

*Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.*  
*Ефективна економіка. 2024. № 11.*

**DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.11.40>**

**УДК 339.13**

*О. Г. Михайленко,*

*к. е. н., доцент, доцент кафедри міжнародної економіки і світових фінансів,  
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4405-9093>*

*Н. О. Краснікова,*

*к. е. н., доцент, доцент кафедри міжнародної економіки і світових фінансів,  
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6484-2050>*

## **ТРЕНДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО РИНКУ НАПІВПРОВІДНИКІВ**

*О. Mykhailenko,*

*PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of  
International Economics and Global Finance,*

*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro*

*N. Krasnikova,*

*PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of  
International Economics and Global Finance,*

*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro*

## **TRENDS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE GLOBAL SEMICONDUCTOR MARKET**

*У статті досліджено основні тренди та перспективи розвитку світового ринку напівпровідників. Доведено, що попит на напівпровідники буде постійно зростати у зв'язку з розвитком високих технологій, таких як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), автономні транспортні засоби та 5G. Визначено, що провідні компанії активно інвестують у сферу виробництва напівпровідників, а саме у дослідження нових матеріалів, виробничих процесів і технологічних рішень, що дозволяє їм створювати інноваційні продукти і швидко адаптуватися до змінних ринкових умов. Простежено, що державна підтримка та стратегічне регулювання відіграють важливу роль у розвитку ринку напівпровідників. Уряди багатьох країн надають субсидії, податкові пільги та інші форми підтримки для стимулювання розвитку місцевих виробників напівпровідників і зниження залежності від імпорту. При аналізі виявлено, що у виробництві напівпровідників вагомим є 5 компаній: тайванська TSMC (55%), південнокорейська Samsung, тайванська UMC, американська GlobalFoundries, китайська SMIC. Але тільки дві з них (TSMC і Samsung) мають виробничі потужності, засновані на техпроцесах 7-нм і 5-нм. Визначено, що постійне зростання потужності та ефективності напівпровідників залишається центральним напрямком розвитку галузі. Інновації у виробничих процесах, зокрема застосування нанотехнологій та нових матеріалів, таких як графен та карбіди кремнію, дозволяють створювати більш продуктивні та енергоефективні мікросхеми. Зростання попиту на спеціалізовані напівпровідникові рішення стає все більш помітним трендом. Доведено, що високі технології вимагають високопродуктивних і енергоефективних напівпровідникових компонентів, що стимулює інновації та розширення виробництва у цьому секторі. Відповідно, компанії, що активно інвестують у розробку нових напівпровідникових рішень, зможуть зайняти лідерські позиції на ринку і задовольнити зростаючі потреби споживачів. Прогнозуючи пропозиції на ринку напівпровідників, визначено, що торговельні війни, санкції, природні катастрофи та інші непередбачувані події можуть суттєво*

впливати на доступність матеріалів і компонентів, що призводить до дефіциту та зростання цін. Обґрунтовано, що інвестиції в наукові дослідження і розробки є критичним фактором для збереження та підсилення конкурентоспроможності в напівпровідниковій індустрії. Провідні компанії, такі як TSMC, Intel, Samsung витрачають значні кошти на дослідження нових матеріалів, технологій і виробничих процесів. Ці інвестиції дозволяють створювати інноваційні продукти, які відповідають сучасним вимогам ринку і передбачають майбутні тенденції. Високий рівень інвестицій у R&D забезпечує постійне оновлення технологічної бази і впровадження передових рішень. Стратегія глобальної експансії є ключовою для розширення ринків збуту та зміцнення позицій на світовій арені. Доведено, що створення виробничих потужностей у стратегічно важливих регіонах дозволяє компаніям бути ближчими до своїх клієнтів і постачальників, зменшувати витрати на логістику та швидше реагувати на зміни попиту. Адаптація до регіональних ринків, з урахуванням місцевих потреб і вимог, дозволяє компаніям пропонувати продукти, які найкраще відповідають очікуванням споживачів, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності та забезпеченню стабільного розвитку компаній на глобальному рівні.

*The article examines the main trends and prospects for the development of the global semiconductor market. It is proven that the demand for semiconductors will continuously increase due to the development of high technologies such as artificial intelligence, Internet of Things (IoT), autonomous vehicles and 5G. It was determined that leading companies actively invest in the field of semiconductor production, namely in the research of new materials, production processes and technological solutions, which allows them to create innovative products and quickly adapt to changing market conditions. It has been observed that government support and strategic regulation play an important role in the development of the semiconductor market. Governments in many countries provide subsidies, tax*

*breaks and other forms of support to encourage the development of local semiconductor manufacturers and reduce dependence on imports. For example, the governments of the USA, China, South Korea and other countries are actively investing in the creation of national semiconductor industries, which contributes to strengthening their positions in the world market and increasing resistance to external economic and political challenges. The analysis revealed that in semiconductor production 5 companies: Taiwanese TSM, South Korean Samsung, Taiwanese UMC and American GlobalFoundries, Chinese SMIC. But only two of them (TSMC and Samsung) have production facilities based on 7-nm and 5-nm processes. It was determined that the constant growth of power and efficiency of semiconductors remains the central direction of the development of the industry. Innovations in manufacturing processes, in particular the use of nanotechnology and new materials such as graphene and silicon carbides, make it possible to create more productive and energy-efficient microcircuits. Increasing demand for specialized semiconductor solutions is becoming an increasingly noticeable trend. It has been proven that high technology requires high-performance and energy-efficient semiconductor components, which stimulates innovation and expansion of production in this sector. Accordingly, companies actively investing in the development of new semiconductor solutions will be able to take leadership positions in the market and meet the growing needs of consumers. Forecasting supply in the semiconductor market has determined that trade wars, sanctions, natural disasters and other unforeseen events can significantly affect the availability of materials and components, leading to shortages and rising prices. It is substantiated that investment in scientific research and development is a critical factor for maintaining and strengthening competitiveness in the semiconductor industry. Leading companies such as TSMC, Intel, Samsung are spending heavily on research into new materials, technologies, and manufacturing processes. These investments make it possible to create innovative products that meet current market requirements and anticipate future trends. A high level of investment in R&D ensures constant updating of the technological base and implementation of*

*advanced solutions. The strategy of global expansion is key to expanding sales markets and strengthening positions on the world stage. It has been proven that the creation of production facilities in strategically important regions allows companies to be closer to their customers and suppliers, reduce logistics costs and respond more quickly to changes in demand. Adaptation to regional markets, taking into account local needs and requirements, allows companies to offer products that best meet consumer expectations, which helps to increase competitiveness and ensure stable development of companies at the global level.*

**Ключові слова:** *світовий ринок, міжнародна торгівля, експорт, напівпровідники, інновації, технологічні тенденції, інвестиційні стратегії.*

**Key words:** *world market, international trade, export, semiconductor, innovations, technological trends, investment strategies.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** У сучасному світі напівпровідники є фундаментальними компонентами для широкого спектра технологій, що охоплюють усі сфери життя, від побутової електроніки до передових дослідницьких установ. Їхній розвиток відіграє вирішальну роль у технологічному прогресі та економічному зростанні. Вивчення тенденцій та перспектив розвитку світового ринку напівпровідників є надзвичайно важливим з кількох причин. З розвитком Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI), автомобільної електроніки та інших передових технологій потреба у високоефективних і надійних напівпровідникових компонентах зростає швидкими темпами. Це створює нові виклики та можливості для виробників, які повинні постійно інвестувати у наукові дослідження та розробки (R&D) для задоволення цих потреб.

Постійні інновації, такі як розвиток технологій 5G, квантових обчислень, нанотехнологій та нових матеріалів, значно впливають на ринок напівпровідників. Аналіз цих тенденцій дозволяє прогнозувати майбутні зміни

та готуватися до них, що є критичним для компаній, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними на глобальному ринку. Конкуренція між основними виробниками напівпровідників, такими як США, Китай, Південна Корея, Японія та інші, впливає на глобальні ланцюги постачання. Санкції, торговельні війни та політичні рішення можуть значно змінити структуру ринку. Вивчення цих факторів дозволяє краще розуміти можливі ризики та розробляти стратегії для їхнього мінімізації. Напівпровідники є ключовим елементом багатьох галузей, включаючи автомобілебудування, телекомунікації, охорону здоров'я та споживчу електроніку. Їхній розвиток впливає на глобальну економіку, створюючи нові робочі місця та сприяючи економічному зростанню. Тому розуміння тенденцій та перспектив розвитку ринку напівпровідників є важливим для формування ефективних економічних і промислових політик.

Вивчення тенденцій та перспектив розвитку світового ринку напівпровідників є актуальним не тільки для наукових досліджень, але й для бізнесу та державної політики. Це дозволяє підготуватися до майбутніх викликів, використати нові можливості та забезпечити стійкий розвиток у глобальному контексті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В наукових працях як вітчизняних, так і зарубіжних фахівців, а саме Бухта Р., Хикса Р, Петько С., Leibovici F. Rohoza M., Perebyunis V., Verhal K. розглядалися питання щодо тенденцій розвитку світового ринку напівпровідників. Разом із цим, на нашу думку, потребують подальшого вивчення питання щодо попиту та стратегій розвитку світового виробництва напівпровідників.

