

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИНГУЛЯРНОСТІ НА ЕКОНОМІКУ УКРАЇНИ

Опанасюк Віталій Віталійович

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки, підприємства, менеджменту
Київський міжнародний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6569-9738>

Могилевська Ольга Юріївна

доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри економіки, підприємництва, менеджменту
Київський міжнародний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8482-7950>

Бандура Володимир Мирославович

глобальний амбасадор
Університет Сингулярності (Кремнієва долина), США
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9371-4523>

Анотація. У статті розглянуто феномен технологічної сингулярності як ключовий фактор глобальних економічних трансформацій. Показано, що стрімкий розвиток штучного інтелекту, роботизації та автоматизації виробництва радикально змінює структуру економіки, зайнятість і конкурентоспроможність країн. Особлива увага приділяється Україні, яка стикається із подвійним викликом – воєнними наслідками та необхідністю інтеграції до світової економіки в умовах експоненціального технологічного зростання. У роботі визначено можливі позитивні ефекти сингулярності (зростання продуктивності, розвиток ІТ, підвищення ролі R&D) та ризики (масове безробіття, посилення соціальної нерівності, залежність від іноземних технологій). Запропоновано шляхи нейтралізації ризиків: інвестиції у науку й освіту, формування національної стратегії розвитку ШІ, міжнародну співпрацю. Доведено, що адаптація України до умов сингулярності є критичною передумовою для сталого економічного розвитку та збереження конкурентоспроможності.

Ключові слова: технологічна сингулярність, штучний інтелект, економіка України, інновації, глобалізація, макроекономічні ризики.

Актуальність проблеми. Економічна сингулярність як прогностичний неминучий момент, коли у часі перетинаються графіки експоненціального зростання кількості жителів планети, зростання складності технологій та похідних економічних процесів, стає дедалі актуальнішим у контексті глобальних економічних трансформацій та їх впливу на всі аспекти функціонування людства. Для України, країни з потужним накопиченим геополітичним потенціалом та викликами, пов'язаними з війною та інтеграцією в глобальну економіку, ця тема набуває стратегічного значення. Сингулярність не лише змінює виробничі процеси, але й впливає на зайнятість, інновації, конкурентоспроможність та екзистенціальність країни. У умовах глобалізації, де Україна прагне до інтеграції та кооперації в світові ринки, шукаючи свою спеціа-

лізацію, свою незамінну цінність, підготовка до таких змін є ключовою для стійкого розвитку. Дослідження цієї теми дозволяє оцінити ризики та можливості, сприяючи формуванню державної політики, промислової та соціальної політик, спрямованої на адаптацію економіки до майбутніх викликів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Концепція технологічної сингулярності була вперше сформульована Вернором Вінджем у 1993 році в есе "The Coming Technological Singularity", де він передбачав, що швидкий розвиток технологій і, зокрема, штучного інтелекту призведе до непередбачуваних змін у суспільстві [1]. Рей Курцвейл у книзі "The Singularity Is Near" (2005) популяризував ідею інтегрованої сингулярності, прогнозуючи сингулярність до 2045 року, коли нанотехнології та штучний інте-



лект радикально трансформують економіку та суспільство [2]. Економіст Роберт Гордон у своїх працях вказує на уповільнення економічного зростання після 1970-х років, ставлячи під сумнів можливість сингулярності через обмеження в технологічному прогресі [3]. Нік Бостром у "Superintelligence" (2014) аналізує ризики, пов'язані з надлюдським інтелектом, підкреслюючи етичні та економічні імплікації. У контексті глобалізації сингулярність розглядається як фактор, що посилює нерівність, як зазначає Вільям Нордхаус у дослідженні 2021 року [4]. Володимир Бандура, глобальний амбасадор Singularity University визначає головний глобальний тренд у майже всіх секторах економіки – це їхня цифровізація. Перший крок – збір величезної кількості даних за допомогою мільярдів сенсорів, камер, мікросупутників. Наступний крок – обробка та прийняття рішень. Точне оперативне знання мільярдів реальних великих і малих фактів суттєво змінить економіку [5]. У своїх дослідженнях вчені приходять до висновку, що впровадження ШІ у фінансовому секторі радикально вплине на ролі робочих місць та моделі зайнятості, перебудовуючи ринок праці шляхом зміни вимог до навичок та структури зайнятості [6].

