

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Києво-Могилянська академія»
Факультет економічних наук
Кафедра економічної теорії

Кваліфікаційна робота

освітній ступінь – бакалавр

на тему: **«ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ»**

Виконала: студентка 4-го року навчання,

Спеціальність: 051 «Економіка»

Смиковська Юлія Олегівна

Керівник Іванова Н. Ю.,

кандидат економічних наук, доцент

Рецензент Соколова Н. М.

(прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота захищена

з оцінкою _____

Секретар ЕК _____

« ____ » _____ 20 ____ р.

Київ – 2026

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ	9
1.1. Сутність і еволюція концепції людського капіталу в економічній науці	9
1.2. Штучний інтелект як фактор економічного розвитку.....	12
1.3. Теоретичні моделі впливу штучного інтелекту на продуктивність людського капіталу	18
Висновки до розділу I.....	23
РОЗДІЛ II АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ.....	25
2.1. Світові тенденції використання штучного інтелекту та їх вплив на продуктивність праці	25
2.2. Особливості впровадження штучного інтелекту та його вплив на людський капітал в Україні.....	35
2.3. Переваги та ризики використання штучного інтелекту для підвищення продуктивності людського капіталу.....	40
Висновки до розділу II.....	44
РОЗДІЛ III НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В УКРАЇНІ В УМОВАХ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	46
3.1. Політика розвитку людського капіталу в умовах поширення штучного інтелекту у світовій практиці.....	46
3.2. Використання штучного інтелекту для підвищення продуктивності праці в Україні	51
3.3. Рекомендації щодо мінімізації ризиків та підвищення ефективності впровадження ШІ.....	57
Висновки до розділу III	65

ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70
ДОДАТКИ	83

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ОЕСР – Організація економічного співробітництва та розвитку

ШІ – штучний інтелект

GPT – General Purpose Technology

НДДКР – науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи

МОП – Міжнародна організація праці

TFP – Total Factor Productivity

ВДВ – валова додана вартість

ЛК – людський капітал

МВФ – Міжнародний валютний фонд

LLM – Large Language Model

ESG – Environmental, Social, and Governance

Держстат – Державна служба статистики України

CRM – Customer Relationship Management

МСП – малі та середні підприємства

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний ринок праці відчуває зміни, пов'язані з розвитком та масштабуванням штучного інтелекту. За оцінками Світового економічного форуму, до 2030 року у світі буде створено близько 170 мільйонів нових робочих місць, а 92 мільйони – заміщені. Таким чином, чистий приріст зайнятості складатиме 78 мільйонів. В умовах подібних змін людський капітал має адаптуватися задля збереження конкурентоспроможності. Особливо актуальною проблема стає в Україні, яка переживає демографічні втрати внаслідок війни, міграції та зниження народжуваності. Взаємодія з технологіями, зокрема штучним інтелектом, стає одним зі шляхів підвищення продуктивності людського капіталу на основі якості, а не кількості, щоб компенсувати дефіцит кадрів.

Інтерес до даної теми простежується серед іноземних та вітчизняних науковців через її неоднозначність, зважаючи на позитивні та негативні ефекти. Зокрема, один із найбільших внесків у дослідження штучного інтелекту та автоматизації на ринку праці простежується у роботах Д. Асемоглу і П. Рестрепо. Д. Автор, Ф. Агйон та С. Бюнель роблять акцент на дослідженні впливу ШІ на продуктивність, а Е. Брінйольфссон та Т. Бабіна розглядають ефект від нематеріальних активів та інвестицій на результативність персоналу. В Україні науковий доробок представлений у працях Пуліної Т., Шморгуна О., Ткаченко А. та інших, але потребує подальших досліджень, пов'язаних з особливостями ринків, що розвиваються, а також шоком, пов'язаним з війною.

Об'єктом дослідження є розвиток людського капіталу в умовах цифровізації економіки.

Предметом дослідження слугує вплив штучного інтелекту на зростання продуктивності людського капіталу в глобальній економіці та в Україні.

Мета дослідження полягає у тому, щоб проаналізувати вплив штучного інтелекту на розвиток людського капіталу, оцінити його ефект на продуктивність праці та на основі цього сформулювати рекомендації щодо використання технології в Україні.

Завдання дослідження, які було сформульовано для досягнення мети:

- 1) розглянути еволюцію концепції людського капіталу в економічній науці;
- 2) виявити теоретичні засади впливу штучного інтелекту на економічний розвиток;
- 3) дослідити теоретичні макро- та мікроекономічні моделі впливу ШІ на продуктивність людського капіталу;
- 4) виміряти вплив штучного інтелекту на продуктивність людського капіталу на прикладі економіки США;
- 5) визначити особливості впливу ШІ на український ринок праці;
- 6) проаналізувати переваги та ризики використання штучного інтелекту для розвитку людського капіталу;
- 7) узагальнити світову практику політики розвитку людського капіталу в умовах поширення штучного інтелекту;
- 8) оцінити стан та перспективи впровадження штучного інтелекту в Україні;
- 9) розробити рекомендації щодо підвищення продуктивності людського капіталу в Україні в умовах масштабування ШІ.

Методологія дослідження полягає в застосуванні бібліографічного методу для пошуку та відбору інформації, яка стосується впливу технологій та цифровізації на ринок праці; систематичного підходу при розгляді українських та іноземних наукових публікацій, а також звітів міжнародних організацій та дослідницьких інституцій, для визначення поточного стану людського капіталу і його особливостей; порівняльного методу для розгляду міжнародного досвіду у впровадженні штучного інтелекту; статистичного аналізу для оцінки тенденцій розвитку ШІ; економетричного моделювання та кореляційно-регресійного аналізу для виявлення впливу штучного інтелекту на продуктивність; SWOT-аналізу для визначення траєкторії розвитку людського капіталу в умовах масштабування ШІ в Україні; для формулювання висновків було використано метод узагальнення.

Наукова новизна отриманих результатів. Поглиблено розуміння впливу штучного інтелекту на продуктивність людського капіталу шляхом побудови економетричної моделі, яка кількісно оцінює залежність зростання продуктивності від індексу ШІ з урахуванням часових лагів адаптації. Досліджено вплив штучного інтелекту на український ринок праці через аналіз динаміки продуктивності та заробітних плат у галузях з різним рівнем експозиції до штучного інтелекту.

Практичне значення результатів. Результати дослідження можуть бути використані органами державної влади при розробці політики розвитку людського капіталу та стратегій цифрової трансформації економіки України, зокрема Міністерством цифрової трансформації та Міністерством освіти і науки. Рекомендації щодо адаптації освітніх програм, розвитку цифровізації та стимулювання інвестицій у перепідготовку кадрів можуть бути застосовані підприємствами для підвищення ефективності використання людського капіталу. Наукові установи та заклади вищої освіти можуть використовувати виявлені тенденції та кількісні оцінки впливу ШІ на продуктивність праці при проведенні подальших досліджень у галузі економіки праці та людського капіталу.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дослідження були апробовані під час участі в учнівсько-студентській конференції «Актуальні питання розвитку і стабілізації економіки України в умовах війни з РФ» (2025) 5 грудня 2025 року (Додаток А).

Структура роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі розглянуто теоретичні засади дослідження впливу штучного інтелекту на продуктивність людського капіталу, зокрема еволюцію концепції людського капіталу, роль ШІ як фактору економічного розвитку та теоретичні моделі його впливу. У другому розділі проведено аналіз впливу штучного інтелекту на людський капітал у світі та в Україні, включаючи світові тенденції, економетричну оцінку на даних США, особливості українського ринку та систематизацію переваг і ризиків. У третьому розділі визначено напрями підвищення продуктивності людського капіталу в Україні на основі використання штучного інтелекту, узагальнено світову практику, проаналізовано вітчизняний

досвід та сформульовано комплекс рекомендацій для держави, бізнесу та працівників.

РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ

1.1. Сутність і еволюція концепції людського капіталу в економічній науці

У сучасній економічній теорії людський капітал розглядається як один з найважливіших факторів економічного зростання та продуктивності праці. Проте щоб бути сформованим таким, людство мало було змінити свої погляди на роль праці, освіти та знань.

До закладення фундаменту сучасної економіки праці у 1960-х роках економісти визнавали важливість людини та її праці у створенні багатства. У класичній політичній економії праця розглядалася як першоджерело вартості, однак інвестиції в людину не виокремлювалися як самостійна форма капіталу. Так, наприклад, Адам Сміт говорив про важливість «*acquired and useful abilities of all the inhabitants and members of the society*». Як стверджував економіст, хоча індивід несе витрати для набуття таких здібностей, після їх здобуття вони становлять «*a capital fixed and realized, as it were, in his person*» [92, с. 151]. Хоча А. Сміт визнавав економічну цінність навичок, концепція людського капіталу залишалася несформованою.

Протягом розвитку економічної теорії визначення людського капіталу поступово ускладнювалося (Таблиця 1.1). Однак його закладення розпочалося з досліджень Гарі Беккера і Теодора Шульца. Дослідники показали важливість інвестицій в освіту та охорону здоров'я для підвищення продуктивності не лише на рівні окремих осіб, а й на рівні цілих економік. Вони сформуливали ідею про те, що знання та навички є формою капіталу – запасом, який генерує потік доходів у майбутньому. Освіта перетворилася зі «споживчого блага» на «інвестиційний актив», і через це компанії мають прямий стимул інвестувати в людський капітал своїх працівників, оскільки це підвищує їхню граничну продуктивність, а отже, і прибутковість фірми.

Еволюція розвитку поняття людського капіталу

XVII – 1 пол. XX ст.	Створення передумов для трактування навичок як економічного ресурсу
Вільям Петті (1690)	Намагався визначити грошову вартість населення Англії та Ірландії шляхом капіталізації потоку доходів, який генерує праця (людина як капітальний актив).
Адам Сміт (1776)	Стверджував, що праця є першоджерелом вартості, відходячи від ідеї, що лише земля є джерелом багатства. Набуття талантів і навичок вимагає «справжніх витрат» (грошей, часу, зусиль) під час навчання, які є капіталом, «закріпленим і реалізованим» у самій особі.
Альфред Маршалл (1890)	Не виділяв поняття людського капіталу, але погоджувався з ідеєю, що освічений працівник сприяє більшій ефективності використання обладнання. Водночас з цим заклав ґрунт для розвитку теорії людського капіталу.
2 пол. XX – 80-ті XX ст.	Формування класичної теорії людського капіталу
Теодор Шульц (1961)	Визначає людський капітал як «direct expenditures on education, health, and internal migration to take advantage of better job opportunities...» [87, с. 1].
Гарі Беккер (1962)	Виділяв способи інвестування у людський капітал: «The many ways to invest include schooling, on-the-job training, medical care, vitamin consumption, and acquiring information about the economic system.» [38, с. 9].
Джейкоб Мінцер (1974)	Розробив рівняння заробітків (Mincer Earnings Function), що пояснило, що доходи зростають з досвідом і зростання сповільнюється перед виходом на пенсію. Показав, що навчання на робочому місці таке ж важливе, як і формальна освіта.
80-ті XX – 90-ті XX ст.	Інтеграція людського капіталу в теорії економічного зростання
Роберт Лукас (1988)	«By an individual's "human capital" I will mean... simply his general skill level... the model involves spelling out both the way human capital levels affect current production and the way the current time allocation affects the accumulation of human capital» [71, с. 17].

Продовження табл.

Пол Ромер (1990)	Стверджував, що темп зростання економіки залежить від загального запасу людського капіталу, спрямованого в сектор досліджень. Чим більше освічених людей генерують нові ідеї, тим вища продуктивність усєї економіки.
90-ті ХХ ст. – до нині	Гуманізація концепції людського капіталу
Амартія Сен (1997)	Протиставляє поняття людського капіталу ширшій концепції «людських можливостей», яка розглядає людину як кінцеву мету, а не лише як ресурс для економічного зростання.

Джерело: створено авторкою на основі [38, 71-73, 83, 85, 87, 88, 92].

З розвитком науки та новими дослідженнями економісти та організації доповнювали визначення. Так, у звіті ОЕСР, опублікованому у 1998 році, людський капітал визначено як «the knowledge, skills, competences and other attributes embodied in individuals that are relevant to economic activity». А у пізнішому звіті сформульований як «the knowledge, skills, competencies and attributes embodied in individuals that facilitate the creation of personal, social and economic well-being» [100, с. 17].

У першій чверті ХХІ століття концепція людського капіталу набуває нових змін. Це став період, де продуктивність праці визначається не тільки кваліфікацією, але й здатністю до адаптації, можливістю постійного навчання та використанням інновацій.

На зазначені зміни вплинуло кілька чинників. По-перше, глобальна економіка переходить до Індустрії 5.0, що означає взаємодію людини й технологій, до якої потрібно адаптувати навички або набути нових [26]. По-друге, технології на базі штучного інтелекту трансформують ринок праці: відбувається автоматизація рутинних завдань та водночас зростає попит на «людські» soft skills, зокрема критичне мислення, емпатію та лідерство [103]. По-третє, геополітичні конфлікти, зокрема повномасштабна війна в Україні, посилили питання збереження та відтворення людського капіталу.

Визначені чинники доводять, що людський капітал виступає неоднорідним ресурсом. Як зазначають Асемоглу та Автор, він складається з різноманітних характеристик, починаючи від вроджених здібностей до ставлення до праці, які складно виміряти кількісно [21]. Через проблему «непостережуваної гетерогенності» облік людського капіталу є складним. На сьогодні найближчим показником є Індекс людського капіталу (НСІ), створений Світовим Банком, який вимірює майбутню продуктивність наступного покоління працівників, базуючись на інвестиціях у здоров'я та освіту, зроблених сьогодні [97].

Таким чином, теорія людського капіталу еволюціонувала від відображення праці як джерела вартості до розуміння людини як власника багатогранного капіталу. Людський капітал формується через освіту, здоров'я, досвід та інституційні умови й здатний до змін під впливом технологічних, соціальних та геополітичних чинників, через що його вимірювання є складним.

1.2. Штучний інтелект як фактор економічного розвитку

Згідно з Oxford English Dictionary, штучний інтелект можна визначити як «the capacity of computers or other machines to exhibit or simulate intelligent behaviour. In later use also: software used to perform tasks or produce output previously thought to require human intelligence» [81]. Отже, ШІ здатний впливати на роботу, для якої потрібні інтелектуальні здібності та яка раніше вважалася найменш вразливою до автоматизації.

Сьогодні штучний інтелект розглядається як технологія загального призначення (General Purpose Technology, GPT), подібна до електрики чи парового двигуна у попередніх століттях. У 1992 році Т. Ф. Бреснаген і М. Трайтенберг визначили, що технології загального призначення, щоб бути такими, мають відповідати таким характеристикам:

1. всеохопні, тобто такі, які використовуються як ресурси в багатьох суміжних секторах;
2. мати потенціал до технічних удосконалень;

3. бути «інноваційними комплементарностями», що означає, що продуктивність НДДКР в інших суміжних секторах зростає внаслідок інновацій у GPT [42].

Штучний інтелект відповідає всім цим характеристикам: інновація використовується у різних секторах від персоналізації у банківській сфері до визначення складу матеріалу у виробництві текстилю. Водночас з цим, за 4 роки активного розгортання ШІ, кожне нове покоління моделей покращує точність, швидкість та збільшує кількість своїх можливостей, що розширює обсяг завдань, які можуть бути автоматизовані. І оскільки штучний інтелект упроваджується в інших секторах, це підвищує віддачу від інновацій у них, збільшуючи продуктивність досліджень і розробок, стимулюючи появу нових продуктів і бізнес-моделей та водночас посилюючи подальший розвиток самого алгоритму.

Підходи, розроблені Асеомглу та Рестрепо, пропонують розглядати виробництво як сукупність завдань (task-based framework), де вплив ШІ йде не на окремі професії, а на завдання у їхніх межах [23]. Вплив технологій на працю в цій парадигмі відбувається через три основні канали, кожен з яких має наслідки для продуктивності та попиту на людський капітал [24].

Ефект витіснення (displacement effect) характеризується перенесенням виконання завдань від людини до алгоритму, знижуючи частку праці у ВВП та тиснучи на заробітні плати. Історично це стосувалося рутинних операцій, однак штучний інтелект розширив цю межу, охопивши складніші когнітивні завдання, такі як написання коду, переклад, аналіз юридичних документів та навіть створення креативного контенту [46].

Ефект продуктивності (productivity effect) виникає тоді, коли автоматизація та нові технології знижують витрати виробництва, що призводить до збільшення загального обсягу доданої вартості та, як наслідок, до зростання попиту на працю у тих завданнях, які ще не були автоматизовані.

Ефект продуктивності діє у протилежному напрямку до ефекту витіснення. Останній зменшує частку праці у виробництві, оскільки машини забирають роботу в людей, у той час як ефект продуктивності намагається компенсувати це,

збільшуючи загальний попит на працю через розширення економічної активності. Чистий вплив автоматизації на зайнятість залежить від того, яка з цих двох сил переважає. Якщо технологія лише заміщує працю, не підвищуючи суттєво загальний випуск, вона класифікується як «посередня технологія» [22].

Ефект відновлення (reinstatement effect) полягає у виникненні нових завдань, у яких люди зберігають порівняльну перевагу та не можуть бути повністю замінені штучним інтелектом, оскільки ШІ формує попит на нові види діяльності, зокрема управління ШІ-системами, етичний контроль, розв'язання складних міжособистісних ситуацій, відновлюючи попит на працю та підвищуючи її частку у ВВП. Подібні зміни вже історично відбувалися. Goldman Sachs зазначає, що 60% професій, які існують сьогодні, не існували у 1940 році. Понад 85% зростання зайнятості за останні 80 років було забезпечено саме технологічно зумовленим створенням нових робочих місць [66].

Також існує інша категоризація – автоматизація та підсилення. У той час як автоматизація допомагає скоротити витрати на виконання завдань завдяки використанню технологій, підсилення сприймає технологію не як «крадія роботи», а як інструмент для підвищення людських можливостей через скорочення витрат ресурсів та їхнє більш ефективне використання. Наразі вплив автоматизації й підсилення корелює з легкими та важкими для ШІ завданнями для виконання. Чим легша для алгоритму справа, тим більша ймовірність, що вона буде автоматизована. Важкі ж завдання можуть бути виконані у співпраці між людиною та штучним інтелектом, де перша встановлює рамки, у яких вона взаємодіє з технологією, щоб досягти найкращого результату. Згідно з прогнозами Світового економічного форуму, очікується, що зі зростанням технологічних можливостей частка завдань, які виконуються виключно людьми, зменшиться: сьогодні 47% завдань виконуються переважно людьми, 22% - машинами та алгоритмами, а 30% - спільно, а до 2030 року ці частки, ймовірно, вирівняються [103].

На відміну від попередніх хвиль автоматизації, які загрожували переважно рутинній фізичній праці, генеративний ШІ націлений на високооплачувану когнітивну працю. За дослідженнями Пенсільванського університету, близько 42%

сучасних робочих місць знаходяться у зоні високого впливу і можуть бути частково автоматизовані [27]. Однак дослідження MIT Sloan виявляє, що у компаніях, які активно впроваджують ШІ, частка високооплачуваних ролей не зменшується, а зростає (на 3% за п'ять років) [75]. Це свідчить про те, що ШІ частіше виступає як інструмент підсилення, дозволяючи фахівцям делегувати рутинні когнітивні операції та зосередитися на складніших завданнях, креативі та міжособистісній комунікації.

