DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-3

УДК 338.45:621.382:339.9(100)

СВІТОВИЙ РИНОК МІКРОЧИПІВ: ГЕОЕКОНОМІКА, БЕЗПЕКА ТА НОВА ПРОМИСЛОВА ПОЛІТИКА

GLOBAL MICROCHIP MARKET: GEO-ECONOMICS, SECURITY, AND THE NEW INDUSTRIAL POLICY

Гончаренко Владислав Васильович
доктор економічних наук, професор,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0414-8892

Пожар Артем Анатолійович
кандидат економічних наук, доцент,
Полтавський університет економіки і торгівлі
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8662-9074

Пантелеймоненко Андрій Олексійович
доктор економічних наук, професор,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3714-1934

Honcharenko Vladyslav
V.N. Karazin Kharkiv National University

Pozhar Artem
Poltava University of Economics and Trade

Panteleimonenko Andrii
Kherson State Agrarian and Economic University

Стаття аналізує глобальний ринок мікрочипів крізь призму геоекономіки та міжнародної безпеки, пояснюючи, як нова промислова політика і режими експортного контролю переформатовують ланцюги постачання, витрати та часові горизонти інвестицій. Методично поєднано структурно-галузевий аналіз із якісним сценарним моделюванням 2025–2030 рр. і фокусом на вузьких місцях (літографія, матеріали, EDA/OSAT). Отримані результати підтверджують: умовні стимули, координація доступу до обладнання/EDA та прозорість постачань знижують системний ризик без руйнування глобальної спеціалізації. Практична цінність полягає у дорожній карті для відкритих економік: таргетована локалізація ланок із високим мультиплікатором, контрактний мультісорсинг та операційні метрики стійкості. Рекомендації придатні для поетапного впровадження в умовах бюджетних обмежень та регуляторної невизначеності.

Ключові слова: світовий ринок мікрочипів, геоекономіка, промислова політика, експортний контроль, ланцюги постачання, friend-shoring, стійкість, EDA, EUV/DUV.

The article examines the global semiconductor market through the lenses of geo-economics and international security, showing how the latest wave of industrial policy and export controls reshapes supply chains, capital allocation, and technology migration. The objective is a decision-focused assessment for open and transition economies: where resilience can be built at the lowest opportunity cost while preserving innovation. Methodologically, the study combines structured industry analysis with qualitative scenario modeling for 2025–2030. We map the value chain from design/EDA through foundry and OSAT, flag single points of failure in lithography and specialty materials, and stress-test three trajectories: Friend-shoring+ (rapid re-routing with higher CAPEX and longer lead times), Strategic Parity (coordinated access rules and gradual easing of concentration at advanced nodes), and Fragmentation 2.0 (tighter restrictions and local shocks that create duplicative technology islands). Results show

© Гончаренко В. В., Пожар А. А., Пантелеймоненко А. О., 2025

that institutional discipline is decisive. Conditional incentives tied to measurable localization KPIs, transparent supply documentation, audited multi-sourcing, and coordinated access policies for equipment and EDA cut systemic risk without dismantling global specialization. Across scenarios, operational metrics–time-to-recover, time-to-survive, inventory buffers, fallback logistics, and routine cyber diligence–are more useful than headline capacity figures for policy and management. The practical contribution is an implementation-ready toolkit: for policymakers, incentives with clawback clauses, crisis playbooks anchored in recovery metrics, and baseline mutual-recognition; for firms, enforceable multi-sourcing, flexible node allocations with contingency capacity, and periodic stress tests; for analysts, a minimal monitoring set–bottleneck concentration, access to tools, inventory adequacy, and recovery performance. Overall, the paper argues for a trust-based architecture in which industrial policy is conditional, coordinated, and measurable, allowing resilience and innovation to reinforce each other.

Keywords: global semiconductor market, geo-economics, industrial policy, export controls, supply-chain resilience, friend-shoring, EDA, lithography, advanced packaging.