Для України ці роботи актуальні, оскільки вказують на необхідність адаптації до глобальних тенденцій, де цифрова економіка та цифрові технології можуть стати ключем до українського економічного дива [17].

Технологічна сингулярність – це теоретично доведений відрізок часу, коли технологічний прогрес стає некерованим призводячи до радикальних змін в економіці та суспільстві [7]. Ця концепція охоплює наукову, виробничу технологічну та соціальні сфери, де зростання та зміни стають експоненціальними та резонуючими, що випробовують міцність накопичених та сталих теорій та навіть соціальних стандартів. Термін «сингулярність» походить від математичної сингулярності, де функція прямує до нескінченності.

Історія дослідження починається з 1950-х років, коли вчені, як Джон фон Нейман, обговорювали потенціал машинної інтелекту [8]. У 1993 році Вернор Віндж формалізував ідею, прогнозуючи сингулярність до 2030 року [1]. З 2000-х років тема стала предметом широких дебатів, з ключовими роботами Курцвейла та Бострома.

Дослідники, що математично довели неминучість настання «експоненціального вузла» – сингулярності, включають Курцвейла (Google), Вінджа (письменник-футуролог), Бострома (Оксфордський університет), а також організації як DeepMind і OpenAI, які вивчають виробничу сингулярність – автоматизацію виробництва.

Для даного дослідження використовувались інструменти Goole, Grok, Open AI, Gemini для пошукових цілей та логічного зв'язку винайденної інформації; ідея, мета, цілі, загальна логіка дослідження авторські.

Мета цієї статті – визначити місце та роль України в умовах наближення технологічної сингулярності, яка передбачає експоненціальний розвиток штучного інтелекту та технологій, що радикально трансформують глобальну економіку, соціум і демографію. Дослідження спрямоване на аналіз викликів, з якими стикається Україна, зокрема скорочення населення, масова міграція та необхідність адаптації до нових реалій, таких як автоматизація праці та зміна економічних мотивів.

Дослідження прагне обґрунтувати неминучість сингулярності, спираючись на ідеї Вернора Вінджа, Рея Курцвейла, Еріка Бріньюольфссона та Ендрю МакАфі, а також звіти Римського клубу та Давоського економічного форуму. Предметом вивчення є галузеві зсуви в українській економіці (автоматизація, розвиток ІТ та зеленої енергетики), демографічні зміни (старіння суспільства, міграційні потоки) та спеціалізація на глобальному ринку (конкурентні ніші в кібербезпеці та інноваціях).

У висновках пропонується прийняти незворотні зміни, підготуватися до ризиків (втрата керованості, нерівність) та розробити проактивну програму дій: національну стратегію з ШІ, інвестиції в освіту та міжнародну кооперацію. Це дозволить Україні здобути суб'єктність у новій епосі, перетворивши виклики на можливості для сталого розвитку.

Результати дослідження. Сингулярність та всі її похідні є проявом глобалізації, де технології стирають кордони, посилюючи взаємозалежність економік [9]. Для України це означає інтеграцію в глобальні ланцюги постачань, але з ризиками залежності від іноземних технологій. Роль України у ланцюгу створення додаткової вартості та споживчої цінності з настанням сингулярності може зменшитися до другорядного або третьорядного значення, до обслуговування вторинних процесів та ненаукоємних внесків у створення вартості. Війна в Україні підкреслила вплив технологій та їх впровадження, підкреслила та довела, що новий технологічний уклад – це питання існування України у війні, а підготовка до точки сингулярності – питання виживання у недалекому майбутньому [10].

Сингулярність популяції вже наступила, сингулярність технологічна та виробнича очікується у 2030–2045 роках, політична сингулярність – 2050–2100 роки. Це неминучі процеси до яких Україна має готуватись. Позитивні наслідки періоду сингулярності: зростання ВВП через авто-

матизацію, як прогнозує Курцвейл – мільйонкратне збільшення інтелекту до 2045 року [2]. Для України – розвиток IT-сектору, нові робочі місця в AI, нові галузі, підвищення ефективності прийняття рішень у державному секторі, судової, адміністративної, економічної галузей, медицині та освіті. Різке скорочення наукового розриву.

Негативні наслідки настання синглярності для України, як і для більшості світу: масове безробіття, як у сценаріях Гордона [3], зміна балансу та економічних пропорцій галузей, зміна структури економіки. Ризики для України: втрата робочих місць у промисловості, залежність від імпорту технологій, у разі, якщо Україна не буде самостійним девелопером, посилення соціального розшарування.