**Мета статті** полягає у дослідженні тенденцій, прогнозуванні попиту та перспектив розвитку світового ринку напівпровідників й обґрунтуванні інвестування у світове виробництво напівпровідників.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Глобальний ринок напівпровідників переживає безпрецедентний розвиток - попит на електронні пристрої та технології постійно зростає. Станом на 2024 рік ринок оцінюється

в понад 600 млрд. дол. США, що свідчить про його величезний вплив на світову економіку. Основними гравцями на ринку напівпровідників є такі компанії, як TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company), Intel, Samsung, NVIDIA та Qualcomm [1, 2].

Основними сегментами світового ринку напівпровідників є процесори; промислові чіпи; аналогові чіпи; автомобільні чіпи та електроніка; чіпи для пристроїв інтернету речей; baseband-чіпи (модеми).

Напівпровідники стали основою багатьох сучасних технологій, значно впливаючи на інноваційний розвиток у різних галузях. Їхній вплив відчувається у розвитку Інтернет речей (IoT), штучного інтелекту (AI), удосконаленні енергоефективності та екологічної стійкості, а також у перспективах квантових комп'ютерів, автомобільній промисловості, медицині та біотехнології, військовій та космічній галузях.

Інтернет речі (IoT) передбачають з'єднання різноманітних пристроїв в єдину мережу для обміну даними та управління. Напівпровідники є ключовими компонентами IoT, забезпечуючи функціонування мікроконтролерів, датчиків та комунікаційних модулів. Вони дозволяють створювати пристрої, що можуть збирати, обробляти та передавати дані в реальному часі. Це відкриває можливості для розумних будинків, автоматизованих промислових систем, медичних пристроїв для віддаленого моніторингу здоров'я та багато іншого. В результаті, IoT значно підвищує ефективність та зручність різних аспектів нашого життя, а напівпровідники є фундаментом цієї технологічної революції.

Штучний інтелект (AI) швидко розвивається і знаходить застосування у багатьох сферах, від обробки природної мови до комп'ютерного зору та автономних транспортних засобів. Для ефективної роботи AI-систем необхідна потужна обчислювальна інфраструктура, яка базується на передових напівпровідникових чіпах. Спеціалізовані графічні процесори (GPU) та тензорні процесори (TPU), розроблені для обробки великих обсягів даних та складних алгоритмів, дозволяють здійснювати глибоке навчання та

аналіз даних з високою швидкістю та точністю. Завдяки цьому AI стає все більш ефективним та доступним, сприяючи інноваційному розвитку в різних галузях, від медицини до фінансів [3,4].

Напівпровідники відіграють важливу роль в удосконаленні енергоефективності та екологічної стійкості. Сучасні напівпровідникові технології дозволяють створювати більш ефективні та енергоощадні пристрої. Це особливо важливо в контексті зростаючого попиту на електроенергію та необхідності зменшення викидів вуглекислого газу. Від сонячних батареї до енергоефективних світлодіодів та електромобілів – напівпровідники сприяють створенню екологічно чистих технологій, що допомагають зберігати природні ресурси та зменшувати негативний вплив на довкілля.

Квантові комп'ютери обіцяють революцію в обчислювальній техніці завдяки своїй здатності виконувати обчислення, недоступні традиційним комп'ютерам. Напівпровідники є важливим елементом у розробці квантових чипів, які використовують квантові біти (кубіти) для виконання обчислень. Квантові комп'ютери мають потенціал значно прискорити розвиток в таких сферах, як криптографія, моделювання молекул для розробки нових ліків, оптимізація логістики та багато інших. Хоча ця технологія ще перебуває на ранніх стадіях розвитку, інвестиції у дослідження та розробку квантових напівпровідників продовжують зростати, відкриваючи нові горизонти для інновацій. Напівпровідникові продукти є основою сучасної електроніки, забезпечуючи функціональність численних пристроїв і систем. Їх класифікація здійснюється за різними критеріями: матеріалами, структурою та функціональним призначенням. Кожна з цих категорій має свої унікальні характеристики та області застосування [5,6].

В автомобільній промисловості напівпровідники використовуються у багатьох системах, включаючи керування двигуном, системи безпеки, навігаційні системи та інфотейнмент. Зростання популярності електромобілів також стимулює попит на напівпровідникові компоненти, необхідні для електричних двигунів, акумуляторів та систем зарядки. Крім того, розробка

автономних транспортних засобів залежить від передових напівпровідникових технологій для обробки великих обсягів даних, необхідних для навігації та прийняття рішень у реальному часі [7].

У медицині та біотехнологіях напівпровідники використовуються в медичних пристроях, таких як МРТ-сканери, ультразвукові апарати та кардіостимулятори. Вони також відіграють важливу роль у розвитку персоналізованої медицини, де використовуються для аналізу генетичної інформації та моніторингу здоров'я пацієнтів у реальному часі. Інноваційні медичні прилади, оснащені напівпровідниковими датчиками та мікропроцесорами, сприяють точнішій діагностиці та ефективнішому лікуванню.

У військовій та космічній галузі напівпровідники використовуються для створення радарних систем, систем зв'язку, навігаційних приладів та супутникових технологій. Сучасні системи озброєння та оборони значною мірою залежать від напівпровідникових чипів, які забезпечують високошвидкісну обробку даних та точне керування. У космічних дослідженнях напівпровідники використовуються для створення бортових комп'ютерів, навігаційних систем та датчиків, які допомагають у виконанні наукових місій та досліджень космосу [8].

Напівпровідники класифікуються за матеріалами, з яких вони виготовлені [9, 2]:

1) Кремнієві напівпровідники - використовується в більшості електронних пристроїв, від мікропроцесорів до сонячних батарей. Кремній має відмінні електричні властивості та є дешевим у виробництві.

2) Германієві напівпровідники - використовуються рідше через вищу вартість і складність виробництва. Германій має кращу рухливість носіїв заряду, що робить його корисним у високочастотних пристроях.

3) Арсенід галію (GaAs) - має високу швидкість електронів, що робить його ідеальним для використання у високочастотних та оптоелектронних пристроях, таких як лазери та світлодіоди.

4) Інші матеріали - карбід кремнію (SiC), нітрид галію (GaN) та інші складні напівпровідники, що використовуються в спеціалізованих галузях, таких як електроніка високої потужності та високочастотна електроніка.

Напівпровідники також класифікуються за структурою кристалів [10, 11]:

1) Однокристалні напівпровідники. Мають високу чистоту та однорідність структури, що забезпечує кращі електричні характеристики. Використовуються в інтегральних схемах та мікропроцесорах.

2) Полікристалічні напівпровідники. Складаються з багатьох дрібних кристалів і мають меншу вартість виробництва, але гірші електричні властивості. Застосовуються у виробництві сонячних батарей та деяких типах сенсорів.

3) Аморфні напівпровідники: Не мають кристалічної структури. Вони дешевші у виробництві та використовуються в тонкоплівкових технологіях, таких як дисплеї та деякі види сонячних панелей.

Напівпровідники класифікуються за їхнім функціональним призначенням [12, 13]:

– транзистори. Основні компоненти електронних схем, що використовуються для підсилення або перемикування електричних сигналів. Вони є основою мікропроцесорів та інших інтегральних схем.

– діоди. Використовуються для випрямлення змінного струму, захисту схем від перенапруги та генерування світла (світлодіоди).

– інтегральні схеми (IC). Комплекти електронних компонентів, інтегрованих на одному кристалі. Вони використовуються в мікропроцесорах, пам'яті, контролерах та інших пристроях.

– мікропроцесори. Комплекси транзисторів, що виконують арифметичні, логічні та контрольні операції. Вони є "мозком" комп'ютерів та інших складних електронних пристроїв.

– сенсори. Пристрої, що перетворюють фізичні явища (світло, температуру, тиск) у електричні сигнали. Вони використовуються в численних застосуваннях, від медичних приладів до автомобільних систем.

Сучасні технологічні тенденції в напівпровідниковій галузі спрямовані на підвищення продуктивності, енергоефективності та зменшення розмірів пристроїв. Серед основних напрямків розвитку можна виділити зменшення розмірів транзисторів, використання нових матеріалів, таких як 2D матеріали та графен, а також розвиток технологій 3D-структурування [2, 14, 15].

Один з ключових напрямків розвитку напівпровідникової індустрії полягає у зменшенні розмірів транзисторів. Протягом десятиліть цей процес, відомий як закон Мура, передбачав подвоєння кількості транзисторів на чипі кожні два роки, що призводило до зростання продуктивності та зниження вартості виробництва. Сьогодні виробники досягли масштабів 5 нанометрів і навіть меншого. Зменшення розмірів транзисторів дозволяє розміщувати більше компонентів на одній кристалі, підвищуючи швидкість обробки даних і знижуючи споживання енергії. Однак зменшення розмірів також приносить виклики, такі як підвищена складність виробництва та зростання теплових втрат, що вимагає нових рішень у проектуванні та матеріалах [14].

Традиційно напівпровідникові пристрої виготовлялися з кремнію, однак сьогодні науковці досліджують використання нових матеріалів, таких як двовимірні (2D) матеріали та графен. 2D матеріали, такі як дисульфід молібдену ( $\text{MoS}_2$ ) та фосфорен, мають унікальні електронні властивості, які можуть значно покращити продуктивність транзисторів. Графен, що складається з одного шару атомів вуглецю, має високу провідність, гнучкість і міцність, що робить його перспективним матеріалом для створення надшвидких та гнучких електронних пристроїв. Використання таких матеріалів може значно зменшити розміри та покращити характеристики напівпровідникових пристроїв, відкриваючи нові можливості для розвитку електроніки [2].