Постановка проблеми. Стрімкий попит на ІІ та хмарні обчислення зробив напівпровідники критичною інфраструктурою, однак зростання супроводжується надконцентрацією передових вузлів у кількох юрисдикціях, залежністю від вузьких технологій (EUV/DUV, EDA, спеціальні матеріали) та посиленням режимів експортного контролю. Це породжує асиметрії доступу до обладнання й дизайну, «одноджерельні» ланцюги, підвищені CAPEX/OPEX і довші lead-times, особливо для відкритих і перехідних економік. Наявні підходи часто розглядають промислові стимули, контроль експорту та операційну стійкість роз'єднано; бракує інтегрованої геоекономічної рамки, що пов'язує ринкову архітектуру, регуляторні бар'єри й канали передачі ризиків між ланками (design–foundry–OSAT–матеріали). Політика «керованої стійкості» – умовні стимули з guardrails, мультісорсинг і прозорість постачань (SBOM), мінімальні стандарти взаємного визнання та кризові плейбуки на основі TTR/TTS – зменшує системну вразливість без втрати інноваційної динаміки. Оптимальна траєкторія – змішаний режим, що поєднує глобальну спеціалізацію з «дружніми» кластерами і вимірюваними зобов'язаннями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна література зводиться до трьох ліній доказів: мережеві «вузькі місця» як інструмент влади, системна роль державної підтримки, та емпірично вимірювана залежність ланцюгів постачання. Теоретичну рамку задають Farrell і Newman: «озброєна взаємозалежність» пояснює, як актори, що контролюють ключові вузли глобальних мереж (фінанси, телеком, технології), здатні конвертувати інтерконектedness у примус; ця логіка безпосередньо релевантна до чіпів через EDA-екосистему, літо-обладнання та стандарти сумісності [4]. Робота Haramboure та ін. на базі нових таблиць ICIO відокремлює напівпровідники від ширшого ІКТ-кластеру й показує структурні вразливості: високу фіксовану вартість, концентрацію критичних входів і перехресні залежності між design–foundry–OSAT, що підсилює шоки і вимагає політик стійкості без руйнування глобальної спеціалізації [6]. Оновлене картування ланцюга від OECD (2025) фіксує подвоєння кількості торговельних залежностей за 2012–2014 до 2020–2022 рр., високу концентрацію постачання сировини/обладнання й зростання залежностей від КНР; половина проміжних виходів сектору повертається в сам сектор, що підкреслює «внутрішню» міжзалежність підгалузей [11]. Нарешті, аналітика EconPol (Hillrichs, Wölfl) демонструє крайній географічний дисбаланс: три економіки (Китай, Тайвань, РК) генерують близько половини експорту фінальних чіпів, а ключові дев'ять країн формують ядро торгівлі матеріалами, обладнанням і мікросхемами – і відповідну мережу багатобічних залежностей [7]. Сукупно ці результати обґрунтовують фокус статті: ефекти політики (субсидії/контроль експорту) слід оцінювати крізь мережеву структуру ланцюгів і показники відновлюваності, а не лише через локалізацію потужностей.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри зрушення, бракує інтегрованої рамки, що одночасно поєднала б інструменти промислової політики (субсидії з guardrails), режими експортного контролю та доступу до «вузьких» технологій (EUV/DUV, EDA), взаємне визнання сертифікацій/аудитів уздовж ланцюга (OSAT, матеріали) і вимірювані метрики стійкості (TTR/TTS, буферні запаси) як єдиний механізм зниження системного ризику. Відсутня узгоджена модель «friend-shoring-альянсів» із прозорим розподілом зобов'язань і кризових квот, а також стандартизована звітність, що дозволяла б зіставляти ризики й ефективність політик між юрисдикціями без руйнування глобальної спеціалізації.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті – обґрунтувати

та операціоналізувати геоекономічну рамку для світового ринку мікрочипів як інструмент зміцнення міжнародної безпеки та стійкості ланцюгів постачання. Для цього систематизуються інструменти «нової промислової політики» (гранти, податкові кредити, guardrails), режими експортного контролю й доступу до критичних технологій (EUV/DUV, EDA, матеріали), а також операційні практики відновлюваності (мультісорсинг, запаси, TTR/TTS). Передбачається побудова узгодженої моделі «керованої стійкості», що поєднує політичні, технологічні та сертифікаційно-операційні контури довіри (взаємне визнання сертифікацій, прозорість постачань, аудит OSAT/матеріалів). Завдання включає: (i) картографування ланцюга вартості design–foundry–OSAT та ідентифікацію «вузьких місць»; (ii) порівняльний аналіз національних пакетів підтримки та регуляторних бар'єрів; (iii) сценарне моделювання 2025–2030 рр. із якісними показниками ризику; (iv) формування індикативного індексу «геоекономічної чутливості»; (v) розроблення дорожньої карти для відкритих і перехідних економік (таргетована локалізація ланок з високим мультиплікатором, контрактний мультісорсинг, мінімальні стандарти взаємного визнання, кризові плейбуки). Очікуваний результат – прикладний набір рішень, що знижує системну вразливість без руйнування глобальної спеціалізації та підтримує інноваційну динаміку галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Глобальний ринок мікрочипів після глибокого циклу 2022–2023 років увійшов у фазу прискорення, яке живлять інвестиції в хмарну інфраструктуру, штучний інтелект та автоелектроніку. За оцінками WSTS, у 2025 році обсяг світового ринку сягне близько 701 млрд дол., або +11,2% р/р після відновлення 2024 року; за перше півріччя 2025-го продажі вже становили 346 млрд дол. (+18,9% р/р) [16]. Структурно відновлення має «подвійне ядро»: логіка (CPU/GPU/ASIC, зокрема ІІ-прискорювачі) і пам'ять (DRAM/NAND) задають темп інвестицій, тоді як «довгий хвіст» зрілих техпроцесів (28–90 нм) підтримує промислову та автомобільну електроніку. Водночас ринок стає дедалі більш геополітизованим [17]: доступ до передових вузлів (≤7 нм), EUV-літографії, фотошаблонів, високочистих газів та інструментів EDA перетворюється на об'єкт промислової політики й експортного контролю, а отже – на фактор міжнародної безпеки [5].