Ще одна категоризація, представлена Міжнародним валютним фондом на базі даних МОП, дозволяє сформулювати припущення щодо неоднорідного впливу ШІ на продуктивність людського капіталу з метою більш точного вимірювання рівня впливу штучного інтелекту на людську працю [46]. Для цього вони поєднують дві метрики (Таблиця 1.2): «експозицію» до ШІ як ступінь перекриття штучним інтелектом людських здібностей для виконання завдань певної професії, запропоновану Фелтеном, Раєм та Сеамансом [58] та індекс потенційної комплементарності ШІ Піццінеллі та співавторів, які використовують інформацію про соціальний, етичний і фізичний контекст професій, а також про необхідні рівні кваліфікації [84]. У розвинених економіках комплементарність позитивно корелює з рівнем доходу: високооплачувані фахівці мають більше можливостей використовувати ШІ як інструмент підсилення, тоді як працівники середньої та низької кваліфікації частіше стикаються з заміщенням. Така класифікація дає змогу визначити типи змін на ринку праці, які з більшою ймовірністю відбуватимуться в різних професіях у процесі впровадження ШІ. Але тут не враховано час, розвиток ШІ або суміжних технологій, здатність працівників набувати потрібних навичок, географічний поділ, співвідношення витрат фірм і вигод у вигляді підвищення продуктивності, які б могли змінити вигляд матриці. Також важливу роль відіграють суспільні уподобання та наявні альтернативи [84].

Матриця експозиції ШІ та комплементарності на різні професії

	Висока комплементарність	Низька комплементарність
Висока експозиція	Мають потенціал для використання ШІ як інструменту підтримки у виконанні завдань і процесах ухвалення рішень (підсилення). Не можуть покладатися лише на ШІ, оскільки мають високий рівень відповідальності або міжособистісної взаємодії. <i>Професії: хірурги, юристи, судді.</i>	Добре пристосовані до взаємодії з ШІ, однак існує висока ймовірність заміщення людських завдань штучним інтелектом, що може зумовити скорочення попиту на працю та уповільнення зростання заробітних плат. <i>Професії: маркетологи, економісти.</i>
Низька експозиція	Відсутній потенціал для застосування ШІ. <i>Професії: прибиральники, танцівники, спортсмени.</i>	

Джерело: сформовано авторкою на основі [46, 58, 84].

Компанії та країни мають впроваджувати ініціативи підвищення кваліфікації або перекваліфікації, оскільки за звітом Pearson, щорічні втрати економіки США від невідповідності навичок потребам ринку та неефективних кар'єрних переходів становить \$1.1 трлн або близько 5% ВВП [17]. А Boston Consulting Group попереджає, що до 2030 року дефіцит навичок може призвести до втрати \$15 трлн світового ВВП [62]. До того ж до 90% світової робочої сили потребуватиме перенавчання. Причиною цього є швидке застарівання навичок. Якщо раніше знання залишалися актуальними 10-15 років, то в епоху ШІ тривалість скоротилася до 2.5-5 років. За даними Світового економічного форуму, якби світова робоча сила складалася зі 100 людей, то 59 із них потребували б навчання до 2030 року [103].

Оскільки ШІ ефективно виконує кодування, аналіз даних та написання текстів, конкурентною перевагою людини стають емпатія, комунікація та критичне мислення. Підтверджуючи сказане, на Рис. 1.1 представлені найважливіші навички на думку роботодавців за опитуванням Світового економічного форуму у 2025 році.

Навички у сфері ШІ та Big Data знаходяться у списку тих, що найшвидше зростають, водночас з цим пріоритетним стає постійне навчання [103].

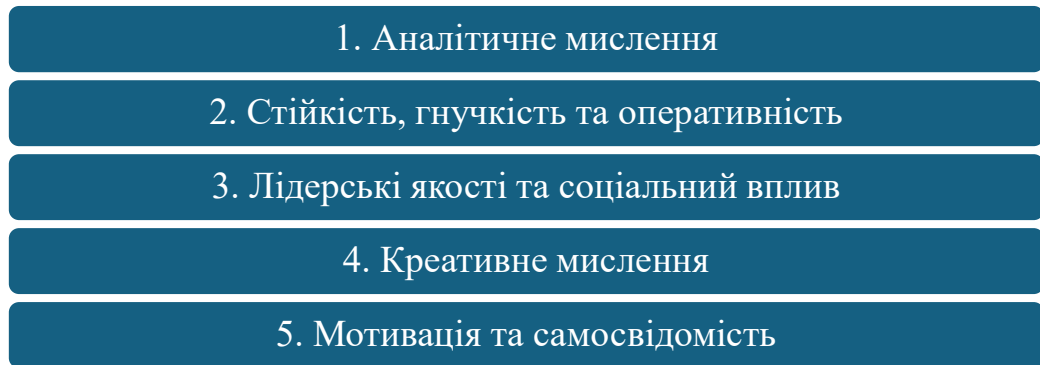


Рис. 1.1 Найважливіші навички працівників на думку роботодавців у 2025 році згідно з опитуванням Світового економічного форуму [103].

Звіт Єврокомісії показує, що інвестиції в освіту та перенавчання мають позитивний вплив на доходи, зайнятість та зменшення бідності, причому найвищу віддачу дають інвестиції на ранніх етапах життя та постійне оновлення навичок у дорослому віці [55]. Водночас з цим штучний інтелект продовжує розвиватися, і наразі відбувається перехід від генеративного ШІ, який створює контент, до агентного ШІ, який самостійно виконує складні послідовності дій для досягнення цілей. Через це можуть виникнути нові вимоги до людського капіталу: бути гнучким і готовим до швидких змін.

Отже, штучний інтелект розглядається як технологія загального призначення, що здатна переформатувати виробничі процеси, а також структуру попиту на людський капітал. Одна зі змін пов'язана з переосмисленням його впливу не на рівні професій, а на рівні завдань у бізнес-процесах через взаємодію ефектів заміщення, продуктивності та відновлення. Також результат залежить від характеру впроваджуваної технології, структури завдань та рівня комплементарності між ШІ та людською працею. Звідси стає зрозуміло, що штучний інтелект не є однорідним фактором впливу: у низці випадків він виступає як інструмент автоматизації, знижуючи попит на окремі види праці, тоді як в інших – як засіб підсилення, підвищуючи продуктивність і цінність людського капіталу.

1.3. Теоретичні моделі впливу штучного інтелекту на продуктивність людського капіталу

Як і попередні технології загального призначення, з розвитком ШІ буде поширюватися по всій економіці, підвищуючи продуктивність. З економічної історії відомо, що такі впровадження не просто підвищують ефективність окремих секторів, а змінюють структуру витрат, працю та створюють додану вартість.

Такий вплив ШІ на світову економіку перш за все пов'язаний зі зростанням сукупної продуктивності факторів виробництва. Продуктивність людського капіталу визначається як продуктивність праці, виміряна через ВДВ на зайнятого, тоді як TFP (Total Factor Productivity) використовується як агрегований показник технологічного впливу ШІ, вплив якого на ЛК відбувається через зміну продуктивності праці та структури завдань. У моделі економічного зростання Кобба-Дугласа технологічний прогрес відображається через параметр A , який визначає ефективність використання праці та капіталу (формула 1.1).

$$Y = A \times K^{\alpha} \cdot L^{\beta} \quad (1.1)$$

де Y – реальний обсяг національного виробництва (ВВП);

A – сукупна факторна продуктивність (TFP);

K – обсяг залученого фізичного капіталу;

L – обсяг вкладеної праці (кількість зайнятих працівників);

α – часткова еластичність випуску за капіталом;

β – часткова еластичність випуску за працею.

Впровадження ШІ підвищує цей параметр за умов інвестицій у людський капітал, а також внаслідок підвищення продуктивності, тобто швидкості виробництва товарів та послуг, зниження асиметрії інформації, оптимізації процесів, зменшення втрат та зростання здатності генерувати нові ідеї. Згідно з підходом Д. Асемоглу, скорочення витрат та підвищення продуктивності на рівні окремих завдань є мікроекономічними ефектами від ШІ, тоді як макроекономічні –

це поєднання частки завдань, на які впливає штучний інтелект, та середньої економії витрат на одне завдання [20]. Також цю модель приросту загальної факторної продуктивності Д. Асемоглу ускладнює, де частку завдань у ВВП, на які впливає ШІ, представляє як таку, яка потенційно доступна для автоматизації та таку, для якої використання ШІ є економічно доцільним; а середню економію витрат на завдання показує як частку праці у доданій вартості, скоригована з урахуванням ШІ й середню економію витрат на працю, що забезпечує штучний інтелект.

Згідно з оцінкою Ф. Агйона і С. Бюнеля, ШІ може підвищити сукупне зростання продуктивності на 0,8-1,3 відсоткового пункту щорічно протягом наступних 10 років або за іншими розрахунками на 0,68 в.п. [25], але водночас з цим вони не враховували вплив штучного інтелекту на генерування нових ідей. Д. Асемоглу надає більш песимістичні результати – лише 0,07 в.п. зростання від ШІ за рік [20]. Така оцінка частково ґрунтується на часовій необхідності, а також на тому, що Т. Ф. Бреснаген та М. Трайтенберг називають «часовою послідовністю» [42]. Електричний кабель або електродвигун не міг з'явитися раніше за електрику, але саме вони сприяли виникненню конвеєрного виробництва та зростанню продуктивності фабрик, оскільки усунули потребу в центральному трансмісійному валі та дозволили більш ефективно розмістити обладнання. Отже, лише через 30 років суспільство відчуло зростання продуктивності від використання електроенергії в промисловості [50]. Аналогічна затримка очікується і зі штучним інтелектом, оскільки його впровадження потребує змін робочих процесів, а також додаткових інвестицій. Але завдяки існуванню машинного навчання та загальним тенденціям до пришвидшення людського прогресу часова затримка у прогресі може скоротитися.

Оскільки часто це не відомо напевно, міжнародні прогнози роблять з урахуванням різних умов. Згідно з моделюванням МВФ, у сценарії високого зростання ТФР інтеграція ШІ може призвести до збільшення світового ВВП на 1,8% вже через п'ять років, а кумулятивний ефект за десятиліття може сягнути 2,4%. У той час за сценарію низького зростання загальної продуктивності збільшення ВВП

прогнозується на рівні 0,8% і 1,3% відповідно [47]. Отже, зростання прогнозується, але його величину важко визначити.

Додатково на продуктивність впливають декілька інших факторів, які ускладнюють її розрахунок. Перш за все, це поділ завдань на легкі та важкі для штучного інтелекту [20]. Легкі – це ті, з якими штучний інтелект може впоратися доволі точно та швидко: вони вимірні, мають зрозумілий «ідеальний» результат, а отже, наявний надійний і спостережуваний показник результативності. «Складні завдання» зазвичай не мають простого відображення між дією та бажаним результатом; алгоритм, щоб отримати результат, є невідомим і залежить від контексту, або ж потрібні нові шляхи до розв’язання проблем. Крім того, зазвичай бракує інформації для навчання системи штучного інтелекту або не є цілком зрозумілим, що саме має бути вивчене.

Приріст продуктивності від ШІ, який спостерігається сьогодні, здебільшого пов’язаний із простими завданнями. Його зазвичай і досліджують економісти, розглядаючи вплив цієї технології на економіку. Так, наприклад, Бриньолфссон та співавтори аналізували вплив на продуктивність працівників служби підтримки клієнтів, які мали відповідати на запити клієнтів через онлайн-чат [43]. Це завдання, яке штучний інтелект може легко опанувати, а отже звідси можна і зробити висновок про його результати – продуктивність зросла на 14% у перший місяць і стабілізувалася на рівні 25% через три, оскільки моделі ШІ, такі як LLM, виконують ці завдання приблизно на рівні експертів або з нижчими витратами, ніж люди. Логічно очікувати, що зростання продуктивності у складних завданнях, принаймні на початкових етапах, буде більш обмеженим, оскільки потребує перевірки експертами або тривалого навчання машини.

Подібна тема порушується у дослідженні, проведеному Гарвардською бізнес-школою у співпраці з Boston Consulting Group, що призвело до формування нової мікроекономічної теорії продуктивності – концепції «зубчастого технологічного кордону» [51]. На відміну від попередніх технологій, можливості яких зростали рівномірно і передбачувано, можливості сучасних LLM є «зубчастими», що означає, що завдання, які для людини мають однакову складність,

для ШІ можуть бути кардинально різними. Модель пояснює цю нелінійність та непередбачуваність впливу на продуктивність інтелектуальної праці, де поза «кордоном» результати роботи штучного інтелекту є неточними, менш корисними та можуть погіршувати ефективність діяльності людини, а в «межах» людина отримує переваги від його застосування. Водночас через швидкий розвиток штучного інтелекту важко чітко визначити, де саме проходить «кордон» його можливостей у конкретний момент часу. Це впливає на результати людей, які працюють зі штучним інтелектом, а отже, і на продуктивність (Таблиця 1.3).

Таблиця 1.3

Різниця у результатах виконаних завдань між групами, які працювали з ШІ й без

Всередині кордону	Поза кордоном
- Зростання кількості виконаних завдань на 12,2%. - Зростання швидкості виконання на 25,1%. - Підвищення якості результату на 40%.	- На 19% менша ймовірність правильного розв'язання проблеми.

Джерело: структуровано авторкою на основі [51].

Це має наслідки для продуктивності людського капіталу, оскільки ефективність використання ШІ залежить не лише від рівня технологій, а й від здатності працівників коректно ідентифікувати «межі» застосування алгоритмів. Працівники мають навчитися відрізняти «кордони ШІ» через формальну освіту, тренінги на роботі або поза нею задля досягнення успіхів на робочому місці.

Також результати можуть залежати від стилю співпраці людського капіталу з ШІ. Дослідження визначило дві моделі: модель Кентавра та Кіборга [51]. Якщо перша базується на чіткому розподілі праці між людиною та машиною, де працівник аналізує задачу та делегує ШІ лише ті підзадачі, де алгоритм має доведену перевагу, але планування, оцінка та фіналізація результатів залишаються за людиною, то в другій моделі інтеграції людина та ШІ працюють разом над кожним мікроелементом задачі, що вимагає вміння «думати разом з машиною». Таким чином створюються нові «гібридні» навички на ринку праці.

Водночас дослідження Т. Бабіни й співавторів показують, що інвестиції в ІІІ поки що не асоціюються зі зростанням продажів на одного працівника або загальним фактором продуктивності (ТФР) на рівні фірми [28]. Це може пояснюватися ефектом, описаним Бриньйолфссоном та співавторами, так званої «J-кривої продуктивності» [44].

На початковому етапі впровадження компанії несуть значні витрати на інвестиції в нематеріальні активи (реорганізацію бізнес-процесів, навчання персоналу і розробку нових продуктів), що тимчасово знижує показники прибутковості. Ресурси витрачаються, а видимий результат (продажі, фізичні товари) ще не з'являється, що знижує ТФР. Але згодом показник зростає, коли накопичені нематеріальні активи починають робити внесок у вимірюване виробництво (капітал і робочу силу). У цей період компанії використовують накопичений (але невимірний) нематеріальний капітал для виробництва товарів та послуг. Оскільки цей капітал не обліковується як вхідний ресурс, статистика показує це як зростання ефективності, що призводить до переоцінки реальної продуктивності.

Модель «J-кривої» допомагає вирішити так званий парадокс Солоу (спостереження, що комп'ютерну еру видно всюди, крім статистики продуктивності) [93]. Дослідження авторів показує, що значні ефекти кривої спостерігалися, зокрема, у випадку з програмним забезпеченням та комп'ютерним обладнанням: реальна продуктивність була недооцінена на початку і переоцінена пізніше саме через неврахування цих нематеріальних активів у формули виробництва (і складність їх вирахування) і «приписування» результатів матеріальному капіталу та робочій силі. Наразі подібні процеси, ймовірно, відбуваються зі штучним інтелектом. Через цю причину потрібно бути обережними з розрахунками впливу технологій загального призначення на процеси.

Водночас компанії ще на початкових етапах «J-кривої» можуть отримати переваги: дослідження Національного бюро економічних досліджень, проведене на базі 5000 агентів служби підтримки, виявило, що впровадження ІІІ-асистента підвищило продуктивність найменш кваліфікованих та нових працівників через

можливості допомоги з навчанням. Працівники з використанням ШІ досягали рівня продуктивності, на який зазвичай потрібно пів року досвіду, всього за 2 місяці [43]. А, за даними Федерального резервного банку Сент-Луїса, 28% працівників використовують генеративний штучний інтелект у професійній діяльності, що забезпечує для цієї групи середню економію робочого часу на рівні 5,4% (близько 2,2 години на тиждень), а для всієї економіки скорочення загального фонду робочого часу приблизно на 1,4% [39].

Отже, вплив штучного інтелекту на продуктивність ЛК залежить від багатьох умов. У межах моделей економічного зростання він відображається через зростання сукупної факторної продуктивності за наявності інвестицій у людський і нематеріальний капітал, а величина залежить від частки завдань, на які поширюється ШІ, та ефективності його застосування. На збільшення продуктивності також значно позначається здатність працівників правильно використовувати технологію, оскільки її можливості «зубчасті» і варіюються залежно від завдань. Водночас з цим цей вплив може бути «відкладеним у часі» та, згідно з теорією «J-кривої продуктивності», невидимим для статистики й розрахунку.

Висновки до розділу I

Концепція людського капіталу повноцінно сформувалася у 60-х роках ХХ століття, але нариси з'явилися ще до цього періоду у відображеннях економістів праці як джерела вартості та розвинулися до сприйняття людини як власника навичок та досвіду. Наразі з розвитком ШІ відбувається нашарування нових визначень ЛК, як і факторів, що на нього впливають.

Штучний інтелект можна розглядати як технологію загального призначення, яка впливає на автоматизацію окремих завдань у межах професій та їхню зміну, а також яка здатна підсилювати людський капітал. Наразі це відбувається за визначенням Асемоглу і Рестрепо через ефекти заміщення, продуктивності та відтворення, які разом творять загальну роль ШІ у зміні економіки праці.

Відносно нова технологія впливає на сукупну факторну продуктивність та наразі є відкладеною у часі або недостатньо виміряною через необхідність інвестицій у нематеріальні активи. Водночас наразі найбільший вплив на продуктивність можливо побачити у завданнях, які потребують низьких когнітивних зусиль; у складніших – ефекти є більш неоднозначними й залежать від здатності працівників використовувати технологію у «межах» її здатності.

Зважаючи на швидкі темпи розвитку штучного інтелекту, його вплив на людський капітал і структуру навичок працівників стає важливим питанням, який варто досліджувати.

РОЗДІЛ II АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ

2.1. Світові тенденції використання штучного інтелекту та їх вплив на продуктивність праці

У штучного інтелекту є ще потенціал для розвитку, але вже він впливає на зміну структури праці у країнах. За оцінками Світового економічного форуму, до 2030 року з 1,2 мільярда робіт 170 мільйонів будуть створені, а 92 мільйони – заміщені. Таким чином, чистий приріст зайнятості складе 78 мільйонів робочих місць або 7% від поточного рівня [103]. Якщо поява нових професій пов'язана з розвитком штучного інтелекту та інших технологій, скороченням населення робочого віку, переосмисленням поняття підприємництва, яке має орієнтуватися на ESG-показники, то причиною «відбирання» у людей роботи є її автоматизація (близько 5 мільйонів скорочень). Отже, звідси можемо простежити два ефекти ШІ на ринок праці – заміщення та відновлення. Додатково на зменшення попиту впливають старіння населення, скорочення частки людей працездатного віку та повільніші темпи економічного зростання.

Значно впливатиме на рівень зростання професій наявність певних навичок, особливо тих, які неможливо замінити ШІ та подібними технологіями. Серед них – медичні сестри або соціальні працівники. У цьому випадку зростання попиту також зумовлене старінням населення та скороченням частки працездатних людей. Технологічні спеціальності найшвидше зростають у відсотковому вимірі, зокрема, аналітики великих даних, інженери фінтеху, фахівці зі штучного інтелекту та машинного навчання, а також розробники програмного забезпечення та додатків. Також сюди входять і «зелені» професії, пов'язані з енергетичним переходом – спеціалісти зі створення та обслуговування автономних і електромобілів, інженери-екологи та інженери з відновлюваних джерел енергії тощо. Натомість найбільше скорочення – серед діловодів, поштових службовців, банківських касирів та

операторів введення даних через можливість автоматизації більшості завдань, які вони виконують [103].