Технології 3D-структурування представляють ще одну важливу тенденцію у розвитку напівпровідникової індустрії. Традиційні напівпровідникові пристрої мають плоску, двовимірну структуру, але з появою 3D-структурування стало можливим створення багатошарових пристроїв. Це дозволяє значно збільшити щільність транзисторів на чипі та покращити їхню продуктивність. Однією з таких технологій є 3D NAND флеш-пам'ять, яка дозволяє зберігати більше даних на меншій площі. Іншою перспективною технологією є використання 3D-структур у процесорах, що дозволяє зменшити відстань між транзисторами, зменшуючи затримки сигналу та підвищуючи швидкість обробки даних. Розвиток 3D-структурування також відкриває нові можливості для інтеграції різних типів функціональності на одному чипі, що сприяє створенню більш компактних та енергоефективних пристроїв [15].

Напівпровідникова промисловість безперервно еволюціонує, щоб задовольнити зростаючі вимоги сучасних технологій. Виробництво напівпровідникових чипів вимагає застосування передових технологій та методів, які забезпечують підвищення продуктивності, поліпшення якості продукції. Серед ключових інновацій у цій галузі виділяються літографія нового покоління (EUV-літографія), вдосконалені виробничі процеси (FD-SOI, FinFET, GAAFET) та інноваційні методи тестування та контролю якості.

Екстремальна ультрафіолетова (EUV) літографія є однією з найзначущіших інновацій у виробництві напівпровідників. Традиційна фотолітографія, що використовує глибокий ультрафіолет (DUV), досягла своїх фізичних меж, обмежуючи подальше зменшення розмірів транзисторів. EUV-літографія дозволяє створювати надзвичайно дрібні структури завдяки використанню світла з довжиною хвилі 13,5 нанометрів, що в десять разів коротше, ніж у DUV-літографії. Це забезпечує високу роздільну здатність і точність, дозволяючи виробляти транзистори з розмірами менше 7 нанометрів. Впровадження EUV-літографії сприяє подальшому зменшенню розмірів і підвищенню щільності напівпровідникових чипів, що є критичним для

підтримки закону Мура і розвитку передових технологій, таких як штучний інтелект та Інтернет речей [16].

Торговельні угоди та бар'єри відіграють вирішальну роль у регулюванні світового ринку напівпровідників. Торговельні угоди, такі як Північноамериканська угода про вільну торгівлю (NAFTA) або угоди між ЄС та іншими країнами, сприяють зниженню тарифів та бар'єрів на імпорту та експорт напівпровідників, що стимулює міжнародну торгівлю. Такі угоди дозволяють компаніям збільшувати свої ринки збуту та знижувати витрати на постачання.

Навпаки, торговельні бар'єри, такі як мита та квоти, можуть значно обмежувати доступ до ринку. Торговельна війна між США та Китаєм, яка включала введення високих мит на напівпровідники та компоненти, призвела до збільшення витрат та невизначеності для багатьох компаній. Це змусило компанії переглянути свої ланцюги постачання та шукати нові ринки для збуту своєї продукції.

Одним з найбільших викликів для ринку напівпровідників є постійне зменшення розмірів транзисторів. Закон Мура, який передбачав подвоєння кількості транзисторів на чипі кожні два роки, наближається до своїх фізичних меж. Подальше зменшення розмірів транзисторів стає все складнішим і дорожчим, що вимагає нових матеріалів та технологій, таких як двовимірні матеріали і квантові обчислення. Інший виклик пов'язаний з геополітичними ризиками. Торговельні війни, санкції та політична нестабільність можуть порушити глобальні ланцюги постачання. Наприклад, торговельні обмеження між США та Китаєм створили значні труднощі для компаній, що залежать від постачання з обох країн [17].

Екологічні та соціальні виклики також стають все більш актуальними. Виробництво напівпровідників потребує значних ресурсів і енергії, що призводить до значних викидів вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин. Крім того, глобальна нестача кваліфікованих кадрів у галузі

напівпровідників може обмежити здатність компаній до інновацій та зростання.

Інвестиції в дослідження та розвиток (R&D) є ключовим фактором для підтримки конкурентоспроможності та інновацій у галузі напівпровідників. Високі витрати на R&D дозволяють компаніям розробляти нові технології, знижувати витрати виробництва та покращувати продуктивність своїх продуктів. Наприклад, компанії, такі як TSMC, Intel та Samsung щорічно витрачають мільярди доларів на дослідження та розробки нових мікропроцесорів та напівпровідникових технологій [18].

Ринок напівпровідників має глобальний характер, але кожен регіон має свої унікальні особливості та вплив на розвиток цієї галузі. Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Північна Америка та Європа відіграють ключові ролі у формуванні світового ринку напівпровідників, причому кожен регіон має свої унікальні сильні сторони, виклики та вплив. Азіатсько-Тихоокеанський регіон є одним із провідних центрів виробництва напівпровідників у світі. Ключову роль у цьому регіоні відіграють Тайвань, Китай та Південна Корея [19].

Тайвань: Тайвань є домом для одного з найбільших виробників напівпровідників у світі – компанії TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company). TSMC відіграє ключову роль у глобальному ланцюгу постачання напівпровідників, виробляючи передові чипи для багатьох провідних технологічних компаній. Висока технологічна база та постійні інвестиції в інновації забезпечують Тайваню лідерські позиції на ринку. На Тайвань припадає 90% найсучасніших у світі потужностей з виробництва напівпровідників. [19, 29, 30].

Китай: Китай активно інвестує у розвиток власної напівпровідникової індустрії, прагнучи зменшити залежність від імпорту та стати лідером у цій галузі. Уряд Китаю підтримує національні компанії через державні інвестиції та стимулює дослідження та розробки. Китай у своєму п'ятирічному плані спрямовував допомогу індустрії чіпів та іншим ключовим технологіям на

суму 1,4 трильйона доларів до 2025 року. Проте, торговельні обмеження та санкції з боку США створюють значні виклики для китайських виробників, змушуючи їх шукати нові шляхи розвитку. Америка та її союзники десятиліттями встановлювали Китаю бар'єри, пов'язані з технологією чіпів, здебільшого з метою стримування розвитку Пекіном передової зброї. Китай також стикається з дефіцитом талантів. Він найняв інженерів і техніків з Тайваню, Південної Кореї та Америки. Але ці зусилля ще не призвели до серйозних проривів. Такі компанії, як TSMC, мають величезні команди спеціалістів для широкого спектру процесів [30].

Південна Корея: Південна Корея, завдяки таким гігантам, як Samsung і SK Hynix, є одним із найбільших виробників пам'яті DRAM та NAND. Корейські компанії активно інвестують у нові технології та розширюють виробничі потужності, що дозволяє їм утримувати провідні позиції на світовому ринку.

Північна Америка, особливо США, відіграє важливу роль у світовій напівпровідниковій індустрії. США є домом для багатьох провідних компаній у галузі напівпровідників, таких як Intel, NVIDIA, Qualcomm та AMD. Ці компанії займаються розробкою передових мікропроцесорів, графічних процесорів та інших ключових компонентів для електроніки. США також інвестує значні кошти в дослідження та розробки нових технологій. Однак, залежність від азійських виробників для виробництва чіпів спонукає США до розробки стратегій з повернення виробничих потужностей на територію країни. Намагаючись зменшити цю залежність, уряди витрачають величезні суми на створення потужних вітчизняних виробництв мікросхем. Уряд США підписав Закон про чіпи, який надає субсидії на 52 мільярди доларів для підтримки виробництва напівпровідників у США. Але згідно з Законом, компанії отримають фінансування лише якщо погодяться не виробляти передові напівпровідники для китайських компаній. Усе це є частиною ширшої «технічної війни» між США та Китаєм, у якій США прагнуть стримати технологічний розвиток Китаю та перешкодити йому виконувати

роль світового технологічного лідера. Однією з найбільших перешкод для виробництва у Сполучених Штатах є брак досвідчених працівників. Люди в США, які вже працюють у напівпровідниковій промисловості, як правило, мають досвід проектування чіпів, а не їх виробництва. Протягом багатьох років багато американських компаній замовляли мікросхеми у контрактних виробників за кордоном, наприклад у TSMC, замість того, щоб розпочати надзвичайно дорогий процес самостійного виробництва, тестування та збірки мікросхем [30].

Індія також намагається увійти у сферу виробництва мікросхем. Країна, яка має сильну історію в розробці мікросхем, але буде починати з нуля у виробництві. Індія прагне стати великим гравцем у космосі з посиленням конкуренції з Китаєм. Саме це спонукало США та інші країни-союзники посилити технологічну співпрацю з Індією.

Канада: Хоча Канада не є основним гравцем у виробництві напівпровідників, вона робить важливий внесок у розробку програмного забезпечення та інноваційні дослідження. Канадські університети та дослідницькі центри активно працюють над передовими технологіями, що сприяє розвитку глобальної індустрії напівпровідників.