Американський CHIPS and Science Act заклав фінансове «ядро» для перезапуску виробництва: 39 млрд дол. прямих грантів на фабрики, 25% інвесткредит на обладнання, ще близько 13 млрд дол. – на R&D і кадри [3]. Уже матеріалізовано низку великих рішень: фіналізовані багатомільярдні пакети для Intel і TSMC-Arizona, а також державні та штатні гранти для пов'язаних виробництв матеріалів та скляних компонентів; штати доповнюють федеральні стимули власними фондами (приклад – Техас для проєкту Samsung у Тейлорі). У ЄС з 21 вересня 2023 року діє European Chips Act, що мобілізує понад 43 млрд євро «політично зумовлених» інвестицій до 2030 року, включаючи пілотні лінії під <2 нм на базі imec та мережі національних лабораторій [8]. Паралельно Єврокомісія посилює власні повноваження з експортного контролю, аби оперативніше перекривати «вузькі місця» щодо подвійного призначення, зокрема обладнання для виробництва напівпровідників. У Південній Кореї «K-Chips» еволюціонував у розширений пакет податкових кредитів і пільгового фінансування для інвестицій у стратегічні технології: для великих компаній базові ставки кредитів зросли до ~20%, для МСП – до ~30%, а уряд додатково запускає цільові програми в ІІ та НВМ [2]. Японія, у свою чергу, спрямовує масштабні субсидії на відновлення технологічного суверенітету: лише Rapidus отримує декілька хвиль підтримки (¥590 млрд у 2024 р., подальші рішення у 2025-му), орієнтуючись на серійність у другій половині десятиліття [10].

Ці пакети не існують у вакуумі: вони прямо переплетені з режимами експортного контролю, що визначають допуски до вузлів ланцюга вартості. Поворотним моментом стали «правила 7 жовтня 2022 року» Міністерства торгівлі США (BIS), які обмежили експорт високопродуктивних чипів і широкого спектра обладнання для виробництва напівпровідників до КНР; у 2023–2025 роках їх декілька разів оновлювали з розширенням переліків, параметрів і країн дії, а також із посиленими вимогами до due diligence у foundry-секторі. На боці пропозиції критичним залишається «європейський вузол» – обладнання для літографії та метрології: саме зміни в американських і нідерландських правилах визначають, чи і в яких конфігураціях окремі DUV/EUV-системи можуть постачатися в конкретні локації в Китаї. У сукупності це веде до «френдшорингу» – перемикання ланцюгів на юрисдикції з меншим регуляторним ризиком і більшим політичним довір'ям, що підвищує

витрати CAPEX/OPEX, але зменшує стратегічну вразливість.

Ринкова концентрація підсвічує безпекову чутливість. Тайваньська TSMC зберігає істотне домінування у контрактному виробництві, зокрема на передових вузлах, що забезпечує їй високу цінову владу та визначальну роль у забезпеченні глобальних програм з ІІ; оцінки ринкової частки коливаються залежно від періоду та методик підрахунку, але 2024–2025 роки фіксують історично високі значення завдяки вибуховому попиту на 5/4/3 нм і прогрес у 2 нм. Це підкреслює подвійний імператив для США, ЄС, Японії та Кореї: з одного боку – підтримувати інтеграцію з тайванським ядром ланцюга, з іншого – поступово мультиплікувати критичні потужності «ближче додому» та розширювати «дружнє» кільце постачальників матеріалів і вузлів OSAT.

У підсумку, напівпровідниковий ринок входить у фазу «промислової політики нового типу», де геоекономіка (субсидії, інвестиційні кредити, кооперація лабораторій [8; 18]) і геополітика (експортні режими, маршрути «других ланцюгів», координація з союзниками) формують не лише обсяги виробництва, а й контури міжнародної безпеки. Для подальшого аналізу ми оперуємо двома робочими гіпотезами. По-перше, стійкість ланцюгів постачання у 2025–2030 роках більше визначатиметься доступом до обладнання/EDA та якістю регуляторної координації, ніж просто географією фабів. По-друге, змагання субсидій без інституційної дисципліни (правила доступу, зворотні умови, пріоритетні серії в кризу) лише підвищує витрати без гарантії ефекту масштабу; отже, необхідні чіткі «умовні» інструменти – від пріоритетних замовлень до взаємного визнання сертифікацій і мінімальних стандартів прозорості в ланцюгах постачання.

Глобальний ринок мікрочипів після турбулентності 2022–2023 років демонструє синхронізоване відновлення попиту у трьох «якірних» напрямах: хмарні обчислення та штучний інтелект, автоелектроніка і промислова автоматизація. За оцінками WSTS, у 2025 р. ринок зростає двозначними темпами після відновлення 2024-го; підсумки першого півріччя фіксують прискорення продажів порівняно з 2024 р. [16]. Цей зсув від циклічного до структурного попиту переформатовує інвестиції: провідні виробники перерозподіляють CAPEX на користь передових вузлів (≤7 нм) у логіці, водночас утримують значні спроможності на зрілих техпроцесах (28–90 нм) для автомобільної та індустріальної електроніки. Виникає «міцка зв'язка» між дизайном (EDA/IP), фотолітографією (EUV/DUV), матеріалами (фотошаблони, високочисті гази) та операціями тестування/упаковки (OSAT), а вузькі місця зосереджені у дуже обмеженій групі юрисдикцій – отже, технічні залежності переходять у площину міжнародної безпеки [2].

Домінування Тайваню у контрактному виробництві на передових вузлах, технологічна вага Південної Кореї у пам'яті (DRAM/HBM) і роль США в EDA та «верхніх» шарах дизайн-екосистеми формують асиметричну архітектуру, де однаковою мірою важать і частки ринку, і доступ до критичного обладнання. У 2025 р. ринкова частка TSMC у foundry-секторі досягає історично високих значень, що віддзеркалює вибуховий попит на 5/4/3-нм і прогрес до 2-нм серій. На це накладається «нова промислова політика»: CHIPS & Science Act у США (гранти на фабрики, 25% інвесткредит на обладнання, суттєві видатки на R&D і кадри), European Chips Act з мобілізацією понад €43 млрд до 2030 р. [3], корейські податкові кредити та пільгове фінансування для стратегічних технологій (K-Chips 2.0), масштабна підтримка Японії для повернення технологічного суверенітету (зокрема Rapidus) [10]. Паралельно режими експортного контролю США (пакет 7 жовтня 2022 р. та наступні оновлення 2023–2025 рр.) звужують «вікна» доступу до передових чипів і широкого спектра обладнання; посилюється координація з Нідерландами та Японією щодо ліцензування DUV/EUV [8]. Результат – поширення friend-shoring: переналаштування ланцюгів на юрисдикції з нижчим регуляторним ризиком, навіть ціною вищих CAPEX/OPEX та довших термінів розгортання потужностей.