Сингулярність вплине на ключові галузі України. В IT-секторі, який у 2025 році становить 4% ВВП, AI посилить експорт послуг, але це вимагає інвестицій у актуальну сфокусовану, спеціалізовану освіту [11]. Сама освіта також зміниться, де викладачами, лаборантами, контролерами, менторами та адміністраторами, а може і цілими університетами, будуть агенти AI. Сільське господарство (10% ВВП у 2025р.) трансформуватиметься через безпілотні системи та AI-аналіз, але ризикує втратою робочих місць. Промисловість (металургія, машинобудування) зіткнеться з автоматизацією, як у війні, де дрони підвищують ефективність на 80% [12]. Енергетика та транспорт також.

Машинобудування: автоматизація, роботизація виробництва за допомогою AI може підвищити ефективність на 50–70%, зменшивши витрати на робочу силу [12]. В Україні, де машинобудування становить значну частку експорту (8–10% за 2021–2025 рр.), це призведе до переходу на смарт-фабрики, але ризикує втратою робочих місць для низькокваліфікованих працівників.

Авіація: інтеграція AI в дизайн та виробництво літаків (наприклад, «Антонов») дозволить оптимізувати процеси, скоротивши час розробки на 30%–80% [13]. Позитив: зростання конкурентоспроможності; негатив: залежність від глобальних постачальників технологій та електронних компонентів.

Електроніка: розвиток AI призведе до створення розумних пристроїв, стимулюючи зростання сектору (наприклад, чіпів для IoT). Україна може стати хабом для R&D, але ризикує відставанням через брак інвестицій [11].

Космічні технології: AI в супутникових системах («Південмаш») підвищить вірогідність відновлення потенціалу підприємства в міжнародній космічній кооперації, але вимагає інвестицій в навчання, програмне забезпечення, сервери та кібербезпеку [14].

Аграрний комплекс: AI-дрони та автоматизовані системи зрошування, системи точного гео-позиціонування для поливу та внесення добрив, роботизація обробки та збору врожаю підвищать врожайність на 20–30%, але зменшать потребу в ручній праці, призводячи до масових звільнень [3].

Будівництво: роботизація (3D-друк будинків) скоротить строки на 50%, але витіснить робітників [12].

Транспорт: автономні транспортні системи (безпілотний транспорт, дрони-доставка) оптимізують логістику, але збільшать безробіття серед водіїв [13].

В той же час сингулярність може зменшити відтік кваліфікованих кадрів, якщо Україна стане технологічним хабом, але посилить міграцію низькокваліфікованих працівників через автоматизацію [10].

Рівень безробіття: прогнози вказують на зростання до 20–30% у працездатних секторах, але створення нових робочих місць в AI може частково компенсувати втрати [3].

Для ілюстрації експоненціального зростання, що веде до сингулярності, використаємо графік, заснований на законі Мура (подвоєння обчислювальної потужності кожні 2 роки), який часто асоціюється з сингулярністю. Джерело: Wikipedia (графік з статті “Technological singularity”, адаптовано з даних Рей Курцвейла) [7]. Графік показує експоненціальне зростання обчислювальної потужності (в MIPS) з 1900 року до прогнозу 2045 року.

Формульне вираження сингулярності.

Технологічна сингулярність моделюється як експоненціальне зростання за формулою:

$$V = V_0 \cdot e^{(kt)}$$

де V – проміжний рівень технологічного прогресу (наприклад, R&D витрати як % ВВП), V_0 – початкове значення технологічного прогресу,

V_x – кінцеве значення технологічного прогресу, в даному дослідженні це 2032 рік

e – основа натуральних логарифмів (≈ 2.71828),

k – коефіцієнт зростання,

t – час у роках.

Для оцінки використано дані про витрати на дослідження та розробки (R&D) як відсоток ВВП за період 2010–2023/2024 років (джерела: World Bank, OECD, національні статистичні агентства). Розрахунки базуються на логарифмічній апроксимації для визначення k як середньорічного темпу зростання.