На сьогодні Малайзія стає новою гарячою точкою для напівпровідникових заводів. Вона має різноманітний кадровий потенціал, розвинену інфраструктуру та надійний ланцюжок поставок. У 2023 р. Малайзія зробили значний крок і стала шостим у світі експортером напівпровідників (7%) і займає 13% ринку пакування, складання і тестування. Експорт напівпровідникових компонентів та інтегральних схем з цієї країни зріс до 81,4 млрд. дол. США. Малайзія зарекомендувала себе в кінцевій ланці ланцюга поставок напівпровідників: пакуванні, складанні і тестуванні. Цей процес традиційно вважається менш складним та менш цінним. Тепер країна прагне зосередитися на виготовленні пластин та літографії [29].

Європа також відіграє важливу роль у світовій напівпровідниковій індустрії, зосереджуючи зусилля на дослідженнях, розробках та виробництві

спеціалізованих напівпровідників. Європейський Союз: ЄС активно підтримує розвиток напівпровідникової галузі через програми фінансування та стимулювання інновацій. Horizon Europe та інші програми сприяють дослідженням у галузі напівпровідників та технологій, пов'язаних з ними. ЄС також працює над зменшенням залежності від імпорту, інвестуючи у створення нових виробничих потужностей та підтримуючи стратегічні альянси між європейськими компаніями. Виробники, такі як Infineon, STMicroelectronics та NXP Semiconductors, займають провідні позиції у виробництві спеціалізованих напівпровідників для автомобільної, медичної та промислової електроніки. Європейський Союз має власний проєкт на виробництво комп'ютерних мікросхем - 43 млрд. євро, ці кошти спрямовані на збільшення виробництва європейських мікросхем з нинішніх 10% світового ринку до 20% до 2030 року. [20, 30].

Сьогодні напівпровідники, крихітні комп'ютерні чіпи часто називають «нафтою» 21 століття. На них працює все: від смартфонів до супутників і систем протиракетної оборони.

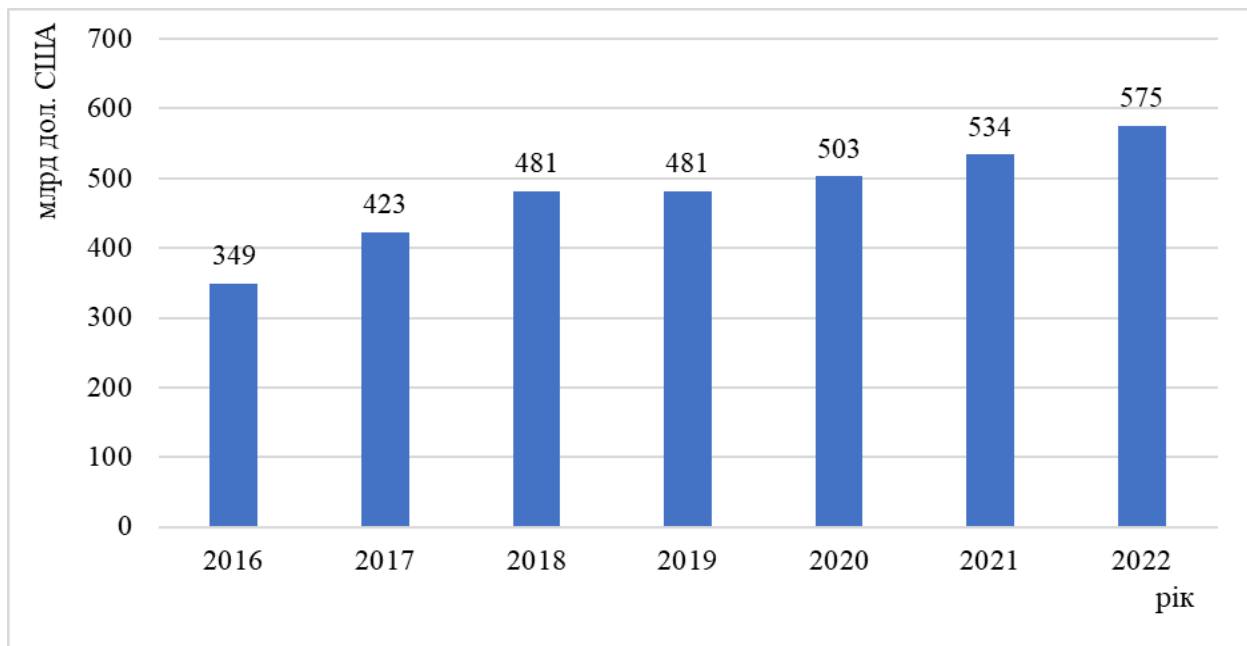
Зовнішньоекономічні показники країн-лідерів щодо експорту високотехнологічної продукції в усьому світі представлені в табл. 1.

**Таблиця 1. Країни-лідери з експорту високотехнологічної продукції,  
2022 р. (млрд. дол. США)**

№	Країна	Експорт товарів	Експорт високотехнологічних товарів	Імпорт товарів	Імпорт високотехнологічних товарів
1	Китай	2142,8	554,28	1575,76	310,42
2	Німеччина	1308,8	185,56	1016,97	78,31
3	США	1510,3	154,36	2272,87	297,75
4	Сінгапур	377,05	130,99	294,53	72,16
5	Південна Корея	548,84	126,55	428,55	48,85
6	Франція	510,81	104,34	537,5	33,33
7	Японія	621,97	91,51	627,18	70,87
8	Великобританія	432,8	69,42	625,92	48,82
9	Нідерланди	474,1	59,13	389,57	50,25
10	Малайзія	175,74	57,26	147,68	34,11

*Джерело: сформовано на основі [17, 21, 23]*

Напівпровідникові пристрої – основа сучасної електроніки. Динаміка ринку напівпровідникових пристроїв відбиває розвиток ключових галузей світової економіки. Згідно з PwC, обсяг світового ринку напівпровідників у 2022 році становив 575 млрд. дол. США. Очікується, що до кінця 2024 року ринок зросте до 630 млрд. дол. США (рис. 1) [23, 25].



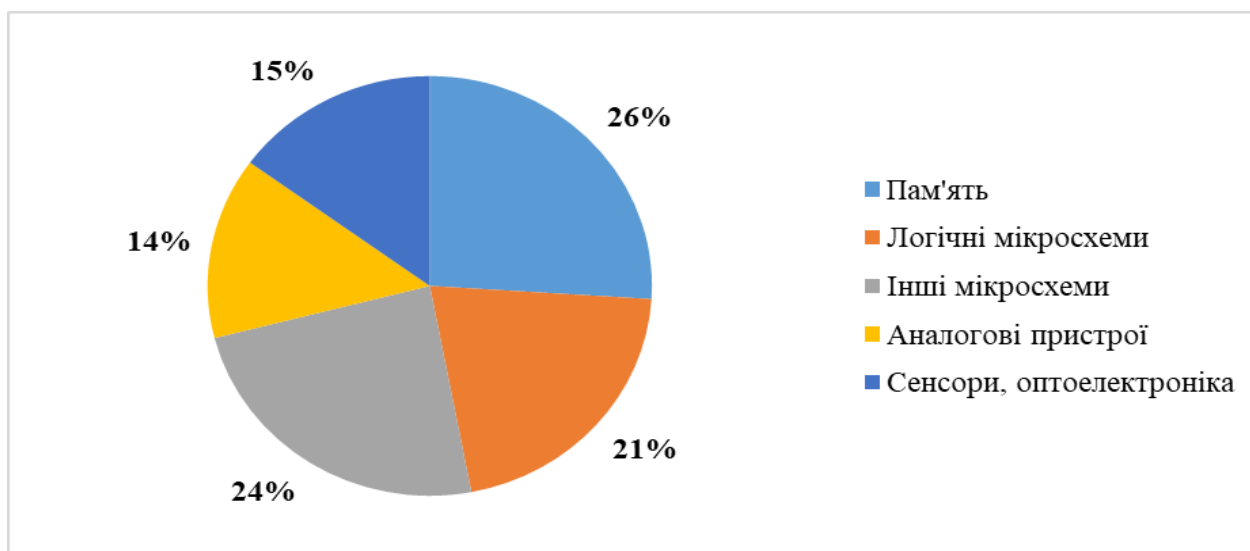
**Рис. 1. Динаміка зростання світового ринку напівпровідникових пристроїв, у період 2016-2022 рр., млрд. дол. США**

*Джерело: згруповано за даними [17, 23, 25]*

Світовий ринок за видами напівпровідникових пристроїв різноманітний (рис. 2):

➤ Це мікросхеми пам'яті: 26% ринку. Ключові драйвери зростання сегмента: швидкий розвиток хмарних технологій, а також технологій великих даних. Стримуючим фактором є висока вартість створення нових виробництв: тільки великі компанії можуть дозволити собі такі вкладення.