Для учасників ринку це означає перехід від «глобальної оптимізації витрат» до «керованої стійкості». Дизайнери і системні інтегратори диверсифікують постачання IP-ядер та EDA-інструментів; виробники бронюють «гнучкі» квоти під критичні вузли; OSAT-кластеризація розглядається не лише як операційна економія, а як компонент безпеки ланцюга. Практично: для логіки критичними є доступ до EUV і вузлів ≤7 нм та гарантії пріоритетних серій; для пам'яті – циклічність і чутливість до хвиль інвестицій у дата-центри та ІІ; для analog/MCU – стабільність зрілих техпроцесів і довгі контракти в автосегменті. Надалі ми виходимо з двох тез: (1) стійкість ланцюга у 2025–2030 рр. визначатиметься

доступом до обладнання/EDA і якістю регуляторної координації більше, ніж «географією фабів»; (2) оптимальна відповідь для відкритих економік – таргетована локалізація ланок із високим мультиплікатором, поєднана з контрактним мультісорсингом та мінімальними стандартами прозорості постачань (табл. 1).

Оновлена промислова політика в напівпровідниках поєднує прямі стимули з «регуляторними огорожами», переводячи конкуренцію держав у площину безпеки ланцюгів постачання. У США CHIPS & Science Act поєднав гранти на фабрики, 25% інвестиційний податковий кредит на обладнання та суттєві видатки на R&D/кадри через національні центри (NSTC тощо). Ключові – guardrails: бенефіціари мають утримуватися від «значного розширення» передових потужностей у ризикових юрисдикціях та звітувати про виконання умов. На практиці федеральні стимули синхронізуються зі штатними пакетами (співфінансування, інфраструктура), а адресні рішення для окремих проєктів (Intel, TSMC-Arizona) підкріплюються локальними вимогами до підрядників і ланцюгів постачання [16].

Європейський підхід кодифіковано у European Chips Act: регламент визначає «first-of-a-kind» виробництва, передбачає пілотні лінії суб-2 нм у мережі дослідницьких центрів (зокрема imec) й механізми кризового реагування – від моніторингу до пріоритизації замовлень у надзвичайних ситуаціях [5]. Держави-члени підв'язують національні інструменти (IPCEI, податкові стимули) до цієї рамки, концентруючи підтримку на ланках із найбільшим мультиплікатором знань і капіталу. Південна Корея запустила «K-Chips 2.0»: підвищені ставки податкових кредитів для стратегічних інвестицій (орієнтовно ~20% для великих і до ~30% для МСП) та цільове фінансування напрямів HBM/AI-логіки. Японія комбінує адресні субсидії з технологічними ко-інвестиціями: урядові рішення на користь Rapidus та суміжних проєктів (кілька хвиль підтримки у 2024–2025 рр.) покликані «повернути» критичні компетенції та вивести виробництво на серійність у другій половині десятиліття [4; 5] (рис. 1).

Регуляторний вимір – експортний контроль. Поворотним стали правила Міністерства торгівлі США від 7 жовтня 2022 р., що обмежили експорт високопродуктивних чипів і широкого спектра обладнання до КНР; у 2023-му оприлюднено масштабні оновлення з розширеними переліками, уточненими параметрами та підвищеними вимогами до due diligence у контрактному виробництві [8]. Окремий «вузол» – фотолітографія: рішення уряду Нідерландів щодо ліцензування іммерсійних DUV-систем і позиція ASML щодо впливу обмежень задають «ворота» доступу до апгрейду виробництв у вибраних локаціях. У сумі це стимулює friend-shoring: виробники й замовники переносять ланки в юрисдикції з нижчим регуляторним ризиком, приймаючи вищі CAPEX/OPEX і довші lead-times в обмін на меншу стратегічну вразливість.

Таблиця 1

Сегменти ринку та чутливість до «вузьких місць» (аналітична матриця)

Сегмент	Ключові драйвери попиту	Технологічна залежність	Типові ризики	Геополітична чутливість
Logic (CPU/GPU/ASIC, AI)	Хмари, ІІ, телеком	EUV/DUV, EDA/IP, ≤7 нм	Дефіцити потужностей, переходи вузлів	Висока: контроль експорту, доступ до обладнання
Memory (DRAM/NAND/HBM)	Дата-центри, ІІ, ПК	Літографія, матеріали, капекси	Циклічність, переінвестування	Середньо/висока: чутливість до субсидій і кластерів
Analog/MCU	Авто, промислова ел-ка	Зрілі вузли 28–90 нм, спецпро-цеси	Логістика, довгі контракти	Середня: залежність від OSAT, менша від EUV
Foundry/IDM	Аутсорс дизайну/виробництва	Широкий спектр вузлів	Завантаження/квоти, технологічні переходи	Висока: концентрація потужностей у кількох юрисдикціях

Джерело: [16]