Штучний інтелект та інформаційні технології, за опитуванням Світового економічного форуму, є найбільшими драйверами трансформацій у бізнесі [103]. Як технологія загального призначення, ШІ створює також ефект продуктивності. Так, дослідження Ноя і Занга [79] та Делл'Акві та інших [51] показують, що використання ChatGPT висококваліфікованими працівниками у США підвищує продуктивність на 25–40% у типових завданнях. А за даними опитування Pole Emploi, 72% французьких роботодавців відзначили зростання ефективності праці, зокрема завдяки скороченню рутинних операцій і зменшенню кількості помилок [25].

Найпростіше визначити вплив ШІ, порівнявши зростання продуктивності у різних секторах. Як відомо, галузі мають різні «чутливості» до впровадження технологій штучного інтелекту, оскільки відрізняється спектр навичок, які, відповідно, знаходяться у «межі» або поза нею. Так, за даними Світового економічного форуму, усі сектори зазнають зменшення частки робіт, виконуваних виключно людьми, але масштаби автоматизації та підсилення відрізняються. Страхування та телекомунікації – найбільше автоматизуються протягом наступних 5 років (понад 95% зменшення частки завдань, яку виконують люди, пояснюється автоматизацією) [103]. У медицині, охороні здоров'я та держсекторі зменшення людської праці більше пов'язане зі співпрацею людини й машини, ніж із повною заміною, до того ж вплив ШІ тут менший через значну частку «людських» навичок. У чотирьох секторах (нафта і газ, хімія і нові матеріали, фінансові ринки та електроніка) автоматизація скорочуватиме не лише людську працю, а й частку завдань, які сьогодні виконуються спільно з технологіями [103].

Для аналізу впливу було обрано США, адже саме ця країна є лідером у впровадженні штучного інтелекту за декількома категоріями: експозицією, готовністю та доступом до ШІ. Завдяки революційним змінам, започаткованим OpenAI, країна стала центром інноваційних інвестицій у технології штучного інтелекту, наукового та інтелектуального потенціалу. За даними Стенфордського

університету, США залучили понад \$285,88 млрд приватних інвестицій у ІІІ у 2025 році, тоді як Китай близько \$12,41 млрд, посівши друге місце [35]. Індекс готовності до ІІІ має значення 0,77 і країна займає 3-тє місце у світі [18]. Лідерство показує не тільки приватний сектор, але й публічний: країна посідає перше місце за індексом готовності уряду до ІІІ [63]. Досліджувати ринок Сполучених Штатів також буде доцільно, зважаючи на великий за обсягами та різноманітністю ринок праці, який зазнає впливу від досліджуваної технології.

Порівняння продуктивності праці за галузями буде здійснене, використовуючи дані Bureau of Economic Analysis [37]. Як вже згадувалося у першому розділі, продуктивність праці вимірюється як валова додана вартість поділена на кількість працівників (Формула 2.1).

$$\text{Продуктивність праці} = \frac{\text{Обсяг продукції в грош.вираженні або ВДВ (млрд дол США)}}{\text{Кількість працівників (тис.ос)}} \quad (2.1)$$

За результатами здійснених обчислень з використанням даних Додатка Б була сформована таблиця, у якій простежується динаміка зміни продуктивності (Таблиця 2.1). У ній напівжирним шрифтом можна простежити галузі, продуктивність у яких зросла з 2022 року – з періоду початку широкого впровадження ІІІ. Попри те що більшість з них мають потенціал раннього впровадження штучного інтелекту, але результати не дозволяють відділити поки ефект ІІІ від інших впливів, як от відновлення після економічної рецесії після пандемії COVID-19, зменшення рівня безробіття після стабілізації бізнес-процесів тощо. Проте спостерігається значне зростання в інформаційній, професійній та фінансовій галузях, де штучний інтелект впроваджується найшвидше і має найбільший вплив, і є підстави припустити, що частина цього зростання була пов'язана саме з досліджуваною технологією. Причиною такої гіпотези є потенціал цих галузей у використанні ІІІ через один із найвищих рівнів автоматизації, а також велику кількість завдань, які знаходяться у «межах» здатності виконувати їх технологією. Водночас можна простежити зниження зростання продуктивності в

інформаційній галузі до -2,68% у 2022 році, що може бути пов'язано зі спробами автоматизації процесів завдяки новій технології або з іншими причинами, для яких потрібен глибший аналіз ситуації на американському ринку праці.

Таблиця 2.1

**Річні темпи зростання продуктивності (%) по галузях США за 2018-
2024 роки**

Industries	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<u>Domestic industries</u>	3.49%	2.61%	5.10%	7.61%	5.35%	4.79%	4.42%
Private industries	3.47%	2.74%	5.14%	8.07%	5.61%	4.89%	4.67%
Agriculture, forestry, fishing, and hunting	0.25%	-7.51%	2.38%	39.40%	25.87%	-7.42%	-0.67%
Mining	8.63%	-6.08%	-13.71%	73.93%	28.02%	-15.80%	-2.36%
Utilities	2.32%	3.88%	4.86%	14.47%	10.14%	0.02%	-3.46%
Construction	1.63%	3.52%	4.79%	1.94%	5.70%	7.03%	4.74%
Manufacturing	5.42%	-0.80%	0.61%	9.88%	6.88%	4.89%	3.15%
Wholesale trade	4.59%	5.76%	4.99%	8.15%	6.49%	1.89%	3.18%
Retail trade	4.11%	5.08%	9.94%	10.71%	5.17%	8.13%	4.40%
Transportation and warehousing	1.68%	-0.61%	-10.15%	14.09%	9.14%	2.74%	4.47%
Information	2.53%	9.13%	7.75%	6.33%	-2.68%	9.08%	9.98%
Finance, insurance, real estate, rental, and leasing	4.01%	2.18%	4.83%	6.32%	5.97%	6.83%	7.06%
<i>Finance and insurance</i>	3.28%	2.84%	3.19%	7.24%	4.16%	4.35%	7.72%
<i>Real estate and rental and leasing</i>	3.50%	0.78%	10.09%	3.91%	5.91%	6.69%	6.61%
Professional and business services	3.67%	3.56%	3.99%	7.41%	3.59%	6.60%	6.71%
<i>Professional, scientific, and technical services</i>	3.45%	2.56%	2.61%	7.16%	2.61%	5.63%	6.32%
<i>Management of companies and enterprises</i>	2.20%	3.94%	-0.68%	8.62%	1.41%	2.23%	7.82%
<i>Administrative and waste management services</i>	4.02%	4.25%	4.94%	8.13%	6.99%	8.33%	5.50%

Продовження табл.

Educational services, health care, and social assistance	2.01%	3.26%	1.76%	5.39%	5.14%	4.85%	4.01%
<i>Educational services</i>	2.93%	4.09%	-2.57%	5.21%	4.30%	4.41%	3.76%
<i>Health care and social assistance</i>	1.83%	3.12%	2.47%	5.39%	5.33%	4.87%	4.00%
Arts, entertainment, recreation, accommodation, and food services	3.15%	3.15%	-1.70%	18.43%	5.87%	8.47%	4.99%
<i>Arts, entertainment, and recreation</i>	1.84%	1.95%	1.87%	9.11%	8.13%	3.44%	4.81%
<i>Accommodation and food services</i>	3.20%	3.53%	-1.59%	20.82%	4.85%	9.24%	4.73%
Other services, except government	2.76%	2.07%	4.53%	5.30%	8.64%	5.70%	5.34%
Government	3.37%	1.55%	5.63%	3.54%	2.55%	4.00%	3.24%
Federal	3.55%	1.27%	3.52%	3.99%	4.43%	7.35%	6.84%
State and local	3.36%	1.67%	5.76%	3.19%	1.91%	3.18%	2.33%

Джерело: обчислено і сформовано авторкою за даними [37, 56].

Подібні висновки випливають, якщо розділити роки на часові проміжки «до» та «після» широкого впровадження ШІ. З Таблиці 2.2 можна побачити виділені галузі, де середні темпи зростання продуктивності зросли більше ніж на 1%. Це зазвичай галузі, які мають значну частку когнітивних завдань та високий рівень цифровізації (інформаційна, фінансова, професійна, освітня). Звідси можна сформулювати гіпотезу, що галузі з високою «експозицією» ШІ зростають швидше, ніж ті, що мають низький показник, після появи штучного інтелекту за інших рівних умов.

Таблиця 2.2

**Середній темп зростання продуктивності для галузей в США у період
до та після масштабування ШІ у 2022 році**

Industries	2017-2021	2023-2024
<u>Domestic industries</u>	4.70%	4.61%
Private industries	4.86%	4.78%
Agriculture, forestry, fishing, and hunting	8.63%	-4.04%
Mining	15.69%	-9.08%
Utilities	6.38%	-1.72%
Construction	2.97%	5.89%
Manufacturing	3.77%	4.02%
Wholesale trade	5.87%	2.54%
Retail trade	7.46%	6.27%
Transportation and warehousing	1.25%	3.60%
Information	6.44%	9.53%
Finance, insurance, real estate, rental, and leasing	4.34%	6.94%
<i>Finance and insurance</i>	4.14%	6.03%
<i>Real estate and rental and leasing</i>	4.57%	6.65%
Professional and business services	4.66%	6.66%
<i>Professional, scientific, and technical services</i>	3.94%	5.98%
<i>Management of companies and enterprises</i>	3.52%	5.03%
<i>Administrative and waste management services</i>	5.34%	6.92%
Educational services, health care, and social assistance	3.10%	4.43%
<i>Educational services</i>	2.42%	4.08%
<i>Health care and social assistance</i>	3.20%	4.44%
Arts, entertainment, recreation, accommodation, and food services	5.76%	6.73%
<i>Arts, entertainment, and recreation</i>	3.69%	4.12%
<i>Accommodation and food services</i>	6.49%	6.99%
Other services, except government	3.67%	5.52%
Government	3.52%	3.62%
Federal	3.08%	7.09%
State and local	3.49%	2.76%

Джерело: обчислено і сформовано авторкою на основі [37, 56].

Разом із цим, все ще варто дотримуватися застережень про те, що така зміна була пов'язана також з іншими чинниками: постковідним відновленням, змінами монетарної політики (а саме політика Федеральної резервної системи *financial easing*), проблемою локалізації робочої сили. До того ж такий вплив може бути все ще «притуплений» через доволі короткий час після початку масштабування технології, а також через лаг, що випливає з теорії про «J-криву продуктивність», та все ще неповну інтеграцію у бізнесові процеси.

Заради того, щоб комплексно дослідити вплив штучного інтелекту, запропонована регресійна модель. Оскільки наразі не існує показника, який би вимірював величину впровадження ШІ в економіці, було створено проксі-показник. Зважаючи на актуальну статистику, яка проводиться Федеральним резервним банком Сент-Луїса [57], було обрано фактори (Формула 2.2):

$$\begin{array}{l}
 \text{Проксі-} \\
 \text{показник} \\
 \text{ШІ}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{l}
 \text{Валові приватні} \\
 \text{інвестиції в обладнання} \\
 \text{для обробки інформації} \\
 \text{та програмне} \\
 \text{забезпечення, млрд дол.} \\
 \text{США}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{l}
 \text{Зайнятість у сфері} \\
 \text{проєктування} \\
 \text{комп'ютерних систем} \\
 \text{та пов'язаних послуг,} \\
 \text{тис. осіб}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{l}
 \text{Витрати на} \\
 \text{дослідження та} \\
 \text{розробки} \\
 \text{(R\&D), млрд} \\
 \text{дол. США}
 \end{array}
 \quad (2.2)$$

Валові приватні інвестиції в обладнання для обробки інформації та програмне забезпечення є певною спробою відстежити зростання інтеграції технології у період цифровізації. Компанії не можуть впроваджувати ШІ, не збільшуючи інвестиції за цією статтею. Щоб ШІ запрацював на заводі чи в банку, потрібні люди, які працюють з ним: дата-інженери, системні архітектори, розробники. Через цю причину було обрано фактор зайнятості у сфері проєктування комп'ютерних систем та пов'язаних послуг. Третій доданий показник стосується витрат на дослідження і розробки, оскільки саме він буде драйвером у розвитку ШІ.

Оскільки всі визначені фактори розраховуються у різних одиницях виміру (Додаток В), потрібно додатково зробити стандартизацію Z-score (Формула 2.3):

$$Z\text{-score} = \frac{X - X_{\text{сер}}}{\sigma_X} \quad (2.3)$$

де X – окреме спостереження показника або змінної;

$X_{\text{сер}}$ – середнє арифметичне значення набору даних;

σ_X – стандартне (або середньоквадратичне) відхилення для змінної X .

На основі отриманих результатів було сформовано проксі-показник, який є усередненням усіх трьох факторів і буде одним із незалежних факторів у регресії (Формула 2.4).

$$\begin{array}{l} \text{Проксі-} \\ \text{показник} \\ \text{ШІ} \end{array} = 0,33 * Z\text{-score} \quad + \quad 0,33 * Z\text{-score} \quad + \quad 0,33 * Z\text{-score} \quad (2.4)$$

валові приватні інвестиції зайнятість у сфері проєктування витрати на R&D

Для регресії залежним фактором було обрано продуктивність праці як одну з характеристик людського капіталу. Для її пояснення використано вище розрахований ШІ-індекс, як елемент вплив якого на людський капітал розглядається у цій роботі; валові приватні інвестиції в основний капітал поза житловим сектором (без урахування ІТ та програмного забезпечення), що допомагає нам визначити вплив на продуктивність інвестицій в промислове обладнання та інфраструктуру; а також рівень безробіття та dummy-показник, що відображає кризу 2008 року, які допоможуть визначити коливання продуктивності залежно від економічного циклу. Дані для кожного з факторів можна переглянути в Додатку Г. Отримана регресія має вигляд (Формула 2.5):

$$P = \alpha + \beta_1 \cdot AI + \beta_2 \cdot Unemployment + \beta_3 \cdot GPI_{\text{nonIT}} + \beta_4 \cdot Crisis_{2008} \quad (2.5)$$

де P – продуктивність праці, залежна змінна;

α – вільний член регресійного рівняння;

AI – індекс розвитку штучного інтелекту (ШІ-індекс);

Unemployment – рівень безробіття

GPI_{nonIT} – обсяг валових приватних інвестицій без урахування сектору IT та програмного забезпечення;

Crisis₂₀₀₈ – штучна змінна (dummy-змінна), що відображає структурний зсув внаслідок фінансової кризи 2008 року;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ – коефіцієнти регресії, що відображають вплив відповідних незалежних змінних на продуктивність.

Щоб позбутися стаціонарності, були застосовані перші різниці та логарифмування. Тепер є можливість інтерпретувати коефіцієнти як еластичність (на скільки відсотків зміниться продуктивність при зміні незалежної змінної на 1%). Водночас було враховано лаг для параметра інвестицій у 1 рік та індексу ШІ у 2 роки, зважаючи на «парадокс Солоу» і теорії J-кривої продуктивності.

На даному етапі також важливо перевірити, чи наявна мультиколінеарність у регресії. Спершу для цього можна проаналізувати матрицю кореляцій. З Таблиці 2.3 можна простежити слабкий лінійний статистичний зв'язок для більшості показників; лише рівень безробіття з продуктивністю показує позитивну помірну силу зв'язку (0,689).

Таблиця 2.3

Матриця кореляцій залежної та незалежних факторів регресії

Фактори регресії	Продуктивність	ШІ-показник	Рівень безробіття	Валові приватні інвестиції (без IT і ПЗ)	Криза 2008
Продуктивність	1				
ШІ-показник	0.426375	1			
Рівень безробіття	0.689309	0.257967	1		
Валові приватні інвестиції (без IT і ПЗ)	-0.34779	0.036548	-0.13534	1	
Криза 2008	0.00462	0.294467	0.256865	-0.20244	1

Джерело: сформовано на основі обчислень авторки.

Установивши величину визначника, а також визначивши величини χ^2 фактичного і χ^2 табличного, простежуємо, що табличне значення більше за фактичне, отже, в масиві незалежних змінних немає мультиколінеарності. Це дозволяє розглянути та проаналізувати побудовану регресію (Формула 2.6):

$$P = 2.07 + 0.87 \cdot AI + 0,5 \cdot Unemployment - 7,48 \cdot GPI_{\text{nonIT}} - 2,7 \cdot Crisis_{2008} \quad (2.6)$$

Дана модель пояснює 71,4% варіації у зміні продуктивності праці (R^2). До того ж якщо поглянути на F-критерій, то модель є глобально значущою: рівень значущості F-статистики – це число з 16 нулями після коми, що означає, що ймовірність того, що модель є «випадковою», майже дорівнює нулю. Додатково, значення емпіричного t-критерію більше за теоретичне та P-value у всіх незалежних факторах менше за критичний поріг 0,05, що говорить про статистичну значущість обраних для моделі незалежних факторів (Додаток Е).

За умови зростання ШІ-індексу на 1%, продуктивність зростатиме на 0,87%. Таке значення близьке до розрахунків Goldman Sachs (1,5%) та Андре і Гел (1%), які також базувалися на американському ринку [59]. Також статистично було доведено, що інвестиції в штучний інтелект та комп'ютерні системи найбільше впливають на продуктивність праці зі затримкою у 2 роки. Саме за такої затримки ці фактори є найбільш статистично значущими, що підтверджує існування J-кривої продуктивності. Зростання безробіття на 1% збільшить продуктивність на 0,5%. Коли безробіття зростає (особливо під час криз), компанії звільняють найменш ефективних працівників, і таким чином середня продуктивність тих, хто залишився, зростає у короткостроковій перспективі. Водночас це не компенсує втрати від загального падіння виробництва. Від'ємне значення на продуктивність за умов зростання приватних валових інвестицій можна пояснити потребою у часі на встановлення обладнання та перенавчання, переміщенням ресурсів до нових впроваджень замість збільшення виробництва. Dummu-показник кризи 2008 року

показує, що під час кризи продуктивність зменшувалася (на 2,7). Це пов'язано з різким падінням попиту при збереженні зайнятості, обмеженням доступу до кредитування та загальним шоком на ринку, що зменшило ефективність використання ресурсів.

Але як і до більшості моделей, які намагаються виміряти вплив штучного інтелекту, варто ставитися з обережністю до зроблених обчислень, оскільки не враховується якість ШІ чи нерівномірний доступ до технологій, а також є складнощі у вимірюванні «когнітивної» продуктивності.

Таким чином, проаналізувавши один з найбільших ринків за експозицією ШІ, вдалося виокремити вплив штучного інтелекту, а також простежити його позитивний вплив на продуктивність як один з елементів людського капіталу. Технологія у більшості не заміщує працівників, а робить робочу силу більш ефективною через ефект підсилення. Також виявлено, що внесок штучного інтелекту можна простежити лише за наявності лагу у 2 роки. Як і за будь-яких інших інвестицій, бізнесу потрібен час, щоб адаптувати процеси, та людському капіталу, щоб підлаштуватися до нової технології. Отже, це дає підстави вважати, що вплив штучного інтелекту у майбутньому буде більш помітним.

2.2. Особливості впровадження штучного інтелекту та його вплив на людський капітал в Україні

В Україні визначити вплив ШІ на людський капітал наразі завдяки статистиці важко, оскільки це відносно новий феномен, який стає предметом статистичного спостереження національних економік і для якого потрібен час, аби його облікувати.

Водночас за даними державної служби статистики України, протягом останніх трьох років можемо побачити зростання частки використання штучного інтелекту бізнесами, особливо в галузях з найбільшою експозицією технологій: ІКТ, професійна, наукова та технічна діяльність, комп'ютерне програмування, а також

дослідження та розробки. Водночас масове масштабування наразі часткове, що пов'язано з необхідністю часу, а також з переглядом методології розрахунку [3].