Ця не складна формула показує порівняння деяких країн, наприклад, Україна, США, Китай, Японія

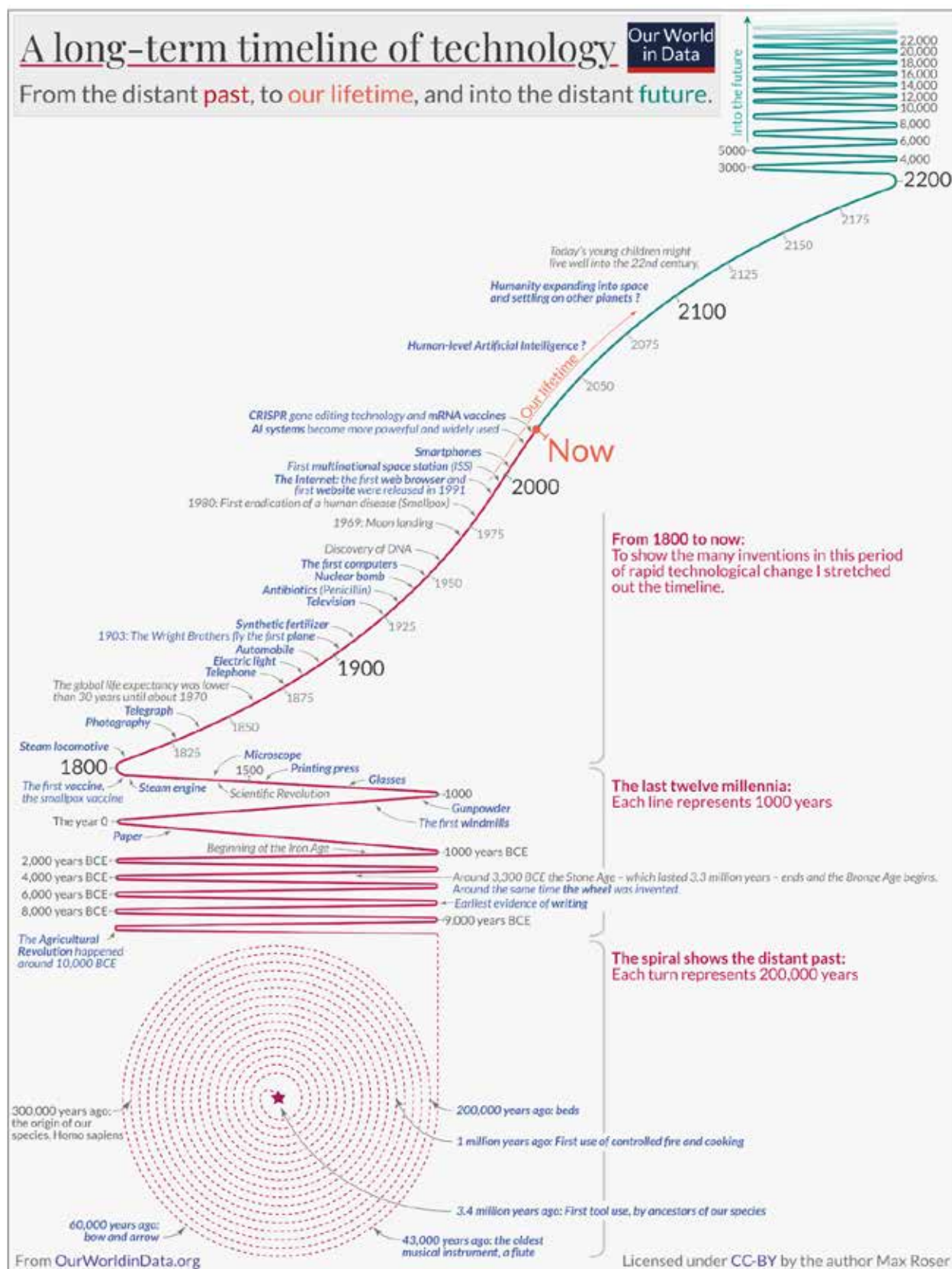


Рис. 1. Графік технологічної сингулярності

Джерело: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/A_long-term_timeline_of_technology%2C_OWID.png

Розрахунки:

1. США:

- $V_0 = 2.74\%$ (2010),
- $V = 3.47\%$ (2022),
- $t = 12t = 12t = 12$ років,
- $k = \ln(V/V_0)t = \ln(3.47/2.74)12 \approx 0.0197$ $k = (1.97\%$ на рік на проміжку 2010–2022 роки),
- Прогноз на $t = 10$ років (2032):
- Прогноз V_x для США на 2032 рік $= 2.74 \cdot e^{0.0197 \cdot 10} \approx 3.34\%$ $V \approx 3.34\%$.