➤ Логічні мікросхеми: до цієї категорії належать мікропроцесори – універсальні та спеціалізовані, різні контролери периферійних пристроїв, обробки сигналів та ін. Ключові галузі, що формують попит на ці пристрої, – споживча електроніка, зв'язок, обробка інформації. Частка логічних мікросхем над ринком становить 21%;



**Рис. 2. Структура світового ринку за видами напівпровідникових пристроїв за підсумками 2022 р.**

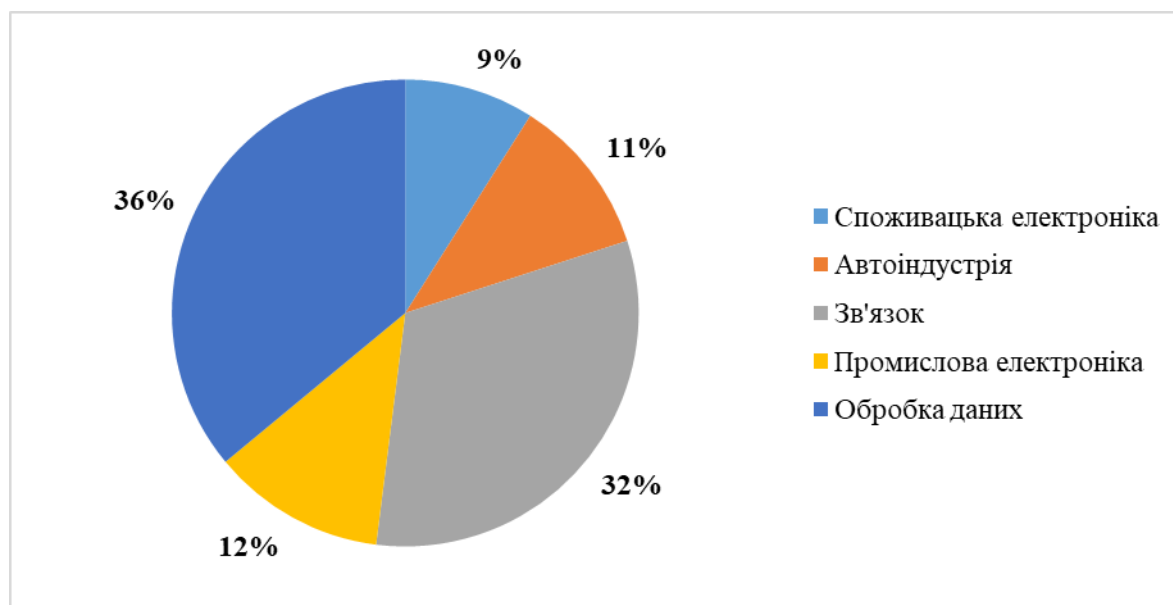
*Джерело: згруповано за даними [24, 25]*

- Сенсори, оптоелектроніка та ін. – 15%. Широкий клас пристроїв – від світлочутливих матриць фотоапаратів до світлодіодів та сонячних батарей. Тренд, спрямований збільшення енергоефективності, визначає зростання сегмента. У перспективі ще одним важливим фактором може стати швидке збільшення обсягу продажу пристроїв «розумного дому»;
- Аналогові пристрої: посилення, обробка та перетворення сигналів, силова електроніка. Ключові галузі – автомобільна промисловість, споживча електроніка та комунікації. Частка сегмента становить 14%;
- Інші мікросхеми та напівпровідникові пристрої (не включені до інших класифікацій) – 24% ринку [24].

Основні галузі, у яких застосовуються напівпровідникові пристрої, це обробка даних (комп'ютерна техніка) та зв'язок (рис. 3).

Основний обсяг виробництва напівпровідникових пристроїв зосереджено у країнах Азіатсько-Тихоокеанського регіону. Малий бізнес активно використовує можливості, що відкриваються швидким розвитком напівпровідникових пристроїв. Так, наприклад, прогрес у галузі силової

електроніки став важливим фактором появи малого електротранспорту: самокатів, велосипедів та ін. Їх розробка та просування на ринок стали основою успіху десятків компаній МСП у всьому світі [11].



**Рис. 3. Структура світового ринку по галузям використання, 2022 р.**

*Джерело: згруповано за даними [24, 25]*

У США напівпровідникова індустрія є однією з найбільш фінансованих: у 2019 році R&D витрати на виробництво напівпровідників та інших електронних компонентів становили 35,2 млрд. дол. США [1]. Усього ж учасники ринку з усього світу в 2021 році витратили на НДДКР 80,5 млрд. дол. США: 55,8% з них - витрати компаній з країн Північної та Південної Америки, 29,5% - компаній країн АТР, 8,1% - європейських компаній та 6,6% – японських. Підтвердженням важливої ролі напівпровідникової індустрії у світовій економіці можна вважати факт того, що проблеми з виробництвом провідників можуть впливати на окремі більш традиційні сектори економіки [25].

Дефіцит напівпровідників, що триває з початку 2020 року, з січня 2021 року став причиною більш швидкого зростання цін у виробників з чверті виробничих галузей американської економіки, які використовують ІС у своїй продукції та генерують 39% національного промислового виробництва.

Дефіцит також призвів до більш ніж 10-відсоткового зниження обсягів виробництва пасажирських автомобілів у світі та Єврозоні, в 2021 році спричинив зниження американського ВВП на 1%, а також був названий багатьма організаціями в розвинених країнах Єврозони як серйозний фактор, що обмежує виробництво (табл. 2) [3].

**Таблиця 2. Кількість бізнесів на території Європейського Союзу, які заявили про нестачу матеріалів та обладнання згідно з даними бізнес-опитування за 2023 р., %**

Галузь	Регіон				
	Зона Євро	Німеччина	Італія	Іспанія	Нідерланди
Сфера виробництва	23	42	7	14	20
Комп'ютери і електроніка	34	70	14	19	11
Електроустаткування	36	56	12	32	37
Автовиробництво	35	58	7	50	35

*Джерело: сформовано на основі [12]*

Євросоюз задля досягнення власної технологічної незалежності планує реалізувати European Chip Act. Метою цього проекту є досягнення Європою до 2030 року 20-відсоткової частки на ринку напівпровідників. Єврокомісія планує залучити понад 43 млрд. євро приватних та публічних інвестицій. 11 млрд. планується витратити на ініціативу «Чипи для Європи», що сприятиме досягненню лідерства ЄС у галузі досліджень, розробки та виробництва чіпів. Натомість корпорація Intel інвестує в ЄС 80 млрд. євро. Початкові інвестиції в 17 млрд євро припадуть на 6 країн ЄС, до першої половини 2027 планується відкриття напівпровідникового виробництва в Магдебурзі [2].

У той же час у США було прийнято CHIPS Act of 2022, що дозволяє уряду витратити понад 200 млрд. дол. США на розвиток напівпровідникової промисловості. З 200 млрд. дол. США лише 52,7 млрд. дол. США доступні уряду для негайного використання: протягом наступних п'яти років 39 млрд. дол. США піде на стимулювання виробництва, 13,2 – на НІКОР та розвиток

кадрового потенціалу, 0,5 – на забезпечення міжнародної безпеки ІКТ та діяльності ланцюжків постачання напівпровідників. Крім цього, акт надає пільговий інвестиційний кредит у розмірі 25% кваліфікованих інвестицій у передові виробничі потужності для фабрик, що виробляють напівпровідники та супутнє обладнання. Прийняттям цього акту США сподіваються стимулювати регіональне економічне зростання, зміцнити лідерство США у напівпровідниковій галузі, локалізувати біля країни виробництво чіпів, і навіть послабити інвестиції американських компаній у Китай [10].

Особливістю світового ринку напівпровідників є його висока концентрація – на 2 найбільші компанії припадає майже  $\frac{1}{3}$ , на 6 – більше  $\frac{1}{2}$ , а на 15 – більше  $\frac{2}{3}$  світового обсягу продажу. Південнокорейська компанія Samsung за рахунок більш ніж 30% приросту виручки в 2022 р. перемістилася на перше місце, витіснивши з цієї позиції американську компанію Intel. Три компанії продемонстрували більш ніж 60% річний приріст – американські Nvidia та AMD та тайванська Media Tek. Загалом обсяг виручки напівпровідникових компаній світу за рік збільшився на 19,1% – з 465,4 млрд. дол. США у 2022 р. до 554,1 млрд. дол. США. Варто зазначити, що експерти Counterpoint включали в рейтинг компанії, що реалізують тільки дві бізнес-моделі (IDM і Fabless), виключивши доходи контрактних виробників Foundry) щоб уникнути подвійного рахунку. Варто відзначити ще двох великих гравців ринку напівпровідників – тайванського контрактного виробника чіпів TSMC, який отримав у 2022 р. виручку в обсязі 56,8 млрд. дол. США і голландського виробника літографічного обладнання мікроелектроніки ASML, обсяг продажу якого у 2022 р. становив близько 16,4 млрд. дол. США.

У сегменті виробництва напівпровідникових компонентів припадає на 5 компаній: тайванська TSMC (55%), південнокорейська Samsung, тайванська UMC, американська Global Foundries, китайська SMIC. Але тільки дві з них (TSMC і Samsung) мають виробничі потужності, засновані на техпроцесах 7-нм і 5-нм. Світовим лідером ринку контрактних послуг є тайванська TSMC. Серед її клієнтів великі напівпровідникові компанії без власних виробничих

потужностей (Fabless), серед яких Apple, AMD, Nvidia та Qualcomm. Також TSMC є власником більш ніж половини всіх існуючих машин для літографії в жорсткому ультрафіолетовому діапазоні (EUV), що випускаються голландською ASML [11, 26]. Наприкінці 2021 р. тайванська компанія розпочала експериментальне виробництво мікрочіпів за техпроцесом 3-нм, запуск якого в штатному режимі запланований на кінець 2022 р. Найближчим конкурентом тайванського виробника є південнокорейська Samsung.