Через воєнний стан, дані держстату про кількість людських ресурсів не публікуються з причин безпеки та неможливості облікування, через що складно порахувати продуктивність як додану вартість, поділену на кількість зайнятих працівників у сфері або побудувати регресійну модель яка б відображала вплив штучного інтелекту на українському ринку. Однак спробуємо проаналізувати цей ефект у розрізі видів економічної діяльності. Для визначення еластичності було обрано зміну частки підприємств, які використовували інструменти штучного інтелекту, та реальної заробітної плати (Формула 2.7):

$$E = \frac{\Delta \text{Реальна заробітна плата, \%}}{\Delta \text{Частка підприємств з ШІ, \%}} \quad (2.7)$$

Для забезпечення методологічної узгодженості рівнів агрегування спочатку було розраховано середнє значення показника використання ШІ для підгалузей (наприклад, у промисловості), після чого визначено його зміну між 2022 та 2025 роками. Реальна заробітна плата за 2025 рік була вирахована як номінальна заробітна плата, поділена на кумулятивний індекс споживчих цін за три роки ($1,051 \cdot 1,12 \cdot 1,08 = 1,271$). Заробітна плата за 2022 рік була визначена як базова.

Еластичність показує, на скільки відсотків змінилася реальна зарплата при зміні частки підприємств, які впроваджували ШІ, на 1%. Отримані результати у Таблиці 2.4 можна поділити на 2 випадки. Перша група – це сектори, де зростання показника ШІ супроводжувалося зростанням реальної зарплати. Такими сферами є інформація та телекомунікації й професійна, наукова та технічна діяльність, де ШІ завдяки ефекту доповнення підвищує продуктивність; оптова та роздрібна торгівля, що пов'язано з автоматизацією логістики та використанням CRM-систем з новими інноваціями. Це сфери з роботами так званого «білого комірця» із найвищою часткою завдань, які потребують когнітивного навантаження.

Таблиця 2.4

Еластичність реальної заробітної плати з часткою підприємств, які використовують ІІІ за видами економічної діяльності

Вид економічної діяльності	Частка підприємств, які використовують ІІІ			Реальна заробітна плата			Еластичність
	2022	2025	Темпи приросту	2022	2025	Темпи приросту	
Промисловість	4.7	4.47	-0.05	15043	23070.02	0.53	-10.85
Будівництво	6.6	3	-0.55	9382	18421.72	0.96	-1.77
Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів	5.05	5.65	0.12	15284	24606.61	0.61	5.13
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	4.4	3.6	-0.18	13309	21089.69	0.58	-3.22
Тимчасове розміщування й організація харчування	6.7	4.3	-0.36	9078	15057.44	0.66	-1.84
Інформація та телекомунікації	5.4	7.9	0.46	31217	51603.46	0.65	1.41
Операції з нерухомим майном	4.7	2.9	-0.38	11242	18111.72	0.61	-1.60
Професійна, наукова та технічна діяльність	5.4	6.2	0.15	19549	27050.35	0.38	2.59
Сфера адміністративного та допоміжного обслуговування	5.5	4.5	-0.18	12066	15974.04	0.32	-1.78
Усього	5.4	4.6	-0.15	14619	20727.77	0.42	-2.82

Джерело: сформована авторкою на основі [3].

Друга група з негативною еластичністю. Це сектори, де показник ІІІ впав (дельта від'ємна), але зарплата все одно зростає. Ймовірно, це пов'язано з тим, що зарплати в цих сферах ростуть не через технології, а через дефіцит кадрів. До того

ж у більшості галузей у цій групі ШІ не може замінити людей через низький вплив та завдання, які знаходяться «поза межами» його можливостей. Ще однією з причин може бути припинення діяльності частини підприємств через військові дії, а не відмову від технології. Отже, варто зважати на ці перешкоди при аналізі та інтерпретації результатів.

Додатково можна порівняти рівні заробітних плат у професіях з високою та низькою часткою ШІ. У рамках дослідження було визначено, що галузі з часткою ШІ від 4,6%, як середнє за усіма видами економічної діяльності, є галузями з високою експозицією ШІ. Таких три: оптова та роздрібна торгівля, професійна, наукова та технічна діяльність й інформація та комунікація. Решта – інші види економічної діяльності.

З обчислень з Додатка Ж можна простежити, що працівники у галузях з вищим рівнем впровадження ШІ отримують більш ніж вдвічі вищу заробітну плату ($\Delta=34420,14-15904,11=18516,03$ грн) (Таблиця 2.5). Перш за все це пов'язано з необхідністю вищої кваліфікації людського капіталу, за яку ринок винагороджує вищими зарплатами. Водночас у цих галузях, так само як і у сферах з нижчою експозицією ШІ, за даними Dou, заробітна плата вища у працівників з навичками використання штучного інтелекту, оскільки це створює ефект «доповнення», який підвищує продуктивність людського капіталу [12].

Таблиця 2.5

Порівняння рівня заробітних плат для галузей з низькою та високою часткою ШІ

	Галузі з високою часткою ШІ	Галузі з низькою часткою ШІ
Середня заробітна плата	34420,14 грн	15904,11 грн
Середній ріст з/п	0.55	0.61

Джерело: сформовано авторкою на основі обчислень.

Можна простежити, що зростання заробітних плат було більше у галузях із нижчою експозицією ШІ. Цьому є декілька пояснень. У час російсько-української війни, за міграції та мобілізації, кількість пропозиції робочої сили впала, водночас

попит зростає через необхідність відбудови. Через це роботодавці змушені підвищувати заробітні плати, аби знайти фахівців. Водночас тут спрацьовує так зване явище «хвороби витрат Баумоля», суть якого полягає у тому, що заробітна плата в галузях з низьким зростанням продуктивності зростає за зарплатами у високопродуктивних галузях з метою утримання персоналу, який інакше піде в інші сфери. Таким чином, це певна «компенсація» для працівників, щоб вони залишалися у галузі. Водночас отримані результати слід інтерпретувати з обережністю через шоки, пов'язані з воєнним періодом.

Наразі також можна простежити збір даних для індексу цифрової економіки та суспільства (DESI), який використовують для оцінки рівня технологічного розвитку держави і який може стати корисним для розрахунку впливу ШІ у майбутньому. Одним із його елементів виступає людський капітал, основною характеристикою якого стають навички та вміння користуватися інтернетом та інструментами у галузі ІКТ, включно зі штучним інтелектом [6]. Отже, грамотність у сфері ШІ стає базовою вимогою, якою має володіти працівник. За даними Світового економічного форуму, попит на цю навичку зріс на 70% між 2024 та 2025 роками [102].

Разом із цим в Україні наявні проблеми втрати людського капіталу через міграцію та військові дії, які частково може компенсувати штучний інтелект і запобігти впливу нестачі кадрів. Зважаючи на те, що на українському ринку значна кількість кваліфікованих фахівців у сфері ІТ, Україна може стати одним із рушіїв прогресу ШІ, який підсилить людський капітал [96].

Міністерство цифрової трансформації України вже реалізує стратегію WINWIN, спрямовану на перетворення країни на глобальний інноваційний хаб. Однією з представлених концепцій є перехід до Agentic State – так званої «агентної держави», де ШІ частково виконує функції уряду, які можуть бути автоматизовані. Одними з таких є аналіз ринку праці та допомога роботодавцям і шукачам роботи, попередня перевірка документів, а також застосування штучного інтелекту у defense-технологіях, освіті та охороні здоров'я. З цією метою створюється

законодавчий, технологічний та освітній ґрунт, щоб зменшити залежність від іноземних технологій і формувати вітчизняні інноваційні практики.

Отже, було зроблено спроби дослідити вплив штучного інтелекту на людський капітал в Україні, зважаючи на обмеженість офіційної статистики. У секторах з високою часткою розумових завдань простежується позитивна еластичність між часткою підприємств, які впроваджують ШІ та заробітною платою. Однак наразі цей вплив незначний. У більшості інших секторів підвищення оплати праці переважно не є наслідком впровадження нової технології, а залежать від інших факторів. Водночас показово, що людський капітал із вищими навичками й кваліфікацією (включно з умінням користуватися штучним інтелектом) має вищу заробітну плату.

2.3. Переваги та ризики використання штучного інтелекту для підвищення продуктивності людського капіталу

Людський капітал – це не лише про продуктивність, її вартість, представлену заробітною платою, а й також про навчання, розвиток та соціалізацію. За моделлю «накладання поколінь» економіка складається з «новачків», які не мають ні капіталу, ні знань, та «експертів» з «неявними знаннями», якими вони можуть поділитися з першими [67]. Неявні знання важко виділити – вони передаються виключно через соціальну взаємодію та спільну роботу над рутинними завданнями. Історично починаючи з цехів, новачки виконували повторювану роботу для експертів в обмін на можливість навчатися. Сьогодні це відображається більше структурою людського капіталу: якщо ти більше знаєш і застосовуєш цю інформацію, ти отримуєш більше. Водночас наразі ШІ через автоматизацію може замінити виконання повторюваних завдань новачками, і таким чином експерти отримають максимізацію прибутку хоч тільки у короткостроковому періоді. Передавання «неявного знання» залишається важливим для новачка, щоб стати досвідченішим, але з можливою «пріоритизацією» штучного інтелекту як дешевшого ресурсу, складніше його отримати. І в такій ситуації ШІ стає корисним

для них – він пропонує способи отримати знання через індивідуальне навчання, допомагаючи швидко досягати результатів експертів, а також можливість адаптуватися під конкретну ситуацію. Отже, зруйнувавши один канал, нова технологія створила інший, який допоміг збирати «неявні знання», але прозорішу результативність цієї зміни зможемо побачити лише через деякий час. Можливо саме така зміна збільшить цінність людських якостей, таких як емпатія, лідерство або ж стратегічне мислення.

Зі знаннями виникає й інша проблема. Історично ринок праці винагороджував рідкісні, важко набуті когнітивні навички, оскільки на їхнє здобуття потрібно було багато ресурсів. Через це об'єктивно формувалася «премія за експертизу» - людина, яка змогла отримати та навчитися застосовувати нові скіли, отримувала більше. Але з винайденням інтернету та пришвидшенням цього процесу за допомогою штучного інтелекту вартість доступу до інформації суттєво знизилася, оскільки на її отримання не використовується стільки ж зусиль. Разом з ними «отоварені» навички також впали в ціні, оскільки нові технології змогли виконувати ті ж завдання ефективніше, швидше або на рівні з професіоналами. Автор і Томсон стверджують, що таким чином виникає зниження рівня заробітних плат у професіях, де більшість завдань знаходиться у «межах» здатності ШІ (наприклад, бухгалтер) [36]. Водночас оскільки наразі ШІ все ще не повністю досліджений, знання у цій сфері цінуються. Аналіз мільйонів вакансій, проведений PwC у 2025 році, показує, що зарплати на посадах з навичками роботи зі ШІ в середньому на 25% вищі, а в окремих категоріях премія досягає 56% [96].

Вплив штучного інтелекту на людський капітал та ринок праці розглядають Кордінг і Марінеску у своїй макроекономічній моделі. Суть цієї моделі полягає в тому, що зростання ШІ відбувається за принципами граничної корисності, і за певного рівня подальше масштабування не матиме користі [69].

Автори пропонують модифікувати виробничу функцію, розділивши капітал на фізичний та інтелектуальний. Припущення полягає в тому, що фізичні та інтелектуальні можливості доповнюють одне одного, що означає, що для створення цінності інтелект повинен мати відображення у фізичному світі (або через фізичний

капітал або через людську працю). Вони припускають, що вартість інтелектуального капіталу знижується експоненційно (подібно до закону Мура про те, що кількість транзисторів на схемі подвоюється приблизно кожні 2 роки), у той час, як вартість фізичного, а також людського капіталу залишається стабільною. За такої моделі економіка досягає так званої точки «насичення інтелекту», і додавання ще його більшої кількості не призведе до пропорційного зростання ВВП (як розрахунок багатства країн). Воно буде обмежене фізичними активами (наприклад, ШІ може спроектувати тисячу будинків за хвилину, але їх будівництво залежить від кількості цегли та будівельників).

Також вони припускають, що динаміка зростання заробітних плат буде горбоподібна. Якщо спочатку через зростання продуктивності заробітна плата буде зростати, то з настанням «насичення інтелекту» відбудеться навпаки: частка доходу, що припадає на інтелектуальну працю, починатиме падати, а люди витісняться у сектори, де їхня фізична присутність прирівнюється до «інтелекту ШІ» (наприклад, встановлення сонячних панелей, які керуватимуться ШІ) [69].

В умовах геополітичної нестабільності стає важливо швидко адаптуватися. За даними McKinsey, 82% компаній відчули вплив нових тарифів на свої ланцюги постачання [60]. У цьому контексті інструменти штучного інтелекту можуть бути використані для ідентифікування потенційних затримок (страйки, погодні умови, зміни політики) в середньому за розрахунками за 9 днів до їх настання. Цей буфер допоможе бізнесам швидше пристосовуватися до різких змін на ринку, а також до криз.

Крім економічних ризиків, також існують політичні та соціальні. Одним із важливих є регулювання штучного інтелекту, а також упровадження в його контроль змісту етики та моралі. Оскільки штучний інтелект може брати на себе комплексні завдання, потрібно визначити, чия буде відповідальність, коли він зазнає помилки, наприклад, під час керування машиною або у проведенні хірургічної операції.

Якість рішень ШІ напряму залежить від якості даних. В освіті та HR використання ШІ може призводити до алгоритмічної упередженості, якщо вибірки,

на яких він навчається, містять дискримінаційні патерни. Якщо система навчається на даних компанії, де на технічних посадах історично переважали чоловіки, вона може «зробити висновок», що чоловіча стать є одним з індикаторів успішного кандидата і занижувати рейтинг жінкам, навіть якщо вони мають таку ж або кращу кваліфікацію, бо їхній профіль не відповідає «патерну успіху». Талановиті кандидати можуть бути несправедливо відсіяні, а інші зуміють обманути технологію через використання «промтів». Такі випадки були зафіксовані, наприклад, в Amazon [48].

Проблема ускладнюється тим, що упередженість може бути неявною. Навіть якщо з навчальних даних видалити прямі вказівки на стать чи расу, ШІ може навчитися ідентифікувати ці групи за непрямими ознаками, такими як назва навчального закладу (наприклад, жіночий коледж), участь у певних гуртках чи навіть вживання певних слів у резюме. Для компаній це означає ризик втратити талановитих фахівців, юридичні та репутаційні ризики.

Поряд з проблемою упередженості існує проблема прозорості, або, як її часто називають, проблема «чорної скриньки». Вона полягає в тому, що багато моделей ШІ є дуже складними, що часто навіть їхні розробники не можуть до кінця пояснити, як саме і на основі яких факторів система дійшла того чи іншого висновку. Коли така «чорна скринька» приймає рішення про відмову кандидату у працевлаштуванні або рекомендує не підвищувати співробітника, виникає проблема: як компанія може обґрунтувати це рішення, якщо логіка алгоритму є непрозорою? [9]

Ця непрозорість напряду веде до проблеми підзвітності. Хто несе відповідальність за помилкове або дискримінаційне рішення, прийняте алгоритмом? Розробник, який створив модель? Компанія, яка її впровадила? HR-фахівець, який натиснув кнопку? [15] Також може страждати конфіденційність інформації через нерозуміння як працює цей «чорний ящик» і чи не відбуватиметься нецільове використання введених або завантажених даних.

Водночас можна простежити проблеми й на макрорівні. Розподіл використання штучного інтелекту по світу нерівномірний. Якщо одні швидко

розвивають нові технології та людський капітал, то інші економіки можуть лише встановлювати інтернет та не мати ресурсів для стрімкого розвитку. МВФ прогнозує, що розвинені країни можуть отримати вдвічі більший приріст доходів від ШІ, ніж країни з низьким доходом [47].

Але разом з цим виникають також переваги застосування ШІ. Старіння населення в розвинених країнах призводить до скорочення робочої сили. У цьому контексті автоматизація та підвищення продуктивності допомагають урівноважити економічне зростання та рівень життя. До того ж набуття цифрових навичок «срібним поколінням» дає змогу бути економічно активними довше на ринку праці, що зменшує пенсійне навантаження.

Отже, вплив ШІ є різнобічним і може як допомагати, так і створювати бар'єри для людського капіталу. МВФ прогнозує, що у розвинених економіках близько 60% робочих місць зазнають змін через більшу частку «розумових» професій у структурі зайнятості. Разом зі здешевленням отримання інформації та навичок штучний інтелект також створює ризик поглиблення нерівності через недостатню якість даних, на яких він вчиться, а також складність розуміння механізму, за яким працює технологія.

Висновки до розділу II

Після проведеного аналізу за даними американського та українського ринку можна стверджувати, що штучний інтелект є технологією, яка впливає на людський капітал. Хоча через «новизну» ШІ, його вплив статистично важко виміряти, але на основі розгляду продуктивності праці у розрізі секторів американського ринку, можемо побачити зростання продуктивності з 2022 року – року початку масштабування технології, у сферах з основним фокусом на когнітивних завданнях, або інших завданнях, які знаходяться в «межах» здатності інновації.

Побудована економетрична модель показала, що збільшення індексу впровадження ШІ на 1% асоціюється зі зростанням продуктивності приблизно на 0,87%. Такі результати сходяться з даними подібних досліджень і підтверджують

«підсилення» людського капіталу. Водночас ефект проявляється із часовим лагом у 2 роки, оскільки на впровадження нових технологій потрібен час для адаптації до нових бізнес-процесів у компанії, а також навчання працівників. Час і сила цього впливу можуть змінитися з часом, тому варто повторно проводити аналіз в майбутньому.

В Україні цей вплив виявити важче через шоки, пов'язані з неможливістю статистичного дослідження через війну та економічну нестабільність. Водночас можна простежити подібність до ринку США у швидкому розвитку сфери інформації та телекомунікацій і професійної, наукової та технічної діяльності через велику частку завдань, які ШІ може автоматизувати або допомогти підсилити людський капітал.

Попри переваги пов'язані зі зростанням продуктивності та укладенням «срібного покоління», штучний інтелект також створює перешкоди для розвитку людського капіталу, які проявляються через упередження, вразливість кібербезпеки або ж відсутність розуміння регулювання цієї технології та імплементації етики у її роботу.

Отже, штучний інтелект стає не стільки заміником праці, скільки фактором підвищення ефективності людського капіталу, а його вплив на продуктивність економіки посилюватиметься з технологічним розвитком та набуттям нових навичок.

РОЗДІЛ III НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В УКРАЇНІ В УМОВАХ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

3.1. Політика розвитку людського капіталу в умовах поширення штучного інтелекту у світовій практиці

Швидкість впровадження і розробки нових технологій щорічно зростає експоненційно, про що стверджують Е. Макафі та Е. Брінйольфссон у книзі «Друга епоха машин», аналізуючи історичний розвиток технологій. Так, швидкість впровадження генеративного ШІ випереджає попередні технологічні цикли: якщо телефону знадобилося приблизно 75 років, щоб досягти 100 мільйонів користувачів, то ChatGPT – всього 2 місяці [53].

Інтеграція штучного інтелекту в суспільство та економіку простежується за зростанням витрат у світі на інвестиції у його розвиток, а також зростанням частки компаній, які його впроваджують. Особливо простежується зростання обсягу інвестицій у Великій Британії, Франції, Канаді та США (Рис. 3.1). Величина в останній зросла більше ніж вдвічі за рік: якщо у 2024 році сума становила 109,08 мільярдів доларів США, то у 2025 році – 285,88.

