

## **КВАНТОВА ПЕРЕВАГА ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ ВЛАСНИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ РИНКІВ У КОНТЕКСТІ МІЖНАРОДНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН**

**Андрусик Владислав Віталійович**

*аспірант кафедри міжнародної економіки,  
Київський національний економічний університет  
імені Вадима Гетьмана*

Напівпровідникова індустрія є фундаментальною опорою сучасної глобальної економіки та технологічного прогресу, пронизуючи практично всі сфери життя. Її критична роль робить напівпровідники ключовим рушієм економічної потужності та національної безпеки для багатьох країн [2]. Глобальні продажі напівпровідників досягли \$627.6 мільярда у 2024 році, демонструючи значне зростання, що підкреслює її стратегічну важливість у міжнародному вимірі [1].

Паралельно, розвиток квантових технологій обіцяє нову обчислювальну революцію. «Квантова перевага» (Quantum Advantage) – здатність квантового комп'ютера розв'язати реальну проблему швидше, ніж класичний – має потенціал для глибокої трансформації матеріалознавства, оптимізації ланцюгів постачання та кібербезпеки [4;5]. Для України, яка активно формує свою Національну стратегію розвитку напівпровідникової промисловості та гармонізує законодавство з Європейським Актом про чіпи, інтеграція квантових технологій є актуальною [3]. Ця доповідь аналізує, як квантова перевага може стати ключовим чинником для стимулювання розвитку власного напівпровідникового ринку України та зміцнення її позицій у міжнародних економічних відносинах.

Світовий напівпровідниковий ринок є одним з найбільш динамічних та стратегічно важливих секторів глобальної економіки, що перебуває в епіцентрі міжнародної конкуренції та геополітичних стратегій. Загальний обсяг продажів у 2024 році досяг \$627.6 мільярда, з прогнозованим двозначним зростанням у 2025 році [1]. Регіональна динаміка продажів у 2024 році показала зростання в Північній та Південній Америці (44.8%), Китаї (18.3%) та Азійсько-Тихоокеанському регіоні (12.5%), тоді як у Японії (-0.4%) та Європі (-8.1%) відбулося зниження [1]. Провідними гравцями є TSMC, Samsung, Intel, ASML та SMIC [3;6;5]

У відповідь на зростаюче стратегічне значення напівпровідників, провідні країни активно впроваджують національні ініціативи та здійснюють значні інвестиції, прагнучи до технологічного суверенітету та посилення національної безпеки. США виділили \$52.7 мільярда через

“CHIPS Act of 2022” для відновлення промисловості та зменшення залежності від іноземних ланцюгів постачання, що вже призвело до багатомільярдних інвестицій від Intel, TSMC та Samsung [3]. ЄС ухвалив “European Chips Act” з метою мобілізації €43 мільярда до 2030 року для подвоєння своєї частки на світовому ринку [3]. Китай також активно розвиває власне виробництво, а його компанія SMIC вже розробила 7-нанометрові чіпи. Ці ініціативи підкреслюють зростаючий геополітичний пріоритет напівпровідників та квантових технологій.

Близько 75% світових виробничих потужностей напівпровідників зосереджено у Східній Азії, що робить глобальний ланцюг постачання надзвичайно вразливим до збоїв та є причиною зростання напруженості між США та Китаєм [2]. США запроваджують санкції та експортні обмеження на китайську напівпровідникову та квантову промисловість, посиляючись на загрози національній безпеці, зокрема використання цивільних технологій для військових цілей. Розвиток ШІ та 5G для військових цілей значною мірою залежить від передових напівпровідникових чіпів, що робить їх ключовим об’єктом геополітичної конкуренції. Для України це означає, що розвиток власного напівпровідникового ринку через квантову перевагу є стратегічною необхідністю для зміцнення суверенітету та інтеграції в безпечніші та більш стійкі глобальні ланцюги постачання. Висока концентрація виробництва напівпровідників у Східній Азії у поєднанні з геополітичною нестабільністю робить диверсифікацію ланцюгів постачання критично важливою для глобальної економічної стабільності [2; 6]. Квантові обчислення, здатні оптимізувати логістику та прогнозувати дефіцит матеріалів, стають ключовим інструментом для підвищення стійкості ланцюгів постачання. Це створює вікно можливостей для України, щоб позиціонувати себе як надійного партнера в нових, більш стійких глобальних ланцюгах постачання, сприяючи їх географічній диверсифікації.

Квантова перевага має потенціал для глибокої трансформації напівпровідникової промисловості, революціонізуючи як проєктування, так і виробництво чіпів, що безпосередньо впливає на міжнародні економічні відносини та конкурентоспроможність. «Квантова перевага» – це здатність квантового комп’ютера розв’язати *реальну проблему* швидше, ніж класичний, що має пряму комерційну та стратегічну цінність, на відміну від «квантової переваги», яка фокусується на штучних проблемах [4]. Це зміщує фокус інвестицій на практичні застосування. Застосування квантових алгоритмів у технологічному комп’ютерному дизайні (TCAD) відкриває нові перспективи для моделювання напівпровідникових пристроїв з безпрецедентною точністю та ефективністю, що є критично важливим

для розробки наступних поколінь компонентів та отримання конкурентної переваги.