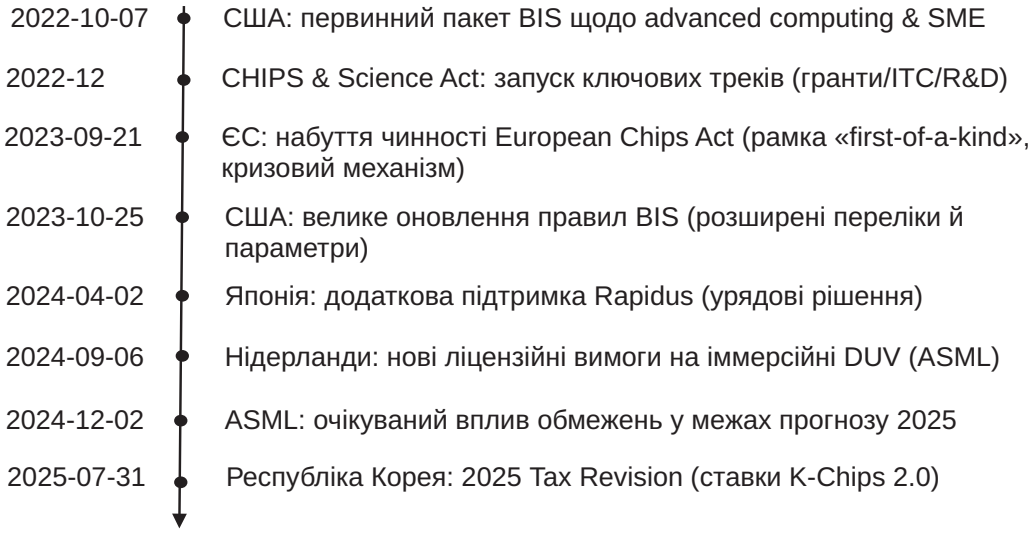

Рис. 1. Вертикальна стрічка часу «нової промислової політики» та експортного контролю у напівпровідниках

Джерело: [5; 3; 8]

Звідси практичні висновки для відкритих економік. По-перше, умовність підтримки: гранти й податкові кредити доцільно прив'язувати до чітких KPI локалізації та механізмів clawback, а також до правил пріоритизації замовлень у кризу. По-друге, політика доступу до обладнання/EDA: координація між США, ЄС, Японією та Республікою Корея щодо мінімальних стандартів взаємного визнання сертифікацій і процедур due diligence знижує транзакційні витрати без послаблення контролю. По-третє, операційна прозорість ланцюгів (SBOM постачання, сертифікований мультісорсинг, регулярне оновлення профілів TTR/TTS для критичних позицій) підвищує відновлюваність без «надлишкового» регулювання. У підсумку «нова промислова політика» перестає бути суто «змаганням субсидій» і формує архітектуру довіри, де доступ до вузьких місць – обладнання, EDA, фотошаблонів – безпосередньо конвертується у стійкість ланцюгів і параметри міжнародної безпеки.

Ризик-профіль світового ринку мікрочипів сьогодні визначають три осі: геополітика, «вузькі місця» технологічного ланцюга та кібероперaційні загрози. Після 2022 року індустрія свідомо переходить від «глобальної оптимізації витрат» до «керованої стійкості»: диверсифікуються джерела матеріалів і OSAT-послуг, підвищуються буферні запаси, запроваджуються стандарти прозорості постачань і регулярні «стрес-тести» ланцюгів [1].

Найвища структурна чутливість пов'язана з фотолітографією: серійні вузли ≤7 нм потребують складних DUV/EUV-інструментів, доступ до яких регулюється експортним контролем і ліцензуванням; будь-які зміни правил одразу впливають на графіки апґрейду та CAPEX у вибраних локаціях [1]. Не менш вразливий контур – матеріали. За оцінками ЄК/JRC, до 2022 року Україна забезпечувала значну частку високочистого неону для американського ринку; вторгнення РФ спричинило шок постачання і змусило галузь переукладати контракти та інвестувати у резервні потужності. У 2024 р. світовий ринок матеріалів зріс до $67,5 млрд завдяки попиту на передові процеси й HBM, однак його концентрація лишається джерелом ризику.

Окремо стоїть ризик «фізичних» збоїв. Землетрус на Тайвані у квітні 2024 року змусив виробників тимчасово зупиняти дільниці, перевіряти EUV-інструменти та коригувати графіки відвантажень; інцидент підтвердив, що time-to-recover для вузлів ≤7 нм залишається низьким навіть у технологічно підготовлених кластерів. Третій вимір – кіберзагрози: у березні–червні 2025 року кілька China-aligned груп провели координовані кампанії проти тайванської напівпровідникової екосистеми (дизайн, виробництво, OSAT, а також аналітики інвестринку), застосовуючи фішинг і бекдори; це підвищує ризик компрометації IP та «м'яких» ланок ланцюга [14].

Практичні відповіді стають стандартом. По-перше, формальний мультісорсинг кри-

тичних позицій (матеріали, фотошаблони, OSAT) із «exit-клауза́ми» на випадок регуляторних шоків. По-друге, операційні метрики стійкості (time-to-survive, підтримувані запаси) і резервні логістичні маршрути. По-третє, технічна прозорість: SBOM постачання, аудит EDA/IP, сертифікований доступ до інструментів і лабораторій. По-четверте, кібергігієна постачальників 2–3 рівня (DMARC/2FA, сегментація мереж, плейбуки реагування). Огляди 2025 року сходяться: надійність ланцюга вища, ніж у 2021–2022 рр., але «точки відмови» – EUV/DUV, рідкі гази, геополітика Тайванської протоки – зберігаються; тому інституційна дисципліна (умовні субсидії, прозорість і координація контролю) важить не менше за обсяги інвестицій [1].