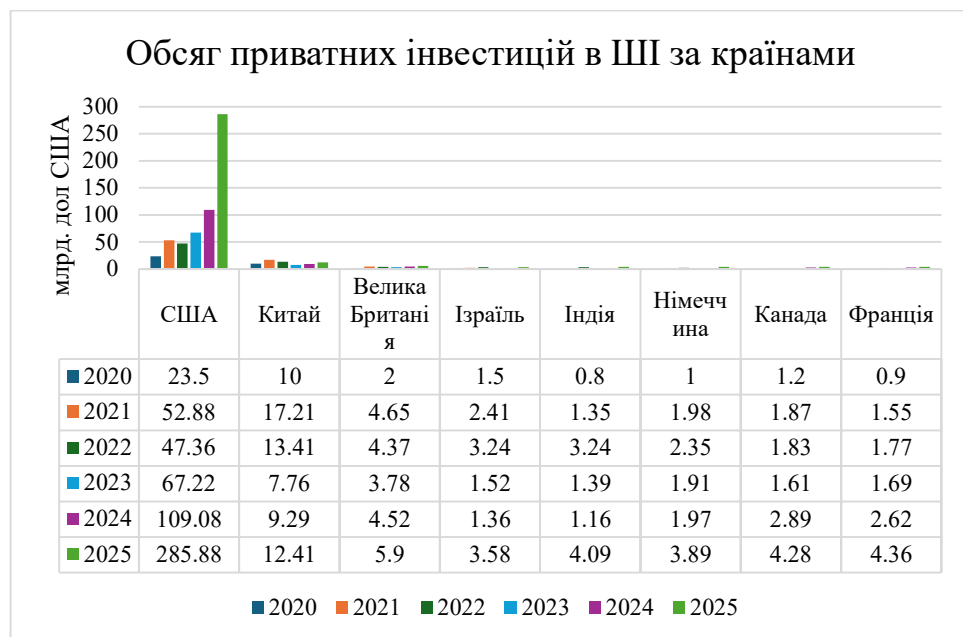


Рис. 3.1 Обсяг приватних інвестицій в ШІ за країнами за 2020-2025 роки за даними [30-35].

Водночас спостерігається зростання частки компаній, які впроваджують та використовують штучний інтелект у внутрішніх процесах (Рис. 3.2). Особливо відбувся стрибок у 2024 році, що можна пов'язати з розумінням бізнесами важливості використання технології для збереження конкурентоспроможності та переваг, які надає ШІ у бізнес-процесах та навчанні персоналу. Якщо раніше у компаній був вибір впроваджувати чи ні використання систем на базі штучного інтелекту у роботу, то сьогодні це є однією з важливих умов для покращення людського капіталу та створення ефективного підприємницького середовища.

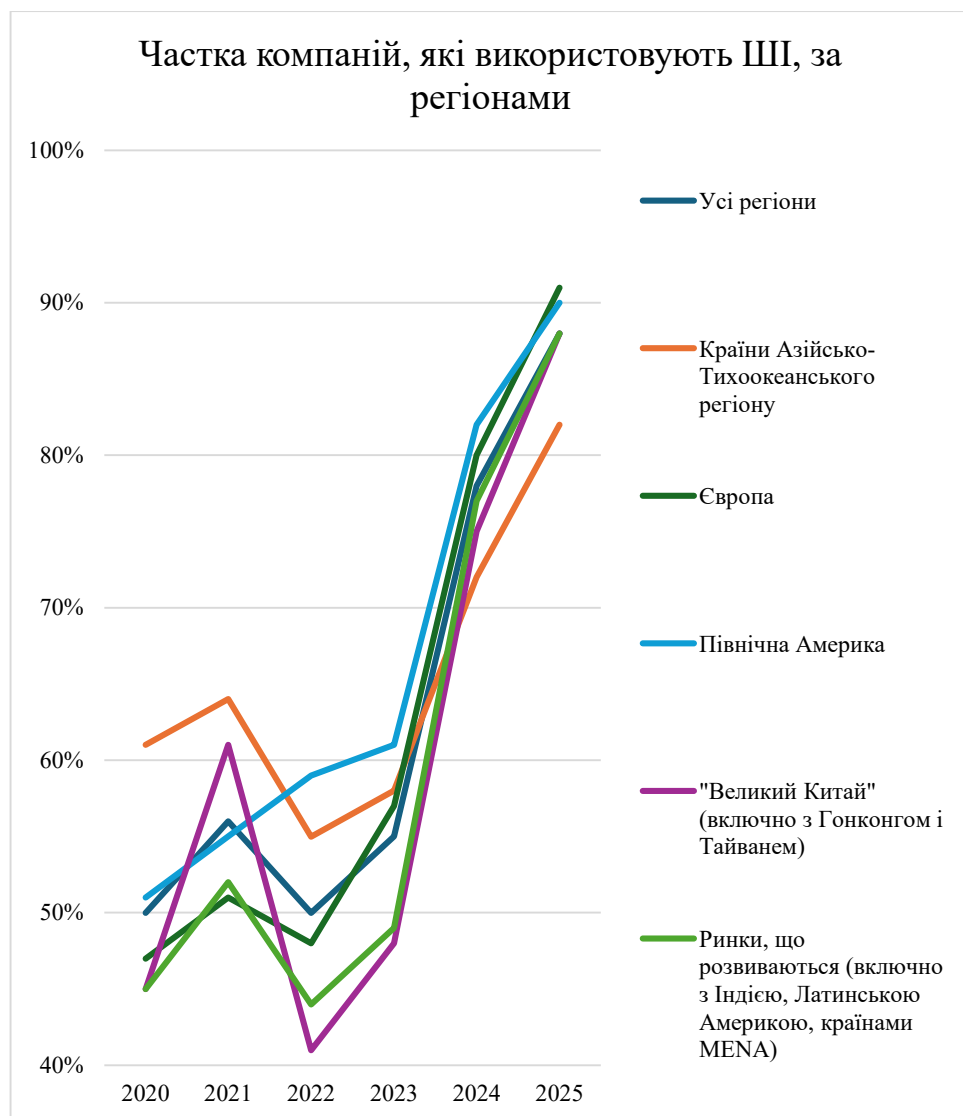


Рис. 3.2 Частка компаній, які використовують ШІ, за регіонами, за 2020-2025 роки за даними [30-35].

У глобальному вимірі, за дослідженням Світового економічного форуму, на запитання про державні політики, які мають найбільший потенціал покращити

доступ до кадрів у 2025–2030 роках, роботодавці назвали фінансування програм перепідготовки та підвищення кваліфікації (55%), а також безпосереднє надання таких програм (52%) як два найважливіші заходи [103]. Така потреба бізнесу в державних інвестиціях у розвиток людського капіталу зумовлена необхідністю узгодити можливості працівників із вимогами ринку праці в майбутньому.

«Потрійність» впливу ШІ на ринок праці, а також невідомість щодо його майбутнього потенціалу змушують зважати на його ймовірні зміни. Світовий економічний форум у своєму звіті про майбутнє робочих місць висвітлює, що 86% роботодавців вважають, що ШІ та інформаційні технології трансформують їхній бізнес до 2030 року [103]. До того ж така ж кількість вважає, що найбільшим джерелом для забезпечення розвитку нових навичок та перекваліфікування працівників будуть саме підприємства. До ери ШІ бізнесам допоможе підготуватися сам штучний інтелект, оскільки відіграватиме подвійну роль: технології, яка змінює процеси, та інструмента, за допомогою якого буде розвиватися людський капітал. Через те що обидві з цих ролей існують, взаємодіючи одна на одну, утворюється «спіраль зростання», яка щоразу підіймає на щабель вгору рівень розвитку суспільства та людського капіталу [11]. Зростання впровадження штучного інтелекту підвищує попит на відповідні навички, що призводить до розробки технологій і їхнього використання. Взаємодія з ними підвищує цифрову грамотність, яка робить поштовх до підготовки до подальшого масштабування штучного інтелекту в економіку.

Наразі ШІ може полегшити досвід навчання через персоналізований підхід до учнів та можливість впровадження гейміфікації. Також технологія зможе допомогти в навчанні персоналу в міжнародних компаніях із меншими витратами ресурсів через можливість перекладати матеріали на локальну мову та знаходити приклади й дані, які будуть релевантні для певного регіону.

Як один із лідерів у галузі ШІ, IBM використовує власну платформу, яка базується на технології Watson, для внутрішнього розвитку персоналу [65]. Завдяки системі співробітник може розглянути список запропонованих релевантних курсів чи проєктів, які відповідають його навичкам, досвіду чи кар'єрним цілям і обрати

найбільш бажаний план навчання. Такий підхід допомагає розвивати таланти в компанії й також утримувати персонал, оскільки робітники бачитимуть шляхи кар'єрного розвитку через виявлення власних прогалин у навичках.

Системи навчання для працівників також розробив Walmart. За допомогою VR співробітники потрапляють у реалістичні симуляції робочих ситуацій, таких, як, наприклад, великий потік людей у «чорну п'ятницю» чи пожежа в магазині. ШІ аналізує їхні дії, погляд та швидкість реакції, надаючи опісля персоналізований зворотний зв'язок для покращення їхніх навичок [82].

Unilever знайшов спосіб використовувати штучний інтелект в рекрутингу: через гейміфіковані тести для оцінки здібностей та відеоінтерв'ю з аналізом мови та міміки вдалося скоротити середній час найму з шести місяців до восьми тижнів, а також підвищити різноманітність серед кандидатів [77].

Крім приватних ініціатив, державні інституції також впроваджують заходи, які створюватимуть середовище для розвитку людського капіталу. Китай має одну з найбільш амбітних програм інтеграції ШІ з людськими ресурсами – «Next Generation Artificial Intelligence Development Plan» [78]. Суть полягає у впровадженні обов'язкової ШІ-освіти на всіх рівнях формального навчання і передбачає мінімум 8 годин навчання штучному інтелекту на рік. А ініціатива «AI Plus» допомагає інтеграції технології у різні сектори економіки, включаючи й перенавчання вчителів [19]. Водночас з цим уряд заохочує місцевих технологічних гігантів, на кшталт Baidu (пошуковий сервіс) чи SenseTime (компанія з розробки ШІ), надавати користувачам свої платформи для освітніх потреб в обмін на доступ до даних чи державні контракти.

На відміну від Китаю, ЄС пріоритизує принципи безпечного та етичного штучного інтелекту, звертаючи увагу на захист прав людини. Як квінтесенція цих цінностей, у 2025 році виник «AI Continent Action Plan», суть якого полягає у підтримці стартапів, розширенні доступу до високоякісних даних і розвитку талантів [89]. Зокрема, останнє реалізується через «Digital Education Action Plan 2021-2027», де вчителів залучають до навчання цифрової грамотності й боротьби з дезінформацією, а також сприяють розвитку якісної освітньої екосистеми [52].

Подібний до прикладу IBM можемо побачити досвід Сінгапуру. Програма SkillsFuture у 2025 році залучила понад 105 000 громадян до 1600 курсів, пов'язаних із ШІ [94]. Уряд не встановив жодних кількісних цілей, а натомість створив стимули через субсидії, які покривають значну частину вартості навчання. Також у рамках ініціативи існує інструмент «AI Potential on Tasks Dashboard», який допомагає працівникам проаналізувати, наскільки їхні щоденні завдання піддаються автоматизації, та обрати відповідний курс для підвищення кваліфікації [91]. Більшість університетів країни, зокрема Сінгапурський інститут технологій, закликає до сприйняття, що ШІ повинен розглядатися не як першоджерело інформації, а як інструмент, що розвиває критичне мислення, допомагаючи знайти розв'язання проблеми, а не надавати відразу правильний результат.

Сполучені Штати використовують модель потрійної спіралі, що базується на взаємодії університетів, бізнесів та уряду у створенні ШІ-продуктів. Національний науковий фонд США у 2025 році виділив 100 мільйонів доларів на підтримку мережі національних науково-дослідних інститутів ШІ [76]. Ці інститути, зокрема Cornell (матеріалознавство) та UT Austin (машинне навчання), розробляють технології й також формують кадровий резерв через програми для школярів та магістерські курси, подібно до того, що імплементує Китай. Важливим аспектом американської політики є також допомога стартапам та малому бізнесу через ініціативу «Little Tech». Уряд надає доступ до обчислювальних потужностей та хмарних сховищ для цих гравців, щоб запобігти монополізації людського капіталу лише великими корпораціями.

Водночас існує проблема «відтоку мізків» з академічного сектору, який продукує нові знання, до індустрії й характерна для більшості країн. Вона пов'язана не лише з вищими зарплатами (іноді втричі вищими, ніж у професорів), а й з доступом до обчислюваних ресурсів, яких у великих техкомпаніях у 1000 разів більше, ніж у всього академічного сектору разом взятого [68]. Для подолання цього розриву уряди ініціюють проекти, які базуються на «потрійній спіралі». Наприклад, німецька ініціатива «AI Campus» пропонує спільні тренінгові програми для

чиновників, бізнесменів та дослідників та простори, де всі три учасники можуть тестувати ІІІ-системи [29].

Отже, штучний інтелект не замінить людей, але люди, які вміють використовувати ІІІ, замінять тих, хто не вміє. Зважаючи на це, державна політика повинна забезпечити кожному можливість покращувати навички та створити середовище для розвитку і можливості швидкої адаптації до змін. По-перше, державна політика повинна робити це через зміну шкільних та університетських програм за прикладом Китаю чи Сінгапуру. По-друге, потрібно заохочувати доступ до ІІІ-інфраструктури для МСП та стартапів, що створить конкурентне середовище, подібно до моделі в США. По-третє, подібно до ЄС, має також мати місце етичне регулювання. Також розвиток людського капіталу залежатиме від ініціатив бізнесів, які створюватимуть сприятливе середовище для персоналу.

3.2. Використання штучного інтелекту для підвищення продуктивності праці в Україні

Перед формулюванням будь-яких рекомендацій для України потрібно розглянути поточний стан, пов'язаний з людським капіталом та розвитком ІІІ. Війна змістила корективи, де збереження людського капіталу стало однією з найважливіших місій, а застосування ІІІ у військових технологіях – способом зберегти перш за все державність та сформувати нішу економічного лідерства.

За планами згідно з Глобальною інноваційною стратегією WINWIN, Україна прагне стати одним із лідерів за рівнем впровадження штучного інтелекту в державному секторі, зокрема, шляхом застосування агентного ІІІ [13]. Цей підхід, на відміну від генеративної версії, не лише обробляє дані, а й працює автономно над прийняттям рішень та наданням послуг.

За очікуваннями, така імплементація допоможе прискорити процес, зменшивши бюрократичні процедури, а також допоможе користувачам отримувати кращі відповіді на персональні запити. Так, використання ІІІ для аналізу нормативних актів допомагає скоротити час опрацювання до 72 годин, що без

технології може займати тижні [98]. Особливо корисною технологія може стати в гармонізації українського законодавства з ЄС, виконуючи величезний обсяг роботи мінімальними людськими зусиллями.

Зокрема, стає важливим створення вітчизняних технологій з можливим залученням іноземних партнерів для досягнення лідерства (Таблиця 3.1). Співпраця з NVIDIA і розробка Diia AI LLM нададуть можливість навчати модель на основі українського законодавства та баз даних, і це допоможе зважати на специфіку державних послуг і потреб громадян в Україні. Продуктивність «Дії» вже значно залежить від ШІ, оскільки обробка 90-95% запитів у службі підтримки здійснюється автоматизовано [98]. До того ж подібне впровадження спостерігається й на сайтах Державної служби статистики України, де за допомогою штучного інтелекту можна швидко знайти необхідні бази даних, ввівши запит на інформацію, яка необхідна.

Таблиця 3.1

Пріоритетні напрями стратегії WINWIN і очікуваний вплив від реалізації

Спосіб реалізації	Очікуваний вплив
Впровадження технології в обороні, бізнесі, освіті та медицині.	Можливе скорочення операційних витрат до 20-30% та підвищення продуктивності.
Розробка власних моделей ШІ (Diia AI LLM).	Технологічна незалежність та безпека даних. Зв'язок з екосистемою Diia.
Будівництво дата-центрів та AI Factory у партнерстві з NVIDIA.	Збільшення кадрового потенціалу (з якого вже наявні понад 300 тисяч спеціалістів за оцінками Startup Genome 2025 року), прискорення створення сервісів на основі ШІ.
Розробка національної великої мовної моделі LLM у партнерстві з Kyivstar на основі технологій Google.	Здобуття професійних навичок на основі співпраці з міжнародними партнерами.

Джерело: сформовано авторкою на основі [13, 45, 74, 99].

Звідси простежується економічний ефект від впровадження штучного інтелекту в Україні, який вже на ранніх етапах може показати хороші результати,

зокрема і в розвитку людського капіталу. Автоматизація та цифровізація бізнес-процесів дозволяють підвищити індивідуальну продуктивність працівників, що в масштабах країни означає можливість компенсувати дефіцит трудових ресурсів та прискорити відновлення ВВП після падіння на 28,8% у 2022 році [10]. До того ж можна застосовувати обмін даними через систему «Трембіта», що може сприяти верифікації інформації штучним інтелектом, а також зберігати її конфіденційною.

Разом з розвитком людського капіталу, який базується на розвитку технологій, збереження залежить також і від реалізації Стратегії демографічного розвитку до 2040 року, яка була затверджена урядом у 2024 році [70]. Вона базується на п'яти цілях, представлених на Рис. 3.3.

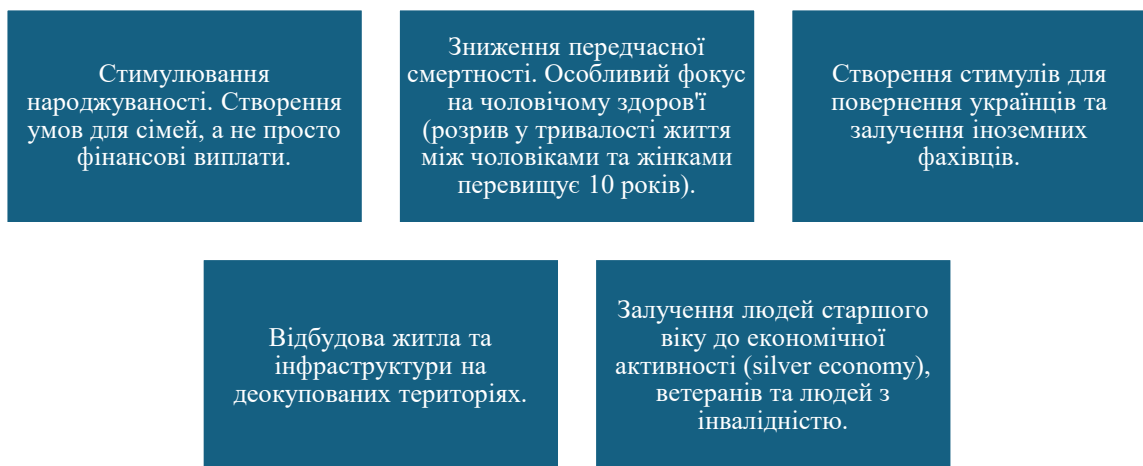


Рис. 3.3 Цілі Стратегії демографічного розвитку України до 2040 року

Задля досягнення цих цілей важливою стає соборність країни, а отже, необхідний розвиток сектору оборонних технологій. Наприклад, кластер Brave1 об'єднує понад 3500 розробок, які створюють безпілотні системи, засоби РЕБ та платформи ситуаційної обізнаності [41]. Продуктивність у цьому контексті вимірюється здатністю ШІ швидко аналізувати ситуацію на полі бою і допомагати приймати рішення миттєво. Вимушений попит на власні системи оборони й реагування створив пропозицію на виробництво технологій, що стимулює розвиток високотехнологічного виробництва, яке у майбутньому може стати основою експортного потенціалу країни. Вже у 2024 році витрати на інновації в Україні подвоїлися, переважно завдяки оборонним R&D [64]. До того ж українські технології тестуються в умовах реальних бойових дій, що надає їм конкурентну

перевагу з-поміж інших. Так, змогла вийти на міжнародний ринок компанія DroneUA та підписала контракти з деякими урядами країн НАТО [54]. Так само відбувається співпраця українських компаній з Palantir щодо аналізу даних для розмінування [40].

