GDP and could reach over \$1 trillion by 2030. The article examines government support programs in various countries, comparing investment volumes and focus areas. The research highlights the importance of digital transformation and sustainable development in the semiconductor industry. The article concludes by presenting prospects for industry’s development until 2030, with significant government investments confirming the strategic importance of semiconductors for national security and economic development.

Keywords: semiconductor industry, integrated circuits, technological development, digital transformation, global supply chains, production capacity.

JEL classification: F14, L63, O14, O33