Після циклічного спаду 2022–2023 рр. ринок увійшов у фазу прискорення, підживленого ІІ та дата-центрами. За WSTS, 2025 рік – двозначне зростання, причому основний внесок дають logic і memory; весняний прогноз оцінював ринок у ~$701 млрд (+11,2% р/р), а оновлення за підсумками І півріччя підняло орієнтир до ~$728 млрд (+15,4% р/р). Консалтинг підтверджує траєкторію: 2025 – рекорд за продажами з утриманням курсу на ~трильйон доларів до 2030 р., хоча споживчі ринки поза ІІ відновлюються нерівномірно. Концентрація пропозиції зростає: за даними TrendForce, у 2 кв. 2025 р. TSMC взяла близько 70% контрактного виробництва, що загострює чутливість до «вузьких місць» і водночас пришвидшує перетік інвестицій у «дружні» юрисдикції. ЄС у відповідь тримає фокус на FOAK-лініях і кризовому механізмі в межах European Chips Act (набрала чинності 21.09.2023), намагаючись збалансувати наукове лідерство з операційною стійкістю. На горизонті 2025–2027 рр. SEMI очікує рекордні інвестиції в обладнання, причому лідируватимуть Китай, Південна Корея та Тайвань – це підтримує глобальні CAPEX, але також підвищує регуляторні ризики та потребу у координації контролю [13].

Для подальшого аналізу використовуємо три сценарії (якісні діапазони, без «жорстких» чисел, щоб не перевантажувати розділ). S1 «Friend-shoring+»: збереження високих витрат на переналаштування ланцюгів, спрямованих на зниження регуляторної вразливості; CAPEX-імпульс сильний у 2025–2027 рр., надалі – нормалізація. Частки передових вузлів зростають, але вартість введення потужностей і lead-times лишаються під тиском. S2 «Стратегічний паритет»: координація США–ЄС–Японія–РК по доступу до обладнання/EDA та «м'яка» стабілізація правил; ринок рухається за траєкторією WSTS/консалтингу до ~трильйона у 2030 р., а концентрація у foundry знижується повільно, хоча домінування TSMC на передових вузлах зберігається. S3 «Фрагментація 2.0»: жорсткіші обмеження, локальні інциденти (геополітика/сейсміка) та розрив стандартів сумісності; CAPEX зростає, але ефект масштабу втрачається, з'являються «острови» технологій і надлишкові дублювання ланцюгів – у підсумку нижчі темпи приросту та дорожчі інновації [13].

Звідси випливають політичні й бізнес-пріоритети на 2025–2030 рр. По-перше, умовні стимули: гранти/податкові кредити мають бути прив'язані до прозорих KPI локалізації, доступу до критичного обладнання та «зворотних» механізмів (clawback). По-друге, регуляторна координація: мінімальні стандарти взаємного визнання сертифікацій і процедур due diligence між США, ЄС, Японією та РК знижують транзакційні витрати, не послаблюючи контроль. По-третє, операційна стійкість: контрактний мультісорсинг для матеріалів/OSAT, підтримувані запаси для «тонких» позицій, регулярні stress-tests ключових вузлів (від EUV до фотошаблонів). По-четверте, інноваційний фокус: підтримка пакування для ІІ (CoWoS/HBM-сумісність), R&D в енергоефективності дата-центрів і кадри – це зменшує вартість зростання та розширює місткість ринку в сценаріях S1–S2 (табл. 2).

Фінально, глобальний ринок мікрочипів входить у десятиліття, де «вартість інновації» визначається не стільки дешевизною виробництва, скільки здатністю інституцій керувати ризиками ланцюгів. Дані WSTS і провідних консалтерів фіксують двозначне зростання 2025 року, але траєкторія 2026–2030 рр. залежатиме від того, чи перетворяться нинішні програми підтримки та контроль експорту на правила з прозорими умовами й передбачуваністю. Успішні стратегії поєднують «умовні» стимули (локалізаційні KPI, clawback, пріоритизація замовлень у кризу), координацію доступу до обладнання/EDA між союзниками та операційну дисципліну постачань (SBOM, мультісорсинг, регулярні stress-tests).

Для урядів: (i) проєктувати гранти/податкові кредити як контракт із вимірюваними результатами (мікроланки з найбільшим мультиплікатором знань, R&D та пакування під ІІ); (ii) запровадити мінімальні стандарти взаємного визнання сертифікацій і процедур due

Таблиця 2

Сценарії до 2030 р. та очікувані наслідки (якісні оцінки)

Сценарій	CAPEX/ обладнання	Частки у foundry (передові вузли)	Регуляторні ризики	Очікуваний темп ринку
S1 Friend-shoring+	Високі 25–27, далі нормалізація	Домінування TSMC зберігається	Середні↑ (міграція ланцюгів)	Високий 25–27, помірний далі
S2 Пари-тет	Стійкі, координовані	Помірна деконцентрація	Низькі/середні (узгодження правил)	Траєкторія до ~$1 трлн у 2030
S3 Фраг-ментація 2.0	Високі, але неефективні	Локальні «острови»	Високі (розрив стандартів)	Нижче бази, витрати ростуть

Джерело: [15]

diligence із США, ЄС, Японією та Республікою Корея, щоб зменшити транзакційні витрати без послаблення контролю; (iii) прив'язати кризові механізми до індикаторів TTR/TTS для критичних вузлів, щоб у пікові збої активувати пріоритетні серії. Для бізнесу: будувати портфельну стійкість – формальний мультісорсинг матеріалів і OSAT, «гнучкі» квоти по вузлах, планові перевірки ланцюгів EDA/IP та кібергігієну постачальників другого/третього рівня. Для академічної та аналітичної спільноти: уніфікувати публічний набір мінімальних показників моніторингу (концентрація вузьких місць, доступ до обладнання/EDA, запаси й відновлюваність), щоб зменшити асиметрію інформації між державою та галуззю.