Галузеве впровадження штучного інтелекту можемо також простежити в інших секторах економіки. Зокрема, компанія ДТЕК використовує дрони, оснащені LiDAR (лазерні датчики, які допомагають виміряти відстань) та термальні камери, дані з яких аналізує за допомогою сервісу Nepta Insights на основі ШІ. Таке використання технологій допомагає визначити у 3 рази більше дефектів, ніж коли б це робила людина [49]. Компанія також використовує ШІ для допомоги працівникам управляти складними режимами роботи теплових електростанцій.

В агросекторі компанія Kernel використовує ШІ-алгоритми для оцінки якості посівів за знімками з дронів. Це, по-перше, допомагає автоматизувати польовий моніторинг на великих полях, а по-друге, зменшує ризики для життя працівників, особливо на прифронтових територіях. Використання ШІ у дронах стало також корисним у виявленні мін, оскільки дозволило повертати землі для посівів швидше, а отже, впливало на продуктивність сільського господарства.

Використанням інновацій також виділяється Нова пошта, яка розробляє власні великі мовні моделі для оптимізації маршрутів та покращення клієнтського сервісу. Зокрема, одним з останніх заходів компанії було проведення хакатону разом з DEV Challenge з розробки прототипу, який збиратиме дані про активність терміналу на базі AI/ML, IoT тощо [14].

Найбільш часто ШІ використовують у процесі найму та управління талантами. Netpeak Group використовує власну розробку LITI для рекрутингу, яка на основі інструкцій на 77 сторінок оцінює працівника за 110 пунктами на наявність софт-скілів, у той час як менеджер може сфокусуватися на перевірці інших навичок кандидата. Laba Group використовує ШІ для формулювання фідбеку після інтерв'ю, а SKELAR використовує різноманітні інструменти на базі штучного інтелекту майже на всіх етапах найму, таким чином, скорочуючи час закриття вакансій на 30% і фокусуючись на більш важливих завданнях замість, наприклад, написання тексту

[1]. Більшість компаній визнає переваги технології та використовує її для полегшення робочого досвіду (Таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Процеси, у яких українські компанії використовують штучний інтелект

Компанія	Використання ШІ
Епіцентр	Аналіз великих даних, створення контенту (опис товарів, генерація зображень для банерів та реклами), автоматизація клієнтської підтримки, аналіз поведінки споживача.
Sense Bank	Автоматизація клієнтської підтримки через створення чат-асистентів, прогнозування та аналіз даних, ідентифікація користувачів.
Uklon	Використання у службі підтримки, допомога водіям і пасажиром в отриманні персональних пропозицій, формування моделей для обчислення попиту та пропозиції, складання маршрутів.

Джерело: сформовано авторкою на основі [5].

Важливість штучного інтелекту також проявляється у формальній та неформальній освіті в Україні. Зокрема, Національний університет «Львівська політехніка» пропонує магістерську програму «Системи штучного інтелекту», а Національний університет «Києво-Могилянська академія» створює курси, які ґрунтуються на вивченні алгоритмів ШІ [7]. SoftServe University у навчанні робить фокус на практичних аспектах, використовуючи світові практики 95 міжнародних університетів. З 2025 року платформа робить фокус на курсах з вивчення технологій на базі штучного інтелекту, звертаючи увагу на попит користувачів [86].

Додатково не варто забувати про правове регулювання технології, яке в Україні слідує гармонізації з Актом про ШІ ЄС. Згідно з опитуванням Kantar Ukraine, 45% громадян вважають, що потрібен закон щодо регулювання ШІ, і лише 14% виступають проти [4]. Одним із перших кроків до регулювання стало підписання декларації Блетчлі у 2023 році, метою якої є сприяння розвитку ШІ й створення регуляторів з дотриманням інклюзивності, сталого розвитку (зокрема Цілей сталого розвитку ООН) і захисту прав людини [95]. Як один з наступних кроків була розроблена «Біла книга» Міністерством цифрової трансформації у 2024

році, у якій описано методологію оцінки впливу штучного інтелекту на права людини, сфери регулювання (зокрема де сфера оборони залишається поза регулюванням), визначено цілі, а також запропонований bottom-up підхід до регламентації ШІ використання.

Загалом регулювання штучного інтелекту є складним у декількох аспектах:

1) Технологія постійно і стрімко розвивається, через що розроблені документи швидко застарівають і мають постійно оновлюватися.

2) Немає попередніх прикладів і досвіду регулювання подібних технологій. Якщо електронна комерція і її регулювання відбувалися за основою звичайної комерції, то для ШІ цей історичний досвід обмежений. І хоча людство і раніше використовувало алгоритми й перші моделі штучного інтелекту, вони не мали такого впливу на права людини для оформлення письмових правил його використання.

3) Відсутність регуляторного органу, який би швидко реагував на порушення у сфері ШІ.

Зважаючи на окреслені труднощі, потрібно формувати майбутнє співіснування машини й людини у такій екосистемі, яка не створюватиме ризиків для людства, а «підсилюватиме» можливості людини.

Отже, Україна повинна сфокусуватися на максимізації продуктивності наявного людського капіталу через технології (автоматизацію, ШІ) та на інклюзивності (залученні ветеранів, людей з інвалідністю, літніх людей). Національна стратегія розвитку ШІ до 2030 року ставить за мету створення «держави-агента», здатної функціонувати з ефективністю та зменшувати час на бюрократичні процедури. Подібні тенденції простежуються і серед українських бізнесів, які, завдяки створенню власних ШІ-інструментів або залученню партнерських, покращують продуктивність персоналу, а також мають кращі результати, зокрема у сфері HR. Основна мета – створення власних моделей на базі українських даних для здобуття незалежності від інших провайдерів і отримання найбільш релевантних результатів для українських громадян. Зокрема, Brave1 може стати основою для модернізації агросектору, логістики тощо. Також важливим для

розвитку людського капіталу за впливу ШІ стає правове регулювання, яке має обмежувати негативні наслідки від використання технології та над яким у співпраці з ЄС працює Україна.

3.3. Рекомендації щодо мінімізації ризиків та підвищення ефективності впровадження ШІ

За даними дослідження Всесвітнього економічного форуму, половина опитаних керівників вважає головною перешкодою для впровадження ШІ нестачу навичок, необхідних для його використання. Другою за значущістю є нестача бачення серед менеджерів і лідерів у його впровадженні (43%). Наступними є висока вартість технологій (29%), відсутність адаптації під місцеві потреби (24%), складне або відсутнє регулювання у сфері ШІ та даних (21%) та низький попит з боку споживачів (16%) [103]. Щоб подолати ці перешкоди, три чверті опитаних роботодавців планують впроваджувати програми з розвитку робітників, 73% лідерів мають на меті прискорити автоматизацію процесів і завдань, і близько 70% найматимуть персонал, який відповідатиме потребам ринку. Лише 41% планують скорочувати персонал у завданнях, які можуть бути автоматизовані.

Одним із найбільших викликів для України є перетворення військового технологічного досвіду на цивільне економічне зростання після завершення війни. Також проблемами є безпека, повернення людського капіталу та залучення іноземних приватних інвестицій. Для визначення становища людського капіталу України з розвитком ШІ та формування подальших рекомендацій було сформовано SWOT-аналіз (Таблиця 3.3).

Таблиця 3.3

SWOT-аналіз людського капіталу за розвитку ІІІ в Україні

Сильні сторони (Strengths) – 50 б.	Слабкі сторони (Weaknesses) – 48 б.
<p>1) Великий експертний потенціал ІТ-галузі. 10 б.</p> <p>2) Гармонізація права (зокрема у сфері ІІІ) з європейськими стандартами. 7 б.</p> <p>3) Швидка адаптивність до змін (за даними дослідження Мінцифри та Top Lead, 93% опитаних українських компаній вже використовують ІІІ [16]). 10 б.</p> <p>4) Наявність венчурних фондів (близько 44), які фокусуються на ІІІ-стартапах. 7 б.</p> <p>5) Експертиза у ІІІ-розробках у DefenseTech. 10 б.</p> <p>6) Зростання кількості закладів освіти, які пропонують курси ІІІ. 6 б.</p>	<p>1) Недостатність інвестицій у R&D в країні. 9 б.</p> <p>2) Переважна купівля готових іноземних рішень замість розробки власних. 6 б.</p> <p>3) Високі початкові витрати та ризики (зокрема фінансові). 7 б.</p> <p>4) Низька швидкість окупності в традиційних секторах. 2 б.</p> <p>5) Низька заробітна плата у галузі освіти. 7 б.</p> <p>6) Розрив у навичках (за даними КМІС, 41% українців знають про ІІІ, але ніколи його не застосовували, а ще 10% взагалі не розуміють, що це таке [8]). 8 б.</p> <p>7) Лише 18,4% компаній використовують ІІІ для безпеки та кіберзахисту [16]. 9 б.</p>
Можливості (Opportunities) – 37 б.	Загрози (Threats) – 39 б.
<p>1) Розвиток співпраці з міжнародними партнерами у «пісочницях» з розробки ІІІ-продуктів. 9 б.</p> <p>2) Дистанційна реалізація проєктів на основі аутсорсингу. 9 б.</p> <p>3) Зростання рівня цифрової грамотності населення. Кількість регулярних користувачів ІІІ в Україні за рік зросла з 17% до 27%. Показовим є стрибок серед людей віком 45–59 років – із 9% до 25% [8]. 9 б.</p> <p>4) Міжнародний попит на DefenseTech. 10 б.</p>	<p>1) Руйнування інфраструктури ворогом. 9 б.</p> <p>2) Нестабільність енергомереж через обстріли. 6 б.</p> <p>3) Російські кібератаки на конфіденційні бази даних. 8 б.</p> <p>4) «Відтік мізків» до США чи ЄС. 10 б.</p> <p>5) Відсутність регуляторної бази щодо контролю ІІІ. 6 б.</p>

Джерело: сформовано авторкою з використанням даних [2, 8, 16].

Згідно з таблицею SWOT, пріоритетною стратегією для України є формування власних продуктів у сфері ІІІ та їх подальший експорт на європейському або світовому ринку (Таблиця 3.4). Зважаючи на велику кількість ІІІ-професіоналів, держава та компанії можуть залучити їх через програми навчання, хакатони або інші платформи комунікації чи взаємодії.

Таблиця 3.4

Матриця стратегічних рішень

Стратегія S-O (87 б.)	Стратегія W-O (85 б.)
Використовувати наявних фахівців у сфері ІІІ для розробки внутрішніх систем автоматизації (ботів, прогнозування), щоб компенсувати кадрову нестачу у сферах логістики, ритейлу та агросектору.	Запускати масові внутрішні програми навчання персоналу (особливо для вікової групи 45-59 років), використовуючи готові іноземні SaaS-рішення, щоб перетворити ті 41% працівників, які «чули, але не користуються», на людей з досвідом роботи зі штучним інтелектом.
Стратегія S-T (89 б.)	Стратегія W-T (87 б.)
Використати високу швидкість адаптації українського ІІІ для створення систем перевірки та обробки (які, наприклад, автоматично перевіряють компанію на відповідність нормам ЄС) або інших систем ІІІ-послуг та подальшого їх експорту на європейський ринок.	Замість побудови власних дорогих ІІІ-інфраструктур, створювати стратегічні партнерства із західними хмарними провайдерами (Microsoft, Google, AWS). Це закрийє прогалину в кібербезпеці (яка становить лише 18,4%) та забезпечить відповідність європейським стандартам зберігання даних.

Джерело: сформовано авторкою.

При створенні нових продуктів також не варто забувати про впровадження принципів відповідального ІІІ, які, зокрема, пропагує Європейський Союз. Як одна з провідних організацій ОЕСР визначила п'ять принципів відповідального управління ІІІ, які організації мають інтегрувати у свою практику (Таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Принципи відповідального ІІІ
1. Інклюзивне зростання, сталий розвиток та добробут. ІІІ повинен приносити користь людям та планеті. Переваги від ІІІ мають розподілятися справедливо між усіма.

Продовження табл.

2. Повага до верховенства права, прав людини та демократичних цінностей при розробці ШІ. Зокрема, важливими є боротьба з дезінформацією та захист персональних даних.
3. Прозорість та звітність. Працівники мають розуміти, коли вони взаємодіють з системами ШІ, як ці системи приймають рішення, що впливають на їхню роботу, та мати доступ до механізмів оскарження їхніх рішень.
4. Надійність, безпека та захищеність при взаємодії з ШІ.
5. Підзвітність. Нести відповідальність за належне функціонування технології та дотримання вищезазначених принципів, щоб уникати упередженості, порушень прав людини, безпеки, конфіденційності, трудових прав та прав інтелектуальної власності.

Джерело: сформовано авторкою на основі [80].

Зважаючи на оцінку стану людського капіталу та впровадження штучного інтелекту в Україні, а також звертаючи увагу на принципи відповідального ШІ, які визнає Україна як країна-партнер ОЕСР, було сформовано рекомендації щодо розвитку людського капіталу в умовах масштабування штучного інтелекту для держави (Таблиця 3.6), бізнесу (Таблиця 3.7) і працівників (Таблиця 3.8).

Таблиця 3.6

Рекомендації для держави щодо розвитку людського капіталу в умовах впливу штучного інтелекту на нього

Напрямок	Рекомендації
Освітні програми	<ol style="list-style-type: none"> 1) Створювати національні програми цифрової грамотності та ШІ-компетенцій. Це можуть бути: <ul style="list-style-type: none"> • Безплатні онлайн-курси для різних вікових груп і рівнів підготовки; • Сертифікаційні програми для працівників, які підвищують кваліфікацію, або перекваліфіковуються; • Програми для малого та середнього бізнесу з впровадження ШІ. 2) Формувати державні замовлення на розробку ШІ для публічного сектору з залученням українських компаній. 3) Ініціювати грантові програми для стартапів у сфері ШІ, особливо тих, що орієнтовані на розв'язання соціальних проблем.

Продовження табл.

Аудит, комунікація та моніторинг	<ol style="list-style-type: none"> 1) Провести аудит навичок для визначення наявних можливостей ШІ для української робочої сили для формування програм щодо підвищення кваліфікації. 2) Проводити освітні програми для розвитку обізнаності та зменшення страхів та невизначеності щодо впливу нових технологій на робочу силу.
Соціальні та етичні рекомендації	<ol style="list-style-type: none"> 1) Надавати допомогу витісненим працівникам, створюючи програми перекваліфікації. 2) Створювати просвітницькі програми щодо відповідального використання штучного інтелекту. 3) Ініціювати періодичні перевірки алгоритмів ШІ на виявлення чи усунення упередженості.
Регулювання і впровадження ШІ	<ol style="list-style-type: none"> 1) Формувати відкриті набори даних, які є репрезентативними. 2) Розробити політики щодо конфіденційності даних, які визначають, які дані збираються, як вони використовуються та хто має до них доступ. 3) Гармонізувати національні нормативні акти щодо захисту даних з європейськими (AI Act та GDPR). 4) Затвердити обов'язкові мінімальні стандарти кібербезпеки для підприємств, які використовують ШІ, а також створити систему сертифікації ШІ-систем на відповідність цим вимогам. Важливим також буде періодичний аудит щодо цифрової безпеки підприємств, особливо критичної інфраструктури. 5) Створювати середовища, де розвиватимуться Hi-Tech продукти, зважаючи на відповідність майбутньому регулюванню. Створити умови для безпечного тестування ШІ-рішень у державному секторі та медицині, щоб прискорити впровадження інновацій при збереженні етичних стандартів. 6) Реалізовувати платформи, які допомагатимуть у юридичних питаннях щодо дотримання рекомендацій щодо впровадження ШІ. 7) Поширювати маркування «Створено штучним інтелектом» на добровільній основі не лише у сфері медіа. 8) Створювати рекомендації для публічного та приватного секторів щодо використання штучного інтелекту.

Джерело: сформовано авторкою.

Таблиця 3.7

Рекомендації для бізнесу щодо розвитку людського капіталу в умовах впливу штучного інтелекту на нього

Напрямок	Рекомендації
Освітні програми	<ol style="list-style-type: none"> 1) Розробити внутрішні програми навчання, щоб адаптувати наявний персонал до нових реалій замість спроб замінити команду. 2) Створити внутрішні ринки талантів, де працівники можуть бачити нові можливості, а також відстежувати свій прогрес.
Аудит, комунікація та моніторинг	<ol style="list-style-type: none"> 1) Створити канали двостороннього зв'язку, де працівники можуть висловлювати занепокоєння, ставити питання та надавати зворотний зв'язок. 2) Надати працівникам право на оскарження рішень, прийнятих системами ШІ, та на людський перегляд цих рішень. 3) Забезпечити прозорість при використанні систем ШІ. Працівники повинні знати, коли вони взаємодіють з системами ШІ та як ці системи впливають на їхню роботу. 4) Визначити межі використання систем ШІ, наприклад, щодо допустимого обсягу моніторингу та автоматизованого прийняття рішень. Людський нагляд за рішеннями, які впливають на безпеку, права та можливості працівників (human-in-the-loop). 5) Запровадити підхід «people-first», який визнає, що без мотивованих та добре підготовлених працівників організації навряд чи досягнуть успіху у впровадженні ШІ.
Соціальні та етичні рекомендації	<ol style="list-style-type: none"> 1) Забезпечити справедливе ставлення до усіх працівників під час переходу до ШІ, включаючи пакети виходу та підтримку повторного працевлаштування для тих, хто витіснений. 2) Надавати психологічну допомогу працівникам, які переживають стрес через зміни. 3) Створити програми наставництва для допомоги працівникам у переході на нові ролі.
Регулювання і впровадження ШІ	<ol style="list-style-type: none"> 1) Застосовувати принципи відповідального ШІ у розробці систем для уникнення репутаційних ризиків. 2) Впровадити технології захисту конфіденційності та шифрування персональних даних працівників.

Джерело: сформовано авторкою.

Таблиця 3.8

Рекомендації для працівників щодо розвитку людського капіталу в умовах впливу штучного інтелекту на нього

Напрямок	Рекомендації
Освітні програми	<ol style="list-style-type: none"> 1) Самостійно освоювати доступні ШІ-інструменти (ChatGPT, Copilot, Midjourney) та інтегрувати їх у повсякденну робочу практику. 2) Фокусуватися на розвитку навичок, які ШІ не може повністю замінити (критичне мислення, креативність, емоційний інтелект). 3) Брати участь у професійних спільнотах (конференціях, воркшопах) для постійного оновлення знань та обміну досвідом.
Аудит, комунікація та моніторинг	<ol style="list-style-type: none"> 1) Зайняти проактивну позицію у впровадженні штучного інтелекту в бізнес-процесах, надавати зворотний зв'язок та ділитися занепокоєннями, що стосуються взаємодії з технологією. 2) Вимагати прозорості від компанії у використанні ШІ та збереження конфіденційності інформації.
Регулювання і впровадження ШІ	<ol style="list-style-type: none"> 1) Проходити курси з кібербезпеки для зменшення ризиків в інтернеті. 2) Вимагати від підприємств та держави захист своїх даних.
Соціальні та етичні рекомендації	<ol style="list-style-type: none"> 1) Вимагати дотримання та захист прав працівника роботодавцем. 2) Підтримувати та заохочувати використання відповідального ШІ.

Джерело: сформовано авторкою.

Сформовані рекомендації відповідають прагненням Білої книги з регулювання ШІ в Україні за баченням Мінцифри [4].

Також були запропоновані методи фінансування освіти для підвищення людського капіталу, які можуть бути використані у співпраці між державою та бізнесом (Таблиця 3.9).