Крім того, квантові алгоритми дозволяють моделювати процеси виготовлення на атомному рівні, зменшуючи помилки та підвищуючи ефективність виробництва, включаючи оптимізацію глобальних ланцюгів постачання. Інтеграція технології квантових точок (QD) з системами виявлення дефектів літографії суттєво покращує процеси виготовлення напівпровідників, зменшуючи втрати врожайності. Квантові обчислення відіграють вирішальну роль у матеріалознавстві, прискорюючи ідентифікацію нових напівпровідникових матеріалів з бажаними властивостями, зменшуючи залежність від дорогих фізичних експериментів [5]. Напівпровідникові технології є фундаментальними для розробки апаратного забезпечення квантових обчислень, зокрема CMOS-орієнтованих квантових комп'ютерів, що підкреслює тісний взаємозв'язок між двома галузями. Якщо квантові технології дозволять значно покращити дизайн та виробництво, це може знизити бар'єри входу для нових гравців на ринку, дозволяючи країнам «перестрибувати» проміжні етапи розвитку та зосередитися на квантово-оптимізованих процесах [5].

Україна володіє значними ресурсами та науковим потенціалом, які можуть стати основою для розвитку власного напівпровідникового ринку та її інтеграції у глобальні ланцюги постачання. Країна має суттєві поклади рідкоземельних металів (оцінка \$3-11.5 трільйонів), критично важливих для виробництва мікročіпів, що позиціонує Україну як потенційну «сировинну наддержаву» [7]. До війни Україна також була ключовим постачальником неону (до 54% світового ринку), необхідного для лазерів у виробництві чіпів. Хоча ці підприємства наразі не функціонують, їхній стратегічний потенціал залишається значним для міжнародного ринку. Україна також має добре розвинену систему підготовки інженерно-технічного персоналу [7].

Міністерство цифрової трансформації України відіграє провідну роль у розробці Національної стратегії розвитку напівпровідникової промисловості та гармонізації законодавства з Європейським Актом про чіпи, залучаючи міжнародну підтримку. В умовах глобальної «чіпової гонки» та диверсифікації ланцюгів постачання, Україна може використати квантову перевагу не для наздоганяння у традиційних процесах, а для «стрибка» до спеціалізації у високотехнологічних нішах, таких як розробка нових матеріалів, оптимізація дизайну або тестування, подібно до моделі В'єтнаму. Відновлення та модернізація виробництва неону, можливо, з використанням квантово-оптимізованих процесів, може не тільки відновити ключовий елемент глобального ланцюга постачання, а й позиціонувати Україну як інноваційного гравця. Зосередження на квантовій перевазі може привабити значні міжнародні

інвестиції та партнерства, включаючи передачу технологій та експертизи, що є критично важливим для країни, яка відновлюється після війни [7].

Квантова перевага є потужним інструментом, здатним трансформувати напівпровідникову промисловість на всіх етапах, що набуває особливого значення в контексті глобальної геополітичної конкуренції та прагнення до технологічного суверенітету. Україна має унікальні передумови для розвитку власного напівпровідникового ринку, включаючи значні сировинні ресурси, науковий потенціал та кваліфікований людський капітал. Квантова перевага може стати ключовим фактором для «стрибкового» розвитку України у високотехнологічних нішах, дозволяючи їй інтегруватися у безпечніші та стійкіші глобальні ланцюги постачання.

Для цього необхідні цільові інвестиції в квантові R&D центри, активний розвиток людського капіталу, розширення міжнародної співпраці (зокрема з ЄС), стимулювання локалізації виробництва та досліджень, відновлення критичних сировинних виробництв та створення сприятливої інноваційної екосистеми.

#### **Список використаних джерел:**

1. Global Semiconductor Sales Increase 19.1% in 2024; Double-Digit Growth Projected in 2025. (2025, February 7). *Semiconductor Industry Association*. URL: <https://www.semiconductors.org/global-semiconductor-sales-increase-19-1-in-2024-double-digit-growth-projected-in-2025/>
2. Government Incentives and US Competitiveness in Semiconductor Manufacturing. (2020, September). *Semiconductor Industry Association*. URL: <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2020/09/Government-Incentives-and-US-Competitiveness-in-Semiconductor-Manufacturing-Sep-2020.pdf>
3. Chips Act | U.S. Semiconductor Legislation and Policies. (n.d.). *European Chips Act*. URL: [https://www.european-chips-act.com/USA\\_Semiconductor\\_Legislation.html](https://www.european-chips-act.com/USA_Semiconductor_Legislation.html)
4. The Relationship between US-China Semiconductor Friction and US National Security: A Realism Perspective. (n.d.). *Obrana a Strategie*. URL: <https://www.obranaastrategie.cz/filemanager/files/3702116.pdf>
5. What is Quantum Advantage. (n.d.). *QuEra Computing*. URL: <https://www.quera.com/glossary/advantage>
6. Impact of Quantum Computing on Semiconductor Manufacturing. (n.d.). *Source-EP*. URL: <https://www.source-ep.com/impact-of-quantum-computing-on-semiconductor-manufacturing/>
7. Участь у наукових проєктах в цій сфері вітчизняних наукових інституцій з перспективою застосування наукових розробок і при локалізації виробництв в Україні. (n.d.). *IEF Prompolit*. URL: <https://sites.google.com/site/iefprompolit/analitika/26>