2. Китай:

- $V_0 = 1.76\% = 1.76\%$ (2010),
- $V = 2.55\%$ (2023, за оцінками National Bureau of Statistics of China),
- $t = 13t = 13$ років,
- $k = \ln(2.55/1.76)13 \approx 0.0315$ $k \approx 0.0315$ (3.15% на рік),
- Прогноз V_x для Китаю на $t = 10t = 10t = 10$ років (2033):
- $V_x = 1.76 \cdot e^{0.0315 \cdot 10} \approx 2.88\%$.

3. Японія:

- $V_0 = 3.29\%$ (2010),
- $V = 3.31\%$ (2022, за даними OECD),
- $t = 12$ років,
- $k = \ln(3.31/3.29)12 \approx 0.0005$ $k \approx 0.0005$ (0.05% на рік),
- Прогноз V_x для Японії на $t = 10$ років (2032):
- $V = 3.29 \cdot e^{0.0005 \cdot 10} \approx 3.30\%$ $V \approx 3.30\%$.

4. Україна (для порівняння):

- $V_0 = 0.75\%$ (2010),
- $V = 0.33\%$ (2023),
- $t = 13$ років,
- $k = \ln(0.33/0.75)13 \approx -0.063$ $k \approx -0.063$ (-6.3% на рік),
- Прогноз V_x для України на $t = 10$ років (2033):
- $V = 0.75 \cdot e^{-0.063 \cdot 10} \approx 0.40\%$.

Не складно зробити наступні шокуючі та драматичні висновки: Україна, яка мала від'ємний індекс технологічного зростання все ж таки виходить на позитивне зростання, проте воно в 5–10 раз нижче, ніж Японія, Китай та США. Без зміни науково-технологічного укладу України в стані розвитку буде продовжувати нарощувати науково-технологічну прірву між країнами, що взяті для аналізу у цьому дослідженні.

Ці розрахунки ілюструють, як k визначає наближення до технологічної сингулярності: позитивне k (США, Китай) прискорює експоненціальне зростання, наближаючи до «горизонту подій», де інновації самопідтримуються, самостворюються та можуть вийти за межі розуміння та контролю людством.

Для Японії низьке k означає «плоский» прогрес, а для України негативне – реверс, де економіка стискається, як чорна діра, поглинаючи потенціал. Це технологічна драма для Укра-

їни. США та Китай – економічні та технологічні зірки, Японія – стабільний економічний пульсар, а Україна – комета, що віддаляється від сонця прогресу, ризикуючи зникнути в холоді відставання. Якщо не змінити траєкторію – через масові інвестиції в R&D (до 2–3% ВВП) та міжнародні множинні альянси – сингулярність стане не шансом, а вироком для України, перетворюючи її на периферію в світі, де AI визначає долі націй.

Момент настання інтегрованої сингулярності несе значні макроекономічні ризики для України, особливо в умовах війни, повоєнного відновлення та на шляху скорочення відставання від глобальних лідерів. Дане дослідження підводить до 10 ключових ризиків:

1. Технологічний ризик: залежність від імпорту AI-технологій з Китаю, Європи чи США, що може призвести до технологічної блокади [14]. Нейтралізація: Розробка національної програми імпортозаміщення через державні інвестиції в локальні AI-стартапи та партнерства з ЄС. Участь в інтернаціональних проектах із правом використання результатів розробок або досліджень.

2. Виробничий ризик: автоматизація витіснить 20–30% робочих місць у промисловості, призводячи до структурного безробіття [3]. Нейтралізація: Введення програм перекваліфікації через державно-приватне партнерство, з фокусом на AI-навички.

3. Науковий ризик: відставання в R&D через низькі інвестиції (0.33% ВВП), що зробить Україну сировинним придатком [2]. Нейтралізація: Збільшення фінансування наукових грантів до 1% ВВП та створення у кооперації з різними стейкхолдерами інтернаціональних AI-лабораторій.

4. Оборонний ризик: AI в кібервійні посилить вразливість, як у поточній війні з Росією [12]. Нейтралізація: Інтеграція AI в оборонну стратегію з акцентом на кібербезпеку та міжнародні альянси.

5. Міграційний ризик: відтік молодих спеціалістів (brain drain) зростає через кращі можливості за кордоном [10]. Нейтралізація: Програми репатріації з податковими пільгами та грантами для молоді.