Таблиця 3.9

Методи фінансування освіти працівників державою та бізнесом

<p>1) Змішані моделі фінансування бізнесу та уряду, наприклад, подібно до того, що практикується у Німеччині: Siemens забезпечує державне співфінансування до 25% згідно з законом Німеччини про можливості кваліфікації та ділить витрати на навчання зі своїми партнерами [90].</p>	<p>2) Партнерства бізнесів з академічними установами. Приклади: IBM Skills Academy [61] та програми Florida Gulf Coast University [101] або «мікробуткемп» edX, створений кількома університетами.</p>	<p>3) Платформи, такі як European Union's Automotive Skills Alliance, що фінансуються зацікавленими сторонами та можуть підтримувати весь сектор.</p>
---	--	---

Джерело: створено авторкою з використанням [61, 90, 101].

Стратегією мінімізації ризиків від впровадження ШІ стає концепція «людина-в-циклі». Вона полягає в тому, що попри всю потужність та автономність технологій, остаточне рішення завжди залишається за людиною. Штучний інтелект розглядається не як заміна людини, а як інструмент для розширення її можливостей. Він може аналізувати величезні обсяги даних, виявляти закономірності, генерувати рекомендації та автоматизувати рутину, але він позбавлений якостей, які є унікальними для людини: емпатії, інтуїції та здатності адаптуватися до непередбачуваних ситуацій. Саме тому повна автоматизація прийняття рішень у таких процесах, як наймання, оцінка, просування чи звільнення персоналу, є неприпустимою.

Отже, для підсилення ефективності людського капіталу в період розвитку штучного інтелекту мають взаємодіяти усі зацікавлені сторони: держава, бізнес та, власне, працівники. Великий людський ресурс може прискорити технологічний розрив України з розвиненими країнами, а також дозволити стати лідером, зокрема в продуктах у сфері DefenseTech з використанням інструментів на базі ШІ. Одним із найкращих шляхів розвитку людського капіталу є освіта, яка базується на навчанні цифрової грамотності й взаємодії з новими технологіями. Важливим

також стане формування регуляторної бази та захисту людей, що втратили роботу через автоматизацію завдань. Запропоновані рекомендації не є вичерпними, але формують основу для подальшої роботи та можуть бути адаптовані відповідно до конкретних галузей, регіонів та організацій. Важливо, що вони також мають регулярно переглядатися та оновлюватися з урахуванням швидких змін у сфері штучного інтелекту та їхнього впливу на ринок праці.

Висновки до розділу III

Отже, розвиток людського капіталу за впровадження штучного інтелекту характеризується здатністю до адаптації, навчання та взаємодії з технологіями. Країни-лідери задля покращення характеристик працівників збільшують інвестиції в освіту, розвивають цифрову інфраструктуру, займаються підтримкою бізнесу та етичним регулюванням. При цьому особливу увагу вони приділяють безперервному навчанню, а також моделі «потрійної спіралі», яка відображає взаємодію держави, бізнесу та наукових інституцій.

Штучний інтелект має подвійний вплив на ринок праці: з одного боку, він автоматизує рутинні процеси та змінює структуру зайнятості, а з іншого – створює нові можливості для підвищення продуктивності, розвитку навичок і появи нових професій, формуючи так звану «спіраль зростання», у межах якої розвиток технологій і людського капіталу взаємно підсилюють один одного.

В Україні впровадження штучного інтелекту відбувається в умовах труднощів, пов'язаних із війною, демографічними втратами та змінами на ринку праці. Ці ж умови створюють можливості для технологічного прориву у сфері оборонних технологій й цифрових державних сервісів. Бізнес вже адаптується до змін та впроваджує ШІ, і ця інтеграція вже показує результати підвищення продуктивності праці. SWOT-аналіз показав, що Україна має значний людський ресурс в ІТ-секторі та може застосовувати його для формування нового ринку експорту. Додатково цьому допомагає процес правової гармонізації з Європейським Союзом. Водночас потрібно долати недостатній рівень інвестицій у R&D, розрив у

навичках та «відтік мізків». На всіх етапах реалізації рекомендацій важливою залишається взаємодія між державою, бізнесом та працівниками.

ВИСНОВКИ

Отже, у кваліфікаційній роботі було досліджено вплив штучного інтелекту на розвиток людського капіталу. За результатами дослідження узагальнено такі основні висновки:

1. Концепція людського капіталу розширилася від уявлень про працю як джерело вартості до сприйняття людини як носія капіталу, який формується через освіту, здоров'я, досвід, соціальні, геополітичні та інституційні умови.

2. Штучний інтелект, як технологія загального призначення, став одним із чинників, який також впливає на зміни через три ефекти: заміщення, продуктивності та відновлення, тому для збереження конкурентоспроможності стають важливими вміння швидкої адаптації, постійне навчання та цифрова грамотність. Автоматизації від впровадження ШІ піддаються не професії в цілому, а конкретні завдання всередині них.

3. Вплив штучного інтелекту на продуктивність людського капіталу відбувається непрямо через зростання сукупної факторної продуктивності та є відкладеним у часі через необхідність інвестицій у нематеріальні активи. Його ефект «зубчастий» та залежить від багатьох факторів, зокрема того, чи завдання знаходяться у межах ШІ-можливостей чи ні, етапу впровадження чи способу взаємодії з технологією. Найбільші прирости продуктивності спостерігаються в завданнях із низькою когнітивною складністю, тоді як у складніших – ефекти є більш неоднозначними та залежать від здатності працівників коректно використовувати технологію у тих процесах, де вона показує кращі результати, ніж людина.

4. Побудована економетрична модель для ринку США, який є найбільшим за експозицією ШІ, показала, що збільшення індексу впровадження ШІ на 1% асоціюється зі зростанням продуктивності праці приблизно на 0,87% з часовим лагом у 2 роки, що підтверджує концепцію «J-кривої продуктивності» Брінйольфссона. Цей лаг пояснюється необхідністю інвестицій у нематеріальні

активи, такі як навчання персоналу, реорганізація бізнес-процесів та адаптація організаційної культури, для впровадження яких потрібен час.

5. Аналіз українського ринку праці попри обмежену статистику та війну виявив подібні до американських тенденцій зміни – прискорений розвиток сфери інформації та телекомунікацій та професійної, наукової і технічної діяльності. До того ж було виявлено, що працівники у галузях з високою експозицією до ШІ частіше отримують більш ніж удвічі вищу заробітну плату, ніж в інших сферах, що відображає премію за навички взаємодії з технологіями.

6. Штучний інтелект став інструментом, який може посилити людський капітал через формування персонального навчання для кожного робітника, скорочення часу на виконання завдань або укладення «срібного покоління», яке матиме більше можливостей для продовження кар'єри. Водночас нерівномірність впровадження штучного інтелекту, алгоритмічна упередженість, складність технології або її регулювання створюють бар'єри для справедливого та потенційного розвитку персоналу. На тлі здешевлення базових когнітивних операцій, ринок праці підвищив цінність виключно людських якостей: критичного мислення, емоційного інтелекту, емпатії та лідерства.

7. Міжнародний досвід показує, що політика розвитку людського капіталу в умовах поширення ШІ базується на модернізації освіти та перепідготовки кадрів, створенні умов для розвитку технологій, а також формуванні етичного й правового регулювання. Взаємодія держави, бізнесу та освітніх установ у цьому контексті є важливою, оскільки прискорює результативність. ШІ виступає одночасно фактором автоматизації та інструментом розвитку людського капіталу, формуючи так звану «спіраль зростання», де технології й навички взаємно підсилюють одне одного.

8. Впровадження ШІ в Україні вже позитивно впливає на продуктивність праці, зокрема через автоматизацію бізнес-процесів, оптимізацію логістики та цифровізацію державних послуг. Проведений SWOT-аналіз показує, що попри зменшену кількість людського ресурсу є потенціал для розвинення стратегії, спрямованої на створення власних ШІ-продуктів із залученням міжнародних партнерів та масштабуванням освітніх ініціатив.

9. Для України розроблено систему рекомендацій, сформовану з 4 аспектів: освітнього, комунікаційного, організаційного та соціально-етичного. Впровадження буде найбільш ефективним за взаємодії держави, бізнесу та працівників.

Отже, штучний інтелект є одним із факторів, який впливає на зростання продуктивності людського капіталу. Україна, яка стикається з демографічними проблемами та потребує економічного відновлення, може застосувати технологію не лише для підтримки дефіцитного людського ресурсу, але й має потенціал стати світовим лідером у розробці продуктів на основі ШІ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ампілогова А. Штучний інтелект забирає роботу? Кого він може замінити на IT-ринку: реальні кейси компаній. *AIN*. URL: <https://ain.ua/2025/08/01/skorocennia-naim-iz-si-asistentami-ta-popit-na-prompt-engineering-iak-stucnii-intelekt-zminiuje-rinok-praci/>.
2. Балашова Л. Зарплата ІІІ-фахівців, українські ІІІ-стартапи, інвестиції в ІІІ: дослідження / *Forbes.ua*. URL: <https://forbes.ua/innovations/drugi-za-kilkistyu-kompaniy-ostanni-za-investitsiyami-golovne-z-doslidzhennya-ekosistemi-shtuchnogo-intelektu-v-ukraini-vid-ai-house-ta-roosh-20062024-21870>.
3. Банк даних / Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/explorer?md5=dcbbd83fe16378d7ff994680c9391c97> (дата звернення: 14.04.2026).
4. Біла книга з регулювання ІІІ в Україні: бачення Мінцифри / Міністерство цифрової трансформації України. 2024. URL: <https://backend.hromada.gov.ua/storage/uploads/files/research/bila-kniga-z-regulyuvannya-si-v-ukrayini-bacennya-mincifri/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%A8%D0%86.pdf?time=1744806741842>.
5. Гусєв Ю. Галузеві тренди. Штучний інтелект в Україні: як розвивається галузь / *Kyivstar Business Hub*. 2025. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/galuzevi-trendi-shtuchnij-intelekt-v-ukrayini-yak-rozvivayetsya-galuz>.
6. Індекс цифрової економіки та суспільства (DESI) / Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/node/5652> (дата звернення: 14.04.2026).
7. Національний університет «Львівська політехніка» (2024) / Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти. URL: <https://naqa.gov.ua/2024/12/%D0%BD%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%83%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8>

2%D0%B5%D1%82-

%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%
B0/ (дата звернення: 14.04.2026).

8. Паніотто В., Грушецький А. Використання штучного інтелекту населенням України / Київський міжнародний інститут соціології. URL: <https://kiis.com.ua/?lang=ukr&cat=reports&id=1599&page=1> (дата звернення: 14.04.2026).

9. Пуліна Т. В., Куц А. В., Юдицький В. А. Етичні виклики використання ШІ у рекрутингу: як уникнути дискримінації та упередженості. *Економічний простір*. 2025. № 203. С. 216–222. URL: <https://economic-prostir.com.ua/wp-content/uploads/2025/08/203-216-222-pulina.pdf>.

10. Самойлюк М. Трекер економіки України під час війни / Центр економічної стратегії. 2026. URL: <https://ces.org.ua/tracker-economy-during-the-war/> (дата звернення: 14.04.2026).

11. Смиківська Ю. О. Штучний інтелект як інструмент для розвитку людського капіталу / Смиківська Ю. О. // Актуальні питання розвитку і стабілізації економіки України в умовах війни з РФ: матеріали учнівсько-студентської конференції / Національний університет "Києво-Могилянська академія", Кафедра економічної теорії, КЗПО "Київська Мала академія наук учнівської молоді", Відділення економіки. - Київ : НаУКМА, 2025. - С. 69-72. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/37910>

12. Статистика зарплат програмістів, тестувальників і РМ в Україні / DOU. URL: <https://jobs.dou.ua/salaries/?period=2025-12&group=all&position=all&domain=AI%20/%20ML> (дата звернення: 14.04.2026).

13. Україна презентувала драфт Стратегії розвитку ШІ до 2030 року: фокус на практичне застосування, інфраструктуру та власні моделі / Digital State UA. 2025. URL: <https://digitalstate.gov.ua/uk/news/govtech/ukrayina-prezentovala-draft-stratehiyi-rozvytku-shi-do-2030-roku-fokus-na-praktychne-zastosuvannia-infrastrukturu-ta-vlasni-modeli>.

14. Хакатон III-рішень у логістиці. *Дія Бізнес*. 2026. URL: <https://business.dii.gov.ua/news/khakaton-shi-rishen-u-lohistrytsi> (дата звернення: 14.04.2026).
15. Шморгун О. А. Аналіз впливу штучного інтелекту на процес рекрутингу персоналу підприємства. *Економіка транспортного комплексу*. 2025. Вип. 45. С. 57–69. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2339589>.
16. Як ШІ змінює роботу українського бізнесу: результати опитування / Міністерство цифрової трансформації України. 2026. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/shtuchnyy-intelekt/iak-shi-zminiuye-ukrayinskyu-biznes-rezultaty-opytuvannia> (дата звернення: 14.04.2026).
17. \$1.1 Trillion at Stake: Pearson Report Urges Action, Solutions for Skills Gap / Pearson plc. 2025. URL: <https://plc.pearson.com/en-GB/news-and-insights/news/11-trillion-stake-pearson-report-urges-action-solutions-skills-gap>.
18. AI Preparedness Index / International Monetary Fund. URL: https://www.imf.org/external/datamapper/AI_PI@AIFI/ADVEC/EME/LIC (дата звернення: 14.04.2026).
19. AI+ International Cooperation Initiative_Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China. *Ministry of Foreign Affairs People's Republic of China*. URL: https://www.fmprc.gov.cn/eng/xw/zyjh/202509/t20250924_11715960.html (дата звернення: 14.04.2026).
20. Acemoglu D. The Simple Macroeconomics of AI. 2024. URL: <https://economics.mit.edu/sites/default/files/2024-04/The%20Simple%20Macroeconomics%20of%20AI.pdf>.
21. Acemoglu D., Autor D. Lectures in Labor Economics. Chapter 1. The Basic Theory of Human Capital. URL: <https://econ.lse.ac.uk/staff/spischke/ec533/Acemoglu%20Autor%20chapter%201.pdf> (дата звернення: 14.04.2026).

22. Acemoglu D., Johnson S. Rebalancing AI. 2023. URL: <https://www.imf.org/en/publications/fandd/issues/2023/12/rebalancing-ai-acemoglu-johnson>.
23. Acemoglu D., Restrepo P. A Task-Based Approach to Inequality. *Oxford Open Economics*. 2024. Vol. 3. P. i906–i929. URL: <https://economics.mit.edu/sites/default/files/2024-07/A%20Task-Based%20Approach%20to%20Inequality.pdf>.
24. Acemoglu D., Restrepo P. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*. 2019. Vol. 33, No. 2. P. 3–30. URL: <https://economics.mit.edu/sites/default/files/publications/Automation%20and%20New%20Tasks%20-%20How%20Technology%20Displace.pdf>.
25. Aghion P., Bunel S. AI and Growth: Where Do We Stand? / FRBSF. 2024. URL: <https://www.frbsf.org/wp-content/uploads/AI-and-Growth-Aghion-Bunel.pdf>.
26. Akundi A., Euresti D., Luna S., Ankobiah W., Lopes A., Edinbarough I. State of Industry 5.0 – Analysis and Identification of Current Research Trends. *Applied System Innovation*. 2022. Vol. 5, No. 1. P. 27. URL: <https://www.mdpi.com/2571-5577/5/1/27>.
27. Arnon A. The Projected Impact of Generative AI on Future Productivity Growth / Penn Wharton Budget Model. 2025. URL: <https://budgetmodel.wharton.upenn.edu/p/2025-09-08-the-projected-impact-of-generative-ai-on-future-productivity-growth/>.
28. Artificial intelligence, firm growth, and product innovation / T. Babina et al. *Journal of Financial Economics*. 2024. Vol. 151, No. 103745. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2023.103745>.
29. Artificial Intelligence from Berlin | #ai_berlin / AI Berlin. URL: <https://ai.berlin/> (дата звернення: 14.04.2026).
30. Artificial Intelligence Index Report 2021 / Stanford HAI. 2021. URL: https://hai.stanford.edu/assets/files/2021-ai-index-report_master.pdf.
31. Artificial Intelligence Index Report 2022 / Stanford HAI. 2022. URL: https://hai.stanford.edu/assets/files/2022-ai-index-report_master.pdf.

32. Artificial Intelligence Index Report 2023 / Stanford HAI. 2023. URL: https://hai.stanford.edu/assets/files/hai_ai-index-report_2023.pdf.

33. Artificial Intelligence Index Report 2024 / Stanford HAI. 2024. URL: https://hai-production.s3.amazonaws.com/files/hai_ai-index-report-2024-smaller2.pdf.

34. Artificial Intelligence Index Report 2025 / Stanford HAI. 2025. URL: https://hai.stanford.edu/assets/files/hai_ai_index_report_2025.pdf.

35. Artificial Intelligence Index Report 2026 / Stanford HAI. 2026. URL: https://hai.stanford.edu/assets/files/ai_index_report_2026.pdf.

36. Autor D., Thompson N. Measuring levels and changes in occupational expertise. 2025. URL: <https://economics.mit.edu/sites/default/files/2025-06/Autor-Thompson-Expertise-22050620.pdf>.

37. BEA Interactive Data Application / Bureau of Economic Analysis. URL: https://apps.bea.gov/iTable/?reqid=1603&step=2&Categories=GDPxInd&isURI=1&_gl=1n2ikae_gaMTU4NjA1NzU2Ni4xNzY4ODMxODY4_ga_J4698JNNFT*czE3Njg4MzcxMTQkbzlkZzEkdDE3Njg4Mzk0NjlkajYwJGwwJGgw#eyJhcHBpZCI6MTYwMywic3RlcHMlOlsxLDIsNF0sImRhdGEiOltbImNhdkVnb3JpZXMiLCJVR0RQeEluZCJdLFsiVGFibGVfTGldClIsIiVWQTIwNSJdXX0= (дата звернення: 14.04.2026).

38. Becker G. S. Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis. *The Journal of Political Economy*. 1962. Vol. 70, No. 5, Part 2. P. 9–49. URL: <https://www.nber.org/system/files/chapters/c13571/c13571.pdf>.

39. Bick A., Blandin A., Deming D. The Impact of Generative AI on Work Productivity. *St. Louis Fed On the Economy*. February 27, 2025. URL: <https://www.stlouisfed.org/on-the-economy/2025/feb/impact-generative-ai-work-productivity>.

40. Bienvenue E. et al. Private Tech Companies, the State, and the New Character of War / Carnegie Endowment for International Peace. 2025. URL: <https://carnegieendowment.org/research/2025/12/ukraine-war-tech-companies?lang=en>.

41. Bravel / Digital State UA. URL: <https://digitalstate.gov.ua/uk/projects/tech/bravel> (дата звернення: 14.04.2026).

42. Bresnahan T., Trajtenberg M. General Purpose Technologies «Engines of Growth?». *NBER Working Paper*. 1992. W4148. P. 1-43. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=282685.
43. Brynjolfsson E., Li D., Raymond L. R. Generative AI at Work. *NBER Working Paper Series*. 2023. URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w31161/w31161.pdf.
44. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. *NBER Working Paper Series*. 2018. URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w25148/w25148.pdf.
45. Building the Future in a War Zone: Inside Ukraine's Innovation Revolution / Startup Genome. URL: <https://startupgenome.com/report/gser2025/building-the-future-in-a-war-zone-inside-ukraines-innovation-revolution> (дата звернення: 14.04.2026).
46. Cazzaniga M. et al. Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work / IMF Staff Discussion Note. 2024. URL: <https://www.imf.org/-/media/files/publications/sdn/2024/english/sdnea2024001.pdf>.
47. Cerutti E., Garcia Pascual A., Kido Y., Li L., Melina G., Tavares M. M. and Wingender P. The Global Impact of AI: Mind the Gap / IMF Working Paper No. 25/76. 2025. URL: <https://www.imf.org/-/media/files/publications/wp/2025/english/wpica2025076-print-pdf.pdf>.
48. Chang X. Gender Bias in Hiring: An Analysis of the Impact of Amazon's Recruiting Algorithm. *Advances in Economics Management and Political Sciences*. 2023. Vol. 23, No. 1. P. 134–140. URL: https://www.researchgate.net/publication/373896468_Gender_Bias_in_Hiring_An_Analysis_of_the_Impact_of_Amazon's_Recruiting_Algorithm.
49. DTEK Grids that develops electricity distribution business in Ukraine continues to digitize its network with the help of drones and AI / Hepta Insights. URL: <https://heptainsights.com/dtek-grids-expand-to-kyiv-region/> (дата звернення: 14.04.2026).
50. David P. A. The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox. *American Economic Review*. 1990. Vol. 80, No. 2. P.