Отже, «нова промислова політика» працює тоді, коли вона умовна, координована і вимірювана. За такої архітектури довіри ринок має шанс утримати високу траєкторію попиту (ІІ, дата-центри, автоелектроніка), не руйнуючи глобальну спеціалізацію – ключову передумову технологічного прогресу в напівпровідниках.

Висновки. Глобальний ринок мікрочипів входить у фазу, де зростання визначається не стільки дешевизною виробництва, скільки інституційною здатністю керувати ризиками ланцюгів. «Нова промислова політика» та експортний контроль переформатовують доступ до критичних технологій і зміщують інвестиції. Ефективна відповідь – модель керованої стійкості: умовні стимули з guardrails, координація доступу до обладнання/EDA між союзниками, прозорість постачань (SBOM, аудит OSAT/матеріалів), контрактний мультісорсинг і кризові плейбуки на основі TTR/TTS. Для відкритих і перехідних економік пріоритет – таргетована локалізація «ланок з мультиплікатором» без руйнування глобальної спеціалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. 2025 State of the U.S. Semiconductor Industry. Semiconductor Industry Association. URL: https://www.semiconductors.org/2025-state-of-the-u-s-semiconductor-industry/ (дата звернення: 10.09.2025).

2. 2025 Tax Revision Bill. Ministry of Economy and Finance (Republic of Korea). URL: https://english.moef.go.kr/pc/selectTbPressCenterDtl.do?boardCd=N0001&seq=6221 (дата звернення: 10.09.2025).

3. European Chips Act. European Commission. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_en (дата звернення: 20.09.2025).

4. Farrell H., Newman A. Wea ponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion. *International Security.* 2019. № 44(1). P. 42–79. https://doi.org/10.1162/isec_a_00351

5. Global Semiconductor Market show continued growth in Q2 2025. World semiconductor trade statistics. URL: https://www.wsts.org/76/Recent-News-Release (дата звернення: 10.09.2025).

6. Haramboure A., Guilhoto J., Legendre S., Samek L. Vulnerabilities in the Semiconductor Supply Chain. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers.* 2023. № 5. https://dx.doi.org/10.1787/6bed616f-en

7. Hillrichs D., Wölfl A. Complexities and Dependencies in the Global Semiconductor Value Chain. *EconPol Policy Report.* 2025. Vol. 9. № 54. URL: https://www.ifo.de/DocDL/EconPol-PolicyReport_54_Global_Semiconductor_Value _Chain_0.pdf (дата звернення: 10.09.2025).

8. Honcharenko V., Panteleimonenko A., Pozhar A., & Stetsenko V. Cooperatives in IT sector: theoretical and practical aspects. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences.* 2019. Vol. 7(2). P. 597–607. DOI: https://doi.org/10.21533/pen.v10.i1.570

9. Implementation of Additional Export Controls: Certain Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items. Federal Register. URL: https://www.federalregister.gov/documents/2022/10/13/2022-21658/implementation-of-additional-export-controls-certain-advanced-computing-and-semiconductor (дата звернення: 10.09.2025).

10. Japan approves extra ¥590 billion in aid to chip startup Rapidus. The Japan Times. URL: https://www.japantimes.co.jp/business/2024/04/02/companies/japan-rapidus-more-subsidy/ (дата звернення: 10.09.2025).

11. Kleinhans J. P., Nieves M. A., Romaniega Sancho S., van de Put C. É. Mapping the Semiconductor Value Chain. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers.* 2025. № 182. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/06/mapping-the-semiconductor-value-chain_5ba52971/4154cdbf-en.pdf (дата звернення: 10.09.2025).

12. METI (Japan). Press Conference by Minister Saito – Rapidus additional support. 02.04.2024. URL: https://www.meti.go.jp/english/speeches/press _conferences/2024/0402001.html (дата звернення: 10.09.2025).

13. Reuters. China, South Korea, Taiwan to spend most on chip equipment 2025–2027, industry body says. Rueters. URL: https://www.reuters.com/technology/china-south-korea-taiwan-spend-most-chip-equipment-2025-2027-industry-body-says-2024-09-26/ (дата звернення: 10.09.2025).

14. Vicens A.J. China-linked hackers target Taiwan's chip industry with increasing attacks, researchers say. Reuters. URL: https://www.reuters.com/sustainability/boards-policy-regulation/china-linked-hackers-target-taiwans-chip-industry-with-increasing-attacks-2025-07-16/ (дата звернення: 10.09.2025).

15. WSTS Semiconductor Industry Forecast. World Semiconductor Trade Statistics. URL: https://www.wsts.org/61/Forecasts (дата звернення: 10.09.2025).