6. Трудовий ризик: зростання безробіття до 20–30% в працездатних секторах через автоматизацію [3]. Нейтралізація: Введення універсального базового доходу або субсидій для перехідного періоду.

7. Економічний ризик: посилення нерівності, де AI збагачує еліту, а маси біднішають [4]. Нейтралізація: Прогресивне оподаткування AI-компаній для фінансування соціальних програм.

8. Фінансовий ризик: залежність від іноземних інвестицій в AI, що може призвести до боргової кризи [9]. Нейтралізація: Створення суверенних фондів для інвестицій в технології.

9. Екологічний ризик: AI-оптимізоване виробництво може посилити забруднення через швидке зростання [7]. Нейтралізація: Зелені стандарти для AI-проектів з фокусом на сталі розвиток.

10. Соціальний ризик: розрив поколінь через швидкі зміни, посилюючи політично-соціальну нестабільність [11]. Нейтралізація: Освітні кампанії та діалог влади з молоддю для інклюзивної політики.

11. Політичний ризик: викривлення результатів виборів, маніпулювання за допомогою AI-агентів, що призведе до передачі влади політикам без політичного досвіду або із досвідом без досягнень, які називають себе лідерами [16]. Це підкреслює, що без нейтралізації ризиків технологічна сингулярність може започаткувати політичний хаос в Україні.

Висновки.

1. Технологічна сингулярність є невід'ємним елементом глобалізації, що вимагає від України

активної адаптації для уникнення технологічної залежності та посилення конкурентоспроможності в IT-секторі.

2. Позитивні наслідки сингулярності, такі як зростання продуктивності в наукоємних галузях (машинобудування, авіація), можуть стимулювати експорт, але потребують інвестицій у освіту та R&D.

3. Негативні ефекти, зокрема масове безробіття в працездатних секторах (аграрний комплекс, будівництво), загрожують соціальною стабільністю, тому необхідні програми перекваліфікації.

4. Міграційні та трудові ризики, як відтік мізків і зростання безробіття до 20–30%, можуть бути нейтралізовані через репатріацію та універсальний базовий дохід.

5. Оборонні та екологічні ризики вимагають інтеграції AI в національну стратегію з акцентом на кібербезпеку та сталі розвиток.

6. Загалом, сингулярність пропонує можливості для перетворення України на технологічний хаб, але без стратегічної підготовки посилить нерівність і залежність від глобальних гравців.

Бібліографічний список:

1. Vinge V. The Coming Technological Singularity. URL: <https://edoras.sdsu.edu/~vinge/misc/singularity.html>
2. Kurzweil R. The Singularity Is Near. 2024. Duckworth Overlook, 672 p.
3. Gordon R.J. The Rise and Fall of American Growth. 2017. 784 p.
4. Nordhaus W.D. The Singularity. *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2021. Vol. 13, № 1. pp. 299–332. DOI: <https://doi.org/10.1257/mac.20170105>
5. 8 технологічних революцій України. Революція шоста: штучний інтелект. URL: <https://techiiia.com/ua/news/8-tehnologichnih-revolyucij-ukrayini-revolyuciya-shosta-shtuchnij-intelekt>
6. Havryk A., Nazarova T. Artificial intelligence and its role in the labor market and financial sector itself: US point of view. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2024. Vol. 3. Is. 3. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20240303.01>
7. Wikipedia. Technological singularity. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Technological_singularity
8. von Neumann J. Theory of Self-Reproducing Automata. Urbana and London: University of Illinois Press, 1966. 25 p.
9. CEPR. How the war in Ukraine may reshape globalisation. URL: <http://cepr.org/voxeu/columns/how-war-ukraine-may-reshape-globalisation>
10. CSIS. Ukraine's Future Vision and Current Capabilities for Waging AI-Enabled Autonomous Warfare. URL: <https://www.csis.org/analysis/ukraines-future-vision-and-current-capabilities-waging-ai-enabled-autonomous-warfare>
11. Atlantic Council. Ukraine's vibrant tech ecosystem is a secret weapon in the war with Russia. URL: <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/ukraines-vibrant-tech-ecosystem-is-a-secret-weapon-in-the-war-with-russia/>
12. Red Team Analysis Society. AI at War (1) – Ukraine. URL: <https://redanalysis.org/2024/04/08/ai-at-war-1-ukraine/>
13. Forbes. The End Of Work: The Consequences Of An Economic Singularity. URL: <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/02/17/the-end-of-work-the-consequences-of-an-economic-singularity/>
14. DCO. AI Singularity. URL: <https://dco.org/wp-content/uploads/2025/03/AI-Singularity-Navigating-Implications-and-Framing-Strategic-Recommendations.pdf>
15. EBSCO Research Starters. Technological singularity. URL: <https://www.ebsco.com/research-starters/computer-science/technological-singularity>
16. Опанасюк В. Здоровий глузд програв – сучасна політична сингулярність. URL: <https://sensor.net/ru/blogs/3562937/zdorovyyi-gluzd-prograye-suchasna-politychna-syngulyarnist>
17. Могилевська О.Ю., Слободяник А.М., Сідак І.В. Вплив штучного інтелекту на українську і міжнародну економіку. *Київський економічний науковий журнал*. 2023. №1. С. 45–52. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-765X/2023-1-6>