Найбільшими корпораціями виробниками у розрізі доходів від продажу напівпровідників у 2022 році стали: «Samsung» – 81,3 млрд. дол. США; «Intel» – 79,0 млрд. дол. США; «SK Hynix» – 37,1 млрд. дол. США; «Micron» – 30,0 млрд. дол. США; «Qualcomm» – 29,2 млрд. дол. США. Додамо, що США мають найбільшу кількість корпорацій виробників напівпровідників – 8 корпорацій; Республіка Корея – 2 корпорації; Японія, Нідерланди, Тайвань, Швейцарія та Німеччина мають по 1 корпорації.

Статистика світової торгівлі напівпровідниками (WSTS - World Semiconductor Trade Statistics) опублікувала свій прогноз для світового ринку напівпровідників. У 2025 році WSTS прогнозує зростання світового ринку напівпровідників на 12,5 % з оцінкою в 687 млрд. дол. США. Очікується, що це зростання відбудуватиметься в першу чергу за рахунок секторів пам'яті та логіки. Якщо говорити про конкретні цифри, то світові продажі напівпровідникової промисловості досягли 46,4 млрд. дол. США протягом квітня 2024 року, що на 15,8% більше, ніж у квітні 2023 року, коли він склав 40,1 млрд. дол. США [21].

Основними стратегіями щодо розвитку світового виробництва напівпровідників є [20, 24, 27, 28]:

1. Інвестиції в наукові дослідження і розробки (R&D). Інвестиції в наукові дослідження і розробки є основою для технологічного прориву. Ринок напівпровідників вимагає постійного оновлення і вдосконалення технологій, що робить інвестиції в R&D необхідними для збереження конкурентоспроможності. Провідні компанії, такі як Intel, Samsung, і TSMC,

витрачають значні кошти на дослідження нових матеріалів, розробку більш продуктивних і енергоефективних мікросхем, а також на вивчення нових виробничих процесів. Ці інвестиції дозволяють компаніям створювати інноваційні продукти, які відповідають сучасним вимогам ринку і передбачають майбутні тенденції.

2. Партнерство з науковими установами та університетами. Партнерство з науковими установами та університетами є ще одним важливим аспектом стратегії технологічного лідерства. Університети та дослідницькі центри є джерелом новітніх ідей та інновацій. Співпраця з академічними установами дозволяє компаніям отримувати доступ до передових досліджень і залучати талановитих вчених і інженерів. Наприклад, співпраця між МІТ і великими корпораціями у сфері нанотехнологій та матеріалознавства сприяє створенню революційних продуктів і технологій.

3. Глобальна експансія. Глобальна експансія є важливою стратегією для розширення ринків збуту та зміцнення позицій на світовій арені. Це включає створення виробничих потужностей у стратегічно важливих регіонах та адаптацію до регіональних ринків. Це дозволяє компаніям бути ближчими до своїх клієнтів і постачальників, зменшувати витрати на логістику та швидше реагувати на зміни попиту. Наприклад, компанія TSMC будує нові заводи у США та Європі, щоб знизити ризики, пов'язані з геополітичними конфліктами і забезпечити стабільні поставки своїх продуктів. Така стратегія дозволяє компаніям зменшити залежність від окремих регіонів і знизити ризики, пов'язані з глобальними ланцюгами постачання. Адаптація до регіональних ринків є ще одним важливим аспектом глобальної експансії. Кожен регіон має свої унікальні потреби і вимоги, тому компанії повинні бути гнучкими і здатними адаптувати свої продукти та послуги до місцевих умов. Наприклад, у Китаї високий попит на електроніку з низьким енергоспоживанням, тому компанії, що орієнтуються на цей ринок, повинні враховувати вимоги.

Також ключовими стратегіями для забезпечення конкурентоспроможності є впровадження інновацій у виробничі процеси.

Серед них особливу увагу заслуговують автоматизація та використання штучного інтелекту (AI), а також оптимізація виробничих ланцюгів постачання.

4. Автоматизація та використання штучного інтелекту. Автоматизація виробничих процесів є важливим напрямком розвитку в напівпровідниковій індустрії. Вона дозволяє знижувати витрати, підвищувати продуктивність і покращувати якість продукції. Використання робототехніки і автоматизованих систем управління процесами забезпечує більш точне виконання технологічних операцій, мінімізує людський фактор і зменшує кількість виробничих помилок. AI дозволяє аналізувати великі обсяги даних у режимі реального часу, виявляти аномалії та прогнозувати можливі проблеми ще до їхнього виникнення. Наприклад, AI може використовуватися для моніторингу стану обладнання та передбачення його поломок, що дозволяє проводити технічне обслуговування саме тоді, коли це необхідно, і таким чином уникати простоїв. Крім того, AI сприяє оптимізації виробничих процесів шляхом автоматичного налаштування параметрів для досягнення максимального ефекту. Компанії, які впроваджують AI у свої виробничі процеси, отримують конкурентні переваги. Вони можуть швидше реагувати на зміни ринку, випускати продукцію високої якості з меншою витратою ресурсів і знижувати собівартість виробництва.

5. Оптимізація виробничих ланцюгів постачання. Виробничі ланцюги постачання у напівпровідниковій індустрії є надзвичайно складними і глобальними. Вони включають численні етапи, починаючи від видобутку сировини і закінчуючи доставкою готової продукції кінцевому споживачу. Оптимізація цих ланцюгів є критично важливою для зниження витрат, скорочення термінів поставок і забезпечення стабільності постачання [16].

Цифрові платформи дозволяють відстежувати кожен етап виробничого процесу в режимі реального часу, аналізувати дані і приймати обґрунтовані рішення для покращення ефективності. IoT-пристрої забезпечують збір даних про стан матеріалів, продукції та обладнання на кожному етапі ланцюга

постачання, що дозволяє швидко реагувати на будь-які збої чи відхилення від плану.

Штучний інтелект також має важливу роль у оптимізації виробничих ланцюгів. Він може аналізувати дані про попит і пропозицію, прогнозувати зміни на ринку і відповідно налаштовувати процеси постачання. Наприклад, AI може допомагати у визначенні оптимального маршруту для доставки продукції, враховуючи такі фактори, як затори, погодні умови та стан інфраструктури. Це дозволяє скоротити час і витрати на транспортування, знижуючи таким чином загальну собівартість продукції [21].

Інвестиції відіграють ключове значення у розвитку цієї індустрії, сприяючи впровадженню нових технологій, розширенню виробничих потужностей та створенню конкурентних переваг. Інвестиційні стратегії, такі як венчурне фінансування та стартапи, а також стратегічні альянси та партнерства, відіграють вирішальну роль у розвитку виробництва напівпровідників. Венчурне фінансування підтримує інноваційні компанії, надаючи їм необхідні ресурси для досліджень і розробок, а стратегічні альянси дозволяють корпораціям об'єднувати зусилля для досягнення спільних цілей і розподілу ризиків.

Прогнози та перспективи розвитку цієї галузі обіцяють значні зміни, зокрема через майбутні тенденції, очікувані інновації та перспективи зростання ринку (табл. 3).

Для сучасної економіки важко переоцінити важливість напівпровідникової промисловості. У всіх сферах діяльності праця людини полегшується та раціоналізується за допомогою засобів виробництва, в основі яких лежать інтегральні мікросхеми. На даний момент у напівпровідникову промисловість вкладаються серйозні кошти, і увага найбільших економік світу прикута саме сюди.

**Таблиця 3. Прогнози та перспективи розвитку світового виробництва напівпровідників**

Тенденція	Опис	Переваги	Очікуваний вплив	Перспективи зростання
1. Інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання	Процесори з підтримкою ШІ стануть більш поширеними, дозволяючи пристроям виконувати складні обчислення на місці без необхідності передачі даних до віддалених серверів.	Підвищення продуктивності, зменшення затримок, підвищення безпеки даних	Ширше застосування ШІ в пристроях	Значне зростання ринку ШІ
2. Розвиток квантових обчислень	Квантові обчислення обіцяють революціонізувати галузь інформаційних технологій, забезпечуючи небачену обчислювальну потужність для вирішення складних задач.	Небачена обчислювальна потужність для складних задач	Комерційна доступність квантових процесорів	Революція в інформаційних технологіях
3. Зростання Інтернету речей (IoT)	Інтернет речей створює величезний попит на мініатюрні, енергоефективні напівпровідникові компоненти, які можуть підтримувати роботу IoT-пристроїв.	Підтримка роботи IoT-пристроїв, підвищена енергоефективність	Експоненційне зростання кількості підключених пристроїв	Величезний попит на IoT-компоненти
4. Перехід до нових матеріалів	Нові матеріали, такі як графен, карбіди кремнію та галію, пропонують кращі характеристики для створення більш продуктивних і компактних мікросхем.	Кращі характеристики, підвищена швидкість і енергоефективність	Використання нових матеріалів у мікросхемах	Впровадження нових матеріалів у виробництво
5. Нанотехнології та 3D-мікросхеми	Нанотехнології дозволяють створювати мікросхеми з меншими розмірами транзисторів, що підвищує продуктивність і знижує енергоспоживання.	Збільшення щільності елементів, підвищення ефективності мікросхем	Розвиток нанотехнологій та 3D-мікросхем	Підвищення ефективності мікросхем
6. Гнучка електроніка	Гнучка електроніка обіцяє значні зміни у дизайні і використанні електронних пристроїв, відкриваючи нові ринки і можливості.	Нові ринки, інноваційні продукти	Значні зміни у дизайні та використанні електроніки	Розширення ринків для гнучкої електроніки

*Джерело: розроблено автором на основі [20, 24, 26, 28]*

***Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.***

Очікується, що розвиток таких технологій, як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), 5G та квантові обчислення, стимулюватиме попит на напівпровідники. Розвиток нових матеріалів, таких як графен та інші

двовимірні матеріали, може відкрити нові можливості для підвищення продуктивності та зниження енерговитрат. Крім того, впровадження технологій 3D-структурування дозволить збільшити щільність транзисторів на чипі без зменшення їхніх розмірів.