16. WSTS Semiconductor Market Forecast Spring 2025. World semiconductor trade statistics. URL: https://www.wsts.org/76/103/WSTS-Semiconductor-Market-Forecast-Spring-2025 (дата звернення: 10.09.2025).

17. Гончаренко В. В. Основи діяльності кооперативних організацій: зарубіжний та вітчизняний досвід. Презентація / В. В. Гончаренко, А. О. Пантелеймоненко. Полтава : ПУЕТ, 2012. 60 с. URL: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/5207 (дата звернення: 10.09.2025).

18. Гончаренко В. В., Пантелеймоненко А. О. та ін. Сільськогосподарські обслуговуючі кооперативи. Практичний посібник. 2001. К. : Урожай. 290 с. URL: http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/5205/1/2001-Gonch-10.pdf (дата звернення: 10.09.2025).

REFERENCES:

1. 2025 State of the U.S. Semiconductor Industry. Semiconductor Industry Association. Available at: https://www.semiconductors.org/2025-state-of-the-u-s-semiconductor-industry/ (accessed September 10, 2025).

2. 2025 Tax Revision Bill. Ministry of Economy and Finance (Republic of Korea). Available at: https://english.moef.go.kr/pc/selectTbPressCenterDtl.do?boardCd=N0001&seq=6221 (accessed September 10, 2025).

3. European Chips Act. European Commission. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_en (accessed September 20, 2025).

4. Farrell H., Newman A. (2019) Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion. *International Security,* 44(1), pp. 42–79. DOI: https://doi.org/10.1162/isec_a_00351

5. Global Semiconductor Market Shows Continued Growth in Q2 2025. World Semiconductor Trade Statistics (WSTS). Available at: https://www.wsts.org/76/Recent-News-Release (accessed September 10, 2025).

6. Haramboure A., Guilhoto J., Legendre S., Samek L. (2023) Vulnerabilities in the Semiconductor Supply Chain. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2023/05. DOI: https://dx.doi.org/10.1787/6bed616f-en

7. Hillrichs D., Wölfl A. (2025) Complexities and Dependencies in the Global Semiconductor Value Chain. *EconPol Policy Report*, Vol. 9, No. 54. Available at: https://www.ifo.de/DocDL/EconPol-PolicyReport_54_Global_Semiconductor _Value_Chain_0.pdf (accessed September 10, 2025).

8. Honcharenko, V., Panteleimonenko, A., Pozhar, A., & Stetsenko, V. (2019) Cooperatives in IT sector: theoretical and practical aspects. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, vol. 7(2), pp. 597–607. DOI: https://doi.org/10.21533/pen.v10.i1.570.

9. Implementation of Additional Export Controls: Certain Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items. Federal Register (Final Rule, 13 Oct 2022). Available at: https://www.federalregister.gov/documents/2022/10/13/2022-21658/implementation-of-additional-export-controls-certain-advanced-computing-and-semiconductor (accessed September 10, 2025).

10. Japan approves extra ¥590 billion in aid to chip startup Rapidus. The Japan Times. Available at: https://www.japantimes.co.jp/business/2024/04/02/ companies/japan-rapidus-more-subsidy (accessed September 10, 2025).

11. Kleinhans J.-P., Nieves M. A., Romaniega Sancho S., van de Put C.-É. (2025) Mapping the Semiconductor Value Chain. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, no. 182. Available at: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/06/mapping-the-semiconductor-value-chain_5ba 52971/4154cdbf-en.pdf (accessed September 10, 2025).

12. METI (Japan). Press Conference by Minister Saito – Rapidus additional support. 02.04.2024. Available at: https://www.meti.go.jp/english/speeches/press _conferences/2024/0402001.html (accessed September 10, 2025).

13. China, South Korea, Taiwan to spend most on chip equipment 2025–2027, industry body says. Reuters. Available at: https://www.reuters.com/technology/china-south-korea-taiwan-spend-most-chip-equipment-2025-2027-industry-body-says-2024-09-26/ (accessed September 10, 2025).

14. Vicens A. J. China-linked hackers target Taiwan's chip industry with increasing attacks, researchers say. Reuters. Available at: https://www.reuters.com/sustainability/boards-policy-regulation/china-linked-hackers-target-taiwans-chip-industry-with-increasing-attacks-2025-07-16/ (accessed September 10, 2025).

15. WSTS Semiconductor Industry Forecasts – methodology and releases. World Semiconductor Trade Statistics (WSTS). Available at: https://www.wsts.org/61/Forecasts (accessed September 10, 2025).

16. WSTS Semiconductor Market Forecast – Spring 2025. World Semiconductor Trade Statistics (WSTS). Available at: https://www.wsts.org/76/103/WSTS-Semiconductor-Market-Forecast-Spring-2025 (accessed September 10, 2025).

17. Honcharenko V. V., Panteleimonenko A. O. (2012) Osnovy diial'nosti kooperatyvnykh orhanizatsii: zarubizhnyi ta vitchyznianyi dosvid [Fundamentals of Cooperative Organizations: Foreign and Domestic Experience]. Presentation. Poltava: PUET, 60 p. Available at: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/5207 (accessed September 10, 2025).

18. Honcharenko V. V., Panteleimonenko A. O., et al. (2021) Sil's'kohospodars'ki obsluhovuiuchi kooperatyvy. Praktychnyi posibnyk [Agricultural Service Cooperatives. Practical Manual]. Kyiv: Urozhai, 290 p. Available at: http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/5205/1/2001-Gonch-10.pdf (accessed September 10, 2025).