References:

1. Vinge V. The Coming Technological Singularity. Available at: <https://edoras.sdsu.edu/~vinge/misc/singularity.html>
2. Kurzweil R. The Singularity Is Near. 2024. Duckworth Overlook, 672 p.
3. Gordon R.J. The Rise and Fall of American Growth. 2017. 784 p.
4. Nordhaus W.D. (2021) The Singularity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 13, no. 1, pp. 299–332. DOI: <https://doi.org/10.1257/mac.20170105>
5. 8 tekhnologichnykh revoliutsii Ukrainy. Revoliutsiia shosta: shtuchnyi intelekt [8 technological revolutions of Ukraine. Revolution Six: Artificial Intelligence]. Available at: <https://techiia.com/ua/news/8-tehnologichnih-revolyucij-ukrayini-revolyuciya-shosta-shtuchnij-intelekt>
6. Havryk A., Nazarova T. (2024) Artificial intelligence and its role in the labor market and financial sector itself: US point of view. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, vol. 3, iss. 3, pp. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.46299/j.isjmfef.20240303.01>
7. Wikipedia. Technological singularity. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Technological_singularity
8. von Neumann J. (1966) Theory of Self-Reproducing Automata. Urbana and London: University of Illinois Press, 25 p.
9. CEPR. How the war in Ukraine may reshape globalisation. Available at: <http://cepr.org/voxeu/columns/how-war-ukraine-may-reshape-globalisation>
10. CSIS. Ukraine's Future Vision and Current Capabilities for Waging AI-Enabled Autonomous Warfare. Available at: <https://www.csis.org/analysis/ukraines-future-vision-and-current-capabilities-waging-ai-enabled-autonomous-warfare>
11. Atlantic Council. Ukraine's vibrant tech ecosystem is a secret weapon in the war with Russia. Available at: <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/ukraines-vibrant-tech-ecosystem-is-a-secret-weapon-in-the-war-with-russia/>
12. Red Team Analysis Society. AI at War (1) – Ukraine. Available at: <https://redanalysis.org/2024/04/08/ai-at-war-1-ukraine/>
13. Forbes. The End Of Work: The Consequences Of An Economic Singularity. Available at: <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/02/17/the-end-of-work-the-consequences-of-an-economic-singularity/>
14. DCO. AI Singularity. Available at: <https://dco.org/wp-content/uploads/2025/03/AI-Singularity-Navigating-Implications-and-Framing-Strategic-Recommendations.pdf>
15. EBSCO Research Starters. Technological singularity. Available at: <https://www.ebsco.com/research-starters/computer-science/technological-singularity>
16. Opanasiuk V. Zdorovyh hluzd prohraiye – suchasna politychna synhuliarnist [Common sense is losing – modern political singularity]. Available at: <https://censor.net/ru/blogs/3562937/zdorovyih-gluzd-prograye-suchasna-politychna-synhulyarnist>
17. Mohylevska O., Slobodanyk A., Sidak I. (2023) Vplyv shtuchnoho intelektu na ukrainsku i mizhnarodnu ekonomiku [The impact of artificial intelligence on the Ukrainian and international economy]. *Kyivskyi ekonomichnyi naukovyi zhurnal*, no. 1, pp. 45–52. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-765X/2023-1-6>

THE IMPACT OF THE TECHNOLOGICAL SINGULARITY ON THE ECONOMY OF UKRAINE

Vitalii Opanasiuk

PhD in Economics, Docent,
Associate Professor at the Economics, Entrepreneurship, Management Department
Kyiv International University