Інвестування у відновлювані джерела енергії та екологічно чисті технології також може сприяти зменшенню екологічного сліду виробництва напівпровідників, що стане важливою конкурентною перевагою в умовах зростаючої уваги до екологічних питань. Щоб ефективно адаптуватися до викликів і скористатися перспективами, компанії повинні розробити комплексні стратегії, що включають інновації, диверсифікацію постачання та сталий розвиток. Використання нових матеріалів та виробничих процесів може знизити витрати на виробництво напівпровідників. Це дозволяє компаніям знижувати ціни на свою продукцію, роблячи її більш доступною для споживачів. Інновації сприяють створенню унікальних продуктів з новими функціями та характеристиками. Це дозволяє компаніям виділитися на ринку та залучити нових клієнтів.

Інвестиції в нові виробничі потужності є критично важливими для підтримки та розширення виробництва напівпровідників. Компанії повинні інвестувати у сучасні виробничі лінії та обладнання, щоб відповідати зростаючим вимогам ринку. Інвестиції у нові фабрики та модернізацію існуючих виробничих ліній дозволяють збільшити обсяги виробництва та забезпечити стабільність постачання. Інвестування у нові виробничі технології, такі як EUV-літографія, дозволяє компаніям створювати більш складні та продуктивні чипи. Це забезпечує конкурентні переваги та сприяє подальшому зростанню ринку. Інвестиції у нові методи тестування та контролю якості допомагають забезпечити високу надійність та довговічність напівпровідників. Це важливо для задоволення вимог клієнтів та зниження ризику дефектів у готовій продукції.

Глобальний ринок напівпровідників стикається з численними викликами, але також має значні перспективи для зростання. Загальне

зростання попиту на електроніку, включаючи смартфони, комп'ютери, побутову техніку і промислові пристрої, стимулює розвиток ринку напівпровідників. Постійне вдосконалення технологій і створення нових продуктів сприяє збільшенню обсягів виробництва і продажів. Глобалізація виробництва напівпровідників призводить до створення нових виробничих потужностей у різних регіонах світу. Це дозволяє знижувати витрати на виробництво, зменшувати ризики, пов'язані з геополітичними конфліктами, і забезпечувати стабільність поставок. Значні інвестиції у дослідження та розробки сприяють появі нових технологій і продуктів, що підвищують конкурентоспроможність компаній на ринку. Виробники напівпровідників активно інвестують у створення інноваційних рішень, що дозволяє їм займати лідируючі позиції на глобальному ринку.

Прогнози та перспективи розвитку напівпровідникової індустрії обіцяють значні зміни і нові можливості. Інтеграція штучного інтелекту, розвиток квантових обчислень, зростання Інтернету речей, перехід до нових матеріалів, нанотехнології, гнучка електроніка та автономні транспортні засоби є ключовими тенденціями, які визначатимуть майбутнє цієї галузі. Зростання попиту на електроніку, розширення географії виробництва та інвестиції у дослідження та розробки забезпечують перспективи зростання ринку. Впровадження цих інновацій і тенденцій дозволить напівпровідниковій індустрії продовжувати розвиватися і займати ключове місце у глобальній економіці. Напівпровідники є стратегічним товаром. Європейський Союз та США визначають ринок напівпровідників своїм економічним та геополітичним пріоритетом на найближчі роки. Україні дуже потрібно знайти своє місце на цьому ринку. Перспективами подальших розвідок у даному напрямі є дослідження щодо визначення впливу глобальних економічних та політичних факторів на розвиток світового ринку напівпровідників та їх значення для інвестування у світове виробництво напівпровідників.

## Література

1. Іщук Ю.А. Трансформація міжнародних товарних ринків в умовах реформування міжнародної торговельної політики: дис...доктора філософії за спеціальністю 292 «Міжнародні економічні відносини». Донецький національний університет імені Василя Стуса. Вінниця. 2020. 247 с. (дата звернення: 24.10.2024).
2. DG Trade Statistical. Guide. European Commission. Brussels. August 2023. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fc3c3fc0-5c50-11ee-9220-01aa75ed71a1> (дата звернення: 20.10.2024).
3. Financial Results - 2022Q2. TSMC Company Limited. 2022. URL: <https://investor.tsmc.com/english/quarterly-results/2022/q2> (дата звернення: 21.10.2024).
4. Official Site Ministry of Economy and finance of Korea. 2024. URL: <https://english.moef.go.kr/> (дата звернення: 31.10.2024).
5. 10 Countries with the most natural resources. 2024. URL: <https://www.investopedia.com/articles/markets-economy/090516/10-countries-most-natural-resources.asp> (дата звернення: 31.10.2024).
6. World News. Official Site Investing.com. 2024. URL: <https://www.investing.com/news/world-news> (дата звернення: 24.10.2024).
7. Official Site The World Bank. 2024. URL: <https://www.worldbank.org/ext/en/home>
8. Пасемко Г.П., Бага Л.Г., Довгаль С.В. Державне регулювання міжнародної торгівлі в умовах глобалізації. Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. 2018. №. 2. С. 226-232.
9. Цифрова економіка : вплив інформаційно-комунікаційних технологій на людський капітал та формування компетентностей майбутнього : монографія / М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана»; за ред. Антонюк Л., Ільницького Д., Севастюк А. Київ : КНЕУ, 2021. 337 с.

10. International trade statistics: trends in third quarter 2023. OECD. 2023. URL: <https://web-archive.oecd.org/temp/2023-11-23/669279-international-trade-statistics-trends-in-third-quarter-2023.htm> (дата звернення: 10.10.2024).

11. Semiconductor. World's No. 1 Memory Semiconductor Producer No. 2 Semiconductor Producer. Invest Korea. 2024. URL: <https://www.investkorea.org/ik-en/cntnts/i-312/web.do#:~:text=Korea%20held%20a%20global%20semiconductor,ten%20straight%20years%20since%202013.&text=More%20specifically%2C%20Korea%20accounted%20for,NAND%20market%20share%20of%2052.6%25> (дата звернення: 11.10.2024).

12. Country Reports by ITA - Industry & Analysis. 2024. Official Website of the International Trade Administration. URL: <https://www.trade.gov/data-visualization/country-reports-ita-industry-analysis> (дата звернення: 13.10.2024).

13. Balanced Trade Statistics. OECD. 2024. URL: <https://www.oecd.org/sdd/its/balanced-trade-statistics.htm> (дата звернення: 31.10.2024).

14. Handbook of Statistics. 2023. UNCTAD. URL: <https://unctad.org/publication/handbook-statistics-2023> (дата звернення: 31.10.2024).

15. Infographic: Global Foundry Revenue Share. Q1 2022. Counterpoint. Technology Market Research. URL: <https://www.counterpointresearch.com/report/infographic-global-foundry-revenue-share-q1-2022> (дата звернення: 31.10.2024).

16 Americas' Chip Suppliers Continue to Dominate R&D Spending. Design & Reuse. URL: <https://www.design-reuse.com/news/52373/semiconductor-rd-spending-by-location.html> (дата звернення: 31.10.2024).

17. Semiconductors – Worldwide. Official Site of Statista. 2024. URL: <https://www.statista.com/outlook/tmo/semiconductors/worldwide> (дата звернення: 11.10.2024).

18. Trade map – international trade statistics. Trade statistics for international business development. International Trade Centre. 2022. URL: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (дата звернення: 21.10.2024).

19. Annual Report 2023. The World Bank. URL: [https://www.ifc.org/en/insights-reports/annual-report?cid=IFC\\_GOOGLE\\_IFC\\_EN\\_EXTP&s\\_kwid=AL!18468!3!685316978121!b!!g!!world%20bank&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw97SzBhDaARIsAFHXUWA\\_Sy\\_QY3rXLTvYxd5V0m6TmLGhZq14rEZw2X-pFFB2aqCaykxVh3AaAhgNEALw\\_wcB](https://www.ifc.org/en/insights-reports/annual-report?cid=IFC_GOOGLE_IFC_EN_EXTP&s_kwid=AL!18468!3!685316978121!b!!g!!world%20bank&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw97SzBhDaARIsAFHXUWA_Sy_QY3rXLTvYxd5V0m6TmLGhZq14rEZw2X-pFFB2aqCaykxVh3AaAhgNEALw_wcB) (дата звернення: 14.10.2024).

20. Samsung market share. Official Site of SAMMOBILE. 2024. URL: <https://www.sammobile.com/news/samsung-beats-intel-semiconductor-sales-massive-growth-2021/> (дата звернення: 16.10.2024).