Olga Mohylevska

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Economics, Entrepreneurship, Management Department
Kyiv International University

Volodymyr Bandura

Global Ambassador
Singularity University, (Silicon Valley), USA

Summary. The concept of technological singularity represents a hypothetical future point where technological growth, particularly in artificial intelligence (AI), becomes uncontrollable and irreversible, leading to profound transformations in human society. Coined by mathematician Vernor Vinge in 1993 and popularized by futurist Ray Kurzweil, who predicts its arrival around 2045, the singularity implies that AI

will surpass human intelligence, enabling machines to self-improve at an exponential rate. This acceleration could result in radical changes across economic, social, and demographic spheres, as technologies begin to create new technologies without human intervention, altering economic motivations and eroding control over societal evolution. Globally, economists like Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee have explored its implications, emphasizing automation's role in reshaping labor markets and resource distribution. Institutions such as Singularity University (singularityu.org) offer programs to prepare for these shifts, while the Club of Rome (clubofrome.org) integrates singularity discussions into analyses of global challenges like sustainable development. The World Economic Forum in Davos frequently addresses its effects on inequality, innovation strategies, and workforce dynamics, highlighting the need for proactive adaptation. For Ukraine, this topic holds particular urgency amid ongoing challenges such as population decline, mass migration, and the imperative to integrate into evolving global economic realities. The country is already experiencing the precursors of singularity through its innovative use of AI in warfare, including drone technology and autonomous systems, which have elevated Ukraine's role as a testing ground for AI-enabled military applications. For instance, Ukraine plans to deploy 15,000 robots to the front lines by 2025, demonstrating a shift toward machine-augmented defense strategies that reduce human involvement while enhancing combat efficiency. Collaborations with tech giants like Palantir and Clearview AI have turned the conflict into an "AI war lab," raising ethical questions about invasive technologies in wartime but also positioning Ukraine as a pioneer in practical AI deployment. These developments underscore Ukraine's potential subjectivity in the singularity era, provided it develops a comprehensive politico-economic framework for proactive engagement. The discourse on technological, economic, demographic, and political singularity remains largely confined to closed forums in advanced economies, but recent global disruptions - such as AI-driven productivity surges and demographic shifts - have propelled it to the forefront of economic thought. Economically, singularity could exacerbate secular stagnation by automating jobs, reducing labor income shares, and widening inequality, yet it might also spur unprecedented growth if AI boosts productivity sufficiently to offset aging populations and declining fertility rates. Demographically, advanced technologies may counteract population declines through enhanced healthcare and automation, but they could also intensify migration pressures and societal aging, as seen in projections where AI substitutes for human labor in shrinking workforces. In Ukraine, these impacts are amplified by war-induced emigration and a fertility crisis, necessitating strategies that leverage AI to sustain economic vitality. This research delves into Ukraine's position within this transformative landscape. Key areas of investigation include: 1) Sectoral shifts in the Ukrainian economy under singularity conditions, encompassing automation, the emergence of novel technologies, and the overhaul of traditional sectors like agriculture and manufacturing; 2) Demographic transformations, including population reduction, migratory patterns, and societal aging, which could be mitigated or accelerated by AI integrations; 3) Ukraine's specialization and international cooperation on the global stage, identifying competitive niches such as IT, cybersecurity, and green energy to foster resilience and innovation. In conclusion, the study posits that singularity-driven changes are irreversible, urging Ukraine to embrace them through adaptive policies. The study highlights potential challenges and risks, including job displacement, ethical dilemmas in AI warfare, and increased inequalities, while proposing mitigation measures such as investment in education, regulatory frameworks for AI ethics, and international partnerships. Proactive preparations, such as developing national AI strategies and integrating singularity foresight into economic planning, are recommended to ensure Ukraine not only survives but thrives in this era of exponential technological advancement. By drawing on global insights from bodies like the Club of Rome and Davos Forum, Ukraine can carve out a pivotal role, transforming vulnerabilities into strengths amid the unfolding singularity.

Keywords: technological singularity, artificial intelligence, economic impact, R&D expenditure, exponential growth, macroeconomic risks, innovation policy, globalization, political singularity.

Стаття надійшла: 06.06.2025

Стаття прийнята: 24.06.2025

Стаття опублікована: 25.08.2025