21. Global Semiconductor Foundry Market Share: Quarterly. 2024. URL: <https://www.counterpointresearch.com/insights/global-semiconductor-foundry-market-share/> (дата звернення: 18.10.2024).

22. Leibovici, F. Supply Chain Bottlenecks and Inflation: The Role of Semiconductors. *Economic synopses*. 2021. № 8. 3с. (дата звернення: 22.10.2024).

23. Official Site of Statista. 2024. URL: <https://www.statista.com/> (дата звернення: 19.10.2024).

24. State of the U.S. semiconductor industry. Official Site of Semiconductor Industry Association. URL: <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-SIA-State-of-%20the-Industry-Report.pdf> (дата звернення: 10.10.2024).

25. Infographic: Global Foundry Revenue Share. Q1 2022. Counterpoint. Technology Market Research. URL: <https://www.counterpointresearch.com/report/infographic-global-foundry-revenue-share-q1-2022> (дата звернення: 31.10.2024).

26. Bastug Emir. Semiconductor Industry Forecast for 2024/2025. Medium. 2024. URL: <https://medium.com/@emirbastug/semiconductor-industry-forecast-for-2024-2025-776f1dfd0d14> (дата звернення: 31.10.2024).

27. Prosperity Data360. Promoting economic policies for growth. The World Bank. 2024. URL: <https://prosperitydata360.worldbank.org/en/home> (дата звернення: 11.10.2024).

28. Main UN Trade and Development. UNCTAD. 2024. URL: <https://unctadstat.unctad.org/EN/> (дата звернення: 11.10.2024).

29. Павлиш О. Новий глобальний техноаб: як Малайзія завойовує світовий ринок чипів. Економічна правда, 24.10.2024. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2024/10/24/720950/> (дата звернення: 31.10.2024).

30. Загребельська А., Ахундов В. Мікрочіпи як привід для III світової війни. Наші гроші. 14.08.2022. URL: <https://nashigroshi.org/2022/08/14/mikrochipy-iaк-pryvid-dlia-iii-svitovoi-viyny/> (дата звернення: 31.10.2024).

## References

1. Ischuk, Yu.A. (2020), “Transformation of international commodity markets in the context of reforming international trade policy”, Doctor Thesis, Economy, Donets'kyj natsional'nyj universytet imeni Vasylia Stusa, Vinnytsia, Ukraine.

2. European Commission (2023), “DG Trade Statistical. Guide”, available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fc3c3fc0-5c50-11ee-9220-01aa75ed71a1> (Accessed 20.10.2024).

3. TSMC Company Limited (2022), “Financial Results - 2022Q2”, available at: <https://investor.tsmc.com/english/quarterly-results/2022/q2> (Accessed 21.10.2024).

4. Official Site Ministry of Economy and finance of Korea. (2024), available at: <https://english.moef.go.kr/> (Accessed 31.10.2024).

5. investopedia (2024), “10 Countries with the most natural resources”, available at: <https://www.investopedia.com/articles/markets-economy/090516/10-countries-most-natural-resources.asp> (Accessed 31.10.2024).

6. Official Site Investing.com (2024), “World News”, available at: <https://www.investing.com/news/world-news> (Accessed 24.10.2024).

7. Official Site The World Bank. (2024), available at: <https://www.worldbank.org/ext/en/home> (Accessed 24.10.2024).

8. Pasemko, H.P. Baha, L.H. and Dovhal', S.V. (2018), “State regulation of international trade in the conditions of globalization”, *Visnyk KhNAU im. V.V. Dokuchaieva*, vol. 2, pp. 226-232.

9. Antoniuk, L. Il'nyts'kyi, D. and Sevastiuk, A. (2021), *Tsyfrova ekonomika : vplyv informatsijno-komunikatsijnykh tekhnolohij na liuds'kyj kapital ta formuvannia kompetentnostej majbutn'oho* [Digital economy: the impact of information and communication technologies on human capital and the formation of future competencies], KNEU, Kyiv, Ukraine.

10. OECD (2023), “International trade statistics: trends in third quarter 2023”, available at: <https://web-archive.oecd.org/temp/2023-11-23/669279-international-trade-statistics-trends-in-third-quarter-2023.htm> (Accessed 10.10.2024).

11. Invest Korea (2024), “Semiconductor. World's No. 1 Memory Semiconductor Producer No. 2 Semiconductor Producer”, available at: <https://www.investkorea.org/ik-en/cntnts/i-312/web.do#:~:text=Korea%20held%20a%20global%20semiconductor,ten%20straight%20years%20since%202013.&text=More%20specifically%2C%20Korea%20accounted%20for,NAND%20market%20share%20of%2052.6%25> (Accessed 11.10.2024).

12. Official Website of the International Trade Administration (2024), “Country Reports by ITA - Industry & Analysis”, available at: <https://www.trade.gov/data-visualization/country-reports-ita-industry-analysis> (Accessed 13.10.2024).

13. OECD. (2024), “Balanced Trade Statistics”, available at: <https://www.oecd.org/sdd/its/balanced-trade-statistics.htm> (Accessed 31.10.2024).

14. UNCTAD (2023), “Handbook of Statistics”, available at: <https://unctad.org/publication/handbook-statistics-2023> (Accessed 31.10.2024).

15. Counterpoint. Technology Market Research (2022), “Infographic: Global Foundry Revenue Share. Q1”, available at: <https://www.counterpointresearch.com/report/infographic-global-foundry-revenue-share-q1-2022> (Accessed 31.10.2024).

16 Design & Reuse (2022), “Americas' Chip Suppliers Continue to Dominate R&D Spending”, available at: <https://www.design-reuse.com/news/52373/semiconductor-rd-spending-by-location.html> (Accessed 31.10.2024).

17. Official Site of Statista. (2024), “Semiconductors – Worldwide”, available at: <https://www.statista.com/outlook/tmo/semiconductors/worldwide> (Accessed 11.10.2024).

18. International Trade Centre. (2022), “Trade map – international trade statistics. Trade statistics for international business development”, available at: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (Accessed 21.10.2024).

19. The World Bank (2023), “Annual Report”, available at: [https://www.ifc.org/en/insights-reports/annual-report?cid=IFC\\_GOOGLE\\_IFC\\_EN\\_EXTP&s\\_kwcid=AL!18468!3!685316978121!b!!g!!world%20bank&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw97SzBhDaARIsAFHXUWA\\_Sy\\_QY3rXLTvYxd5V0m6TmLGhZq14rEZw2X-pFFB2aqCaykxVh3AaAhgNEALw\\_wcB](https://www.ifc.org/en/insights-reports/annual-report?cid=IFC_GOOGLE_IFC_EN_EXTP&s_kwcid=AL!18468!3!685316978121!b!!g!!world%20bank&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw97SzBhDaARIsAFHXUWA_Sy_QY3rXLTvYxd5V0m6TmLGhZq14rEZw2X-pFFB2aqCaykxVh3AaAhgNEALw_wcB) (Accessed 14.10.2024).

20. Official Site of SAMMOBILE. (2024), “Samsung market share”, available at: <https://www.sammobile.com/news/samsung-beats-intel-semiconductor-sales-massive-growth-2021/> (Accessed 16.10.2024).

21. Counterpoint (2024), “Global Semiconductor Foundry Market Share: Quarterly”, available at: <https://www.counterpointresearch.com/insights/global-semiconductor-foundry-market-share/> (Accessed 18.10.2024).

22. Leibovici, F. (2021), “Supply Chain Bottlenecks and Inflation: The Role of Semiconductors”, Economic synopses, vol. 8.

23. Official Site of Statista. (2024), available at: <https://www.statista.com/> (Accessed 19.10.2024).

24. Official Site of Semiconductor Industry Association (2021), “State of the U.S. semiconductor industry”, available at: <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-SIA-State-of-%20the-Industry-Report.pdf> (Accessed 10.10.2024).

25. Counterpoint. Technology Market Research (2022), “Infographic: Global Foundry Revenue Share. Q1”, available at: <https://www.counterpointresearch.com/report/infographic-global-foundry-revenue-share-q1-2022> (Accessed 31.10.2024).

26. Bastug, E. (2024), “Semiconductor Industry Forecast for 2024/2025”, Medium, available at: <https://medium.com/@emirbastug/semiconductor-industry-forecast-for-2024-2025-776f1dfd0d14> (Accessed 31.10.2024).

27. The World Bank. (2024), “Prosperity Data360. Promoting economic policies for growth”, available at: <https://prosperitydata360.worldbank.org/en/home> (Accessed 11.10.2024).

28. UNCTAD. (2024), “Main UN Trade and Development”, available at: <https://unctadstat.unctad.org/EN/> (Accessed 11.10.2024).

29. Pavlysh, O. (2024), “The New Global Technohub: How Malaysia Conquers the Global Chip Market”, available at: *Ekonomichna pravda*, <https://www.epravda.com.ua/publications/2024/10/24/720950/> (Accessed 31.10.2024).

30. Zahrebel's'ka, A. and Akhundov, V. (2022), “Microchips as a pretext for World War III”, *Nashi hroshi*, available at: <https://nashigroshi.org/2022/08/14/mikrochipy-iak-pryvid-dlia-iii-svitovoi-viyny/> (Accessed 31.10.2024).

*Стаття надійшла до редакції 31.10.2024 р.*