355–361. URL: <https://www.almendron.com/tribuna/wp-content/uploads/2018/03/the-dynamo-and-the-computer-an-historical-perspective-on-the-modern-productivity-paradox.pdf>.

51. Dell’Acqua F. et al. Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of Artificial Intelligence on Knowledge Worker Productivity and Quality. *Organization Science*. 2026. URL: https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/dell-acqua-et-al-2026-navigating-the-jagged-technological-frontier_5c589c8c-fbb5-458f-b285-c944746cd717.pdf.

52. Digital Education Action Plan 2021-2027 / European Education Area. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions> (дата звернення: 14.04.2026).

53. Digital Progress and Trends Report 2025 / World Bank Group. 2025. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/d98fe495-6829-4405-8aa7-5754252a1a33/content>.

54. Digital Tiger 2024: The Market Power of Ukrainian IT / IT Ukraine Association. 2024. URL: <https://itukraine.org.ua/files/DigitalTiger2024.pdf>.

55. Employment and Social Developments in Europe (ESDE) 2024 / European Commission. 2024. URL: <https://op.europa.eu/webpub/empl/esde-2024/index.html> (дата звернення: 14.04.2026).

56. Employment by major industry sector. U.S. Bureau of Labor Statistics. 2025. URL: <https://www.bls.gov/emp/tables/employment-by-major-industry-sector.htm> (дата звернення: 14.04.2026).

57. Federal Reserve Economic Data (FRED) / St. Louis Fed. URL: <https://fred.stlouisfed.org/> (дата звернення: 14.04.2026).

58. Felten E. W., Raj M., Seamans R. How will Language Modelers like ChatGPT Affect Occupations and Industries? *arXiv*. 2023. URL: <https://arxiv.org/pdf/2303.01157>.

59. Filippucci F., Gal P., Jona-Lasinio C., Leandro A., Nicoletti G. The impact of Artificial Intelligence on productivity, distribution and growth: Key mechanisms, initial evidence and policy challenges. *OECD Artificial Intelligence Papers*. 2024. No.

15. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/04/the-impact-of-artificial-intelligence-on-productivity-distribution-and-growth_d54e2842/8d900037-en.pdf.
60. Foster T, Vu-Huy-Dat M., Trautwein V. Supply chain risk pulse 2025: Tariffs reshuffle global trade priorities. *McKinsey*. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/supply-chain-risk-survey>.
61. Free Skills-Based Learning From Technology Experts / IBM SkillsBuild. URL: <https://skillsbuild.org/> (дата звернення: 14.04.2026).
62. Goel S., Rangarajan S., Kovács-Ondrejko O., Hildebrandt J., Hoteit L., Stepanenko A. How Governments Can Improve the Global Skills Market / BCG. URL: <https://www.bcg.com/publications/2024/how-governments-can-improve-global-skills-market> (дата звернення: 14.04.2026).
63. Government AI Readiness Index 2025 / Oxford Insights. 2025. URL: <https://oxfordinsights.com/ai-readiness/government-ai-readiness-index-2025/>.
64. Grigorenko Y. Innovation spending in Ukraine doubled in 2024 due to defense R&D – GMK Center. *GMK*. URL: <https://gmk.center/en/infographic/innovation-spending-in-ukraine-doubled-in-2024-due-to-defense-r-d/> (дата звернення: 14.04.2026).
65. Guenole N., Feinzig S. The Business Case for AI in HR. *IBM Smarter Workforce Institute*. 2018. URL: <https://forms.workday.com/content/dam/web/en-us/documents/case-studies/ibm-business-case-ai-in-hr.pdf>.
66. How Will AI Affect the Global Workforce? / Goldman Sachs. 2025. URL: <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/how-will-ai-affect-the-global-workforce> (дата звернення: 14.04.2026).
67. Ide E. Automation, AI, and the Intergenerational Transmission of Knowledge. *IESE Business School Working Paper*. 2025. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5360803.

68. Klyman K. et al. Expanding Academia's Role in Public Sector AI / Stanford HAI. 2024. URL: <https://hai.stanford.edu/assets/files/hai-issue-brief-expanding-academia-role-public-sector.pdf>.
69. Kording K., Marinescu I. (Artificial) Intelligence Saturation and the Future of Work / Center on Regulation and Markets at Brookings. 2025. URL: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/9999/11/IntelligenceSaturation_final_with-cover-page.pdf.
70. Libanova E. Ukraine's Plans for Demographic Recovery. *Kennan Cable*. Wilson Center. 2024. No. 88. URL: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/uploads/documents/KennanCable_88.pdf.
71. Lucas R. E., Jr. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*. 1988. Vol. 22. P. 3–42. URL: <https://www.sfu.ca/~kkasa/lucas88.pdf>.
72. Marshall A. Principles of Economics : An introductory volume. 8th ed. London : Macmillan and Co., 1920. URL: <https://eet.pixel-online.org/files/etranslation/original/Marshall,%20Principles%20of%20Economics.pdf>.
73. Mincer J. A. Schooling and Earnings. *Schooling, Experience, and Earnings*. New York : NBER, 1974. P. 41–63. URL: <https://www.nber.org/system/files/chapters/c1765/c1765.pdf>.
74. Ministry of Digital Transformation launches joint AI initiative with partners / Ministry of Digital Transformation of Ukraine. 2025. URL: <https://www.kmu.gov.ua/en/news/mintsyfry-z-partneramy-rozbudovuie-suverennoho-shi-v-ukraini>.
75. Murray S. How artificial intelligence impacts the US labor market / MIT Sloan. 2025. URL: <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/how-artificial-intelligence-impacts-us-labor-market>.
76. NSF in 2025: Keeping U.S. scientific research and innovation on the cutting edge / U.S. National Science Foundation. URL: <https://www.nsf.gov/science-matters/nsf-2025-keeping-us-scientific-research-innovation-cutting> (дата звернення: 14.04.2026).

77. Nagra A., Abedi A. R., Nayak F., Ajitha P.V. SWOC Analysis of Gamification in Millennial Talent Recruitment at Unilever in a VUCA World. URL: https://www.researchgate.net/publication/395490652_SWOC_Analysis_of_Gamification_in_Millennial_Talent_Recruitment_at_Unilever_in_a_VUCA_World.

78. Next Generation Artificial Intelligence Development Plan. *China Science & Technology Newsletter*. 2017. No. 17. URL: <https://fi.china-embassy.gov.cn/eng/kxjs/201710/P020210628714286134479.pdf>.

79. Noy S., Zhang W. Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence. 2023. URL: https://economics.mit.edu/sites/default/files/inline-files/Noy_Zhang_1.pdf.

80. OECD AI Principles. Organisation for Economic Co-operation and Development / OECD. 2024. URL: <https://www.oecd.org/en/topics/ai-principles.html>.

81. Oxford University Press. Oxford English Dictionary. Oxford. URL: https://www.oed.com/dictionary/artificial-intelligence_n?tab=meaning_and_use&tl=true#38531565 (дата звернення: 14.04.2026).

82. Pappas C. Case Studies: Successful AI Adoption In Corporate Training. *eLearning Industry*. URL: <https://elearningindustry.com/case-studies-successful-ai-adoption-in-corporate-training> (дата звернення: 14.04.2026).

83. Petty W. Political arithmetick. 1690. Internet Archive, 2024. 145 p. URL: https://archive.org/details/bim_early-english-books-1641-1700_political-arithmetick_petty-sir-william_1690/page/n5/mode/1up.

84. Pizzinelli C. et al. Labor Market Exposure to AI: Cross-country Differences and Distributional Implications / IMF Working Paper 23/216. 2023. URL: <https://www.imf.org/-/media/files/publications/wp/2023/english/wpiea2023216-print-pdf.pdf>.

85. Romer P. M. Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98, No. 5, Part 2. P. S71–S102. URL: https://web.stanford.edu/~klenow/Romer_1990.pdf.

86. SSU Report 2024 / SoftServe. 2024. URL: <https://www.softserveinc.com/files/pdf/ssu-report-2024.pdf>.
87. Schultz T. W. Investment in Human Capital. *The American Economic Review*. 1961. Vol. 51, No. 1. P. 1–17. URL: <https://la.utexas.edu/users/hcleaver/330T/350kPEESchultzInvestmentHumanCapital.pdf>.
88. Sen A. Editorial: Human Capital and Human Capability. *World Development*. 1997. Vol. 25, No. 12. P. 1959–1961. URL: <https://www.staff.ncl.ac.uk/david.harvey/AEF806/Sen1997.pdf>.
89. Shaping Europe’s leadership in artificial intelligence with the AI continent action plan / European Commission. URL: https://commission.europa.eu/topics/competitiveness/ai-continent_en (дата звернення: 14.04.2026).
90. Siemens launches Fund for the Future to shape structural transformation in Germany / Siemens. URL: <https://press.siemens.com/global/en/feature/siemens-launches-fund-future-shape-structural-transformation-germany> (дата звернення: 14.04.2026).
91. SkillsFuture SG. SkillsFuture Singapore Tightens Course Funding Guidelines and Identifies Skills Trends to Strengthen Workforce Development. 2026. URL: <https://www.ssg.gov.sg/newsroom/skillsfuture-singapore-tightens-course-funding-guidelines-and-identifies-skills-trends-to-strengthen-workforce-development/>.
92. Smith A. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. 1776. URL: <http://gesd.free.fr/smith76bis.pdf>.
93. Solow R. M. We'd Better Watch Out. *New York Times Book Review*. 1987. URL: <https://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>.
94. Take-Up Rate of Skillsfuture-Supported AI-Related Training Course / Ministry of Education Singapore. URL: <https://www.moe.gov.sg/news/parliamentary-replies/20260203-take-up-rate-of-skillsfuture-supported-ai-related-training-course> (дата звернення: 14.04.2026).

95. The Bletchley Declaration by Countries Attending the AI Safety Summit, 1-2 November 2023 - GOV.UK. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/ai-safety-summit-2023-the-bletchley-declaration/the-bletchley-declaration-by-countries-attending-the-ai-safety-summit-1-2-november-2023> (дата звернення: 14.04.2026).

96. The Fearless Future: 2025 Global AI Jobs Barometer / PwC Ukraine. 2025. URL: <https://www.pwc.com/ua/en/survey/2025/ai-impact-on-jobs.html> (дата звернення: 14.04.2026).

97. The Human Capital Project: Frequently Asked Questions / World Bank Group. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/human-capital/brief/the-human-capital-project-frequently-asked-questions#HCI8> (дата звернення: 14.04.2026).

98. The IT Ukraine Association joined the discussion on the Artificial Intelligence Development Strategy of Ukraine until 2030 / IT Ukraine Association. 2026. URL: <https://itukraine.org.ua/en/the-it-ukraine-association-joined-the-discussion-on-the-artificial-intelligence-development-strategy-of-ukraine-until-2030/> (дата звернення: 14.04.2026).

99. Tkachenko A., Mezhyrytskyi D. The role of artificial intelligence in the formation of adaptive strategies for managing enterprises in the context of global turbulence. *Ekonomichnyy analiz*. 2024. Vol. 34, No. 4. URL: <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/6224>.

100. United Nations Economic Commission for Europe. Guide on Measuring Human Capital. 2016. 150 p. URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/2016/mtg/HumanCapitalGuide_CES-Consult.pdf.

101. Unlock Career Opportunities With Certificate Programs / Florida Gulf Coast University. URL: <https://www.fgcu.edu/degree/certificate/> (дата звернення: 14.04.2026).

102. World Economic Forum. Four Futures for Jobs in the New Economy: AI and Talent in 2030. 2026. 19 p. URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Four_Futures_for_Jobs_in_the_New_Economy_AI_and_Talent_in_2030_2025.pdf.

103. World Economic Forum. Future of Jobs Report 2025. Geneva, 2025. 224 p.

URL: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf.

ДОДАТКИ

Додаток А

Апробація результатів дослідження

Смиковська Ю. О. Штучний інтелект як інструмент для розвитку людського капіталу / Смиковська Ю. О. // Актуальні питання розвитку і стабілізації економіки України в умовах війни з рф: матеріали учнівсько-студентської конференції / Національний університет "Києво-Могилянська академія", Кафедра економічної теорії, КЗПО "Київська Мала академія наук учнівської молоді", Відділення економіки. - Київ : НАУКМА, 2025. - С. 69-72. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/37910>.

Дані та методологія обчислення, використані для Таблиці 2.1

1) Value Added by Industry (in Billions of USD)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Gross domestic product	19612,1	20656,5	21540	21375,3	23725,6	26054,6	27811,5	29298
Private industries	17156,3	18097,8	18909,8	18664	20917,7	23128,9	24712,8	26001,7
Agriculture, forestry, fishing, and hunting	176,8	177,1	164,2	164,4	230,7	294	270,4	269,7
Mining	267,3	313,5	294	202,8	336,1	466,9	411,8	404,2
Utilities	313,7	320,4	331,6	345,8	392,9	440,8	457,8	454,4
Construction	840,2	889,1	953	958,7	1012,1	1112,4	1224,6	1305,4
Manufacturing	2109,7	2261,8	2268,8	2156,8	2416,3	2668,2	2816,5	2880,7
Wholesale trade	1176,1	1222,1	1296,8	1302,3	1414,9	1594,4	1652,8	1706,3
Retail trade	1178,9	1223,6	1277,6	1335,2	1537,4	1647,8	1779,6	1849
Transportation and warehousing	635,5	677,3	710	639,6	779,3	912,1	946,1	987,3
Information	1010	1041,5	1142,6	1181,8	1312,6	1383,5	1491,3	1592,7
Finance, insurance, real estate, rental, and leasing	4033	4258,2	4458,1	4633,8	5014,6	5455,1	5883,4	6281,6
<i>Finance and insurance</i>	1508	1574,8	1652,3	1718,8	1862,4	1982,6	2075,7	2229,2
<i>Real estate and rental and leasing</i>	2525	2683,4	2805,9	2915	3152,3	3472,5	3807,7	4052,4
Professional and business services	2433,6	2589,1	2728,9	2727,6	3071,1	3374,3	3609,8	3811,1
<i>Professional, scientific, and technical services</i>	1460,6	1562,1	1653,1	1673,8	1885,2	2057,5	2220,6	2355,1
<i>Management of companies and enterprises</i>	370,1	388,3	405,6	404,8	445,7	479,8	504	544,3
<i>Administrative and waste management services</i>	602,9	638,7	670,2	648,9	740,1	837	885,2	911,7
Educational services, health care, and social assistance	1716,9	1792	1884,2	1870,7	2004,1	2159,1	2360,1	2544,2
<i>Educational services</i>	245,6	257,2	270,3	255,6	269,9	296,1	316,4	334,8
<i>Health care and social assistance</i>	1471,3	1534,7	1613,9	1615,1	1734,2	1863	2043,7	2209,4
Arts, entertainment, recreation, accommodation, and food services	831,2	874,6	922,2	693,8	911	1070,3	1219,5	1287,1
<i>Arts, entertainment, and recreation</i>	213,8	227,2	237,1	171,2	215,6	264	303,7	326,8
<i>Accommodation and food services</i>	617,4	647,4	685	522,6	695,4	806,3	915,8	960,4
Other services, except government	433,2	457,7	477,9	450,6	484,5	549,8	589,2	628
Government	2455,8	2558,8	2630,2	2711,3	2807,9	2925,7	3098,7	3296,3

Продовження табл.

Federal	766,5	796,8	817,4	860,4	901,4	945,5	999,8	1064,9
State and local	1689,4	1762	1812,8	1850,9	1906,6	1980,2	2098,9	2231,5

Джерело: [37]

2) Full-Time Equivalent Employees by Industry (thousands of employees)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Domestic industries	136565	138990	141249	133370	137562	143395	146061	147349
Private industries	116190	118452	120461	113084	117272	122779	125067	125716
Agriculture, forestry, fishing, and hunting	1220	1219	1222	1195	1203	1218	1210	1215
Mining	615	664	663	530	505	548	574	577
Utilities	547	546	544	541	537	547	568	584
Construction	6892	7176	7430	7133	7387	7681	7900	8040
Manufacturing	12180	12387	12526	11836	12068	12468	12547	12441
Wholesale trade	5743	5706	5725	5476	5501	5821	5922	5925
Retail trade	13852	13809	13722	13044	13566	13826	13809	13743
Transportation and warehousing	4902	5138	5419	5433	5802	6222	6282	6275
Information	2613	2628	2642	2536	2649	2869	2835	2753
Finance, insurance, real estate, rental, and leasing	8154	8277	8481	8409	8559	8786	8870	8846
<i>Finance and insurance</i>	6103	6171	6296	6347	6413	6554	6576	6556
<i>Real estate and rental and leasing</i>	2051	2106	2185	2062	2146	2232	2294	2290
Professional and business services	19296	19803	20155	19373	20307	21538	21614	21385
<i>Professional, scientific, and technical services</i>	8655	8948	9233	9111	9576	10185	10406	10380
<i>Management of companies and enterprises</i>	2182	2240	2251	2262	2293	2434	2501	2505
<i>Administrative and waste management services</i>	8459	8615	8671	8000	8438	8919	8707	8500
Educational services, health care, and social assistance	21101	21591	21985	21451	21806	22345	23296	24146
<i>Educational services</i>	3279	3336	3368	3269	3281	3451	3532	3602
<i>Health care and social assistance</i>	17822	18255	18617	18182	18525	18894	19764	20544
Arts, entertainment, recreation, accommodation, and food services	13073	13335	13631	10432	11566	12835	13482	13553
<i>Arts, entertainment, and recreation</i>	1910	1993	2040	1446	1669	1890	2102	2158
<i>Accommodation and food services</i>	11163	11342	11591	8986	9897	10945	11380	11395

Продовження табл.

Other services, except government	6004	6173	6315	5696	5816	6075	6159	6232
Government	20375	20538	20788	20286	20290	20615	20994	21632
Federal	4149	4165	4219	4290	4322	4341	4276	4263
State and local	16226	16373	16569	15996	15968	16274	16718	17369

Джерело: [56]

3) Методологія обчислення

Для обчислення відсоткової зміни було застосовано формулу:

$$\Delta P\% = \frac{P_{k+1} - P_k}{P_k}$$

де P_k – продуктивність за k рік.

Використані дані для побудови ШІ-індексу

Observation date	Private fixed investment in information processing equipment and software, Billions of Dollars	Computer systems design and related services employment, Thousands of Persons	R&D Spendings, Billions of Dollars
2005-01-01	435,246	1181,6	221,014
2005-04-01	442,398	1188,9	223,667
2005-07-01	451,421	1195,5	227,453
2005-10-01	453,331	1219,4	226,527
2006-01-01	470,656	1250,7	232,391
2006-04-01	471,960	1272,9	238,448
2006-07-01	482,821	1297,9	250,560
2006-10-01	486,690	1315,8	260,965
2007-01-01	510,325	1328,6	261,629
2007-04-01	512,132	1356,9	266,932
2007-07-01	516,045	1385,9	267,799
2007-10-01	530,652	1406,6	275,753
2008-01-01	538,037	1432,4	281,858
2008-04-01	541,155	1445,1	288,500
2008-07-01	534,694	1451,2	283,546
2008-10-01	506,612	1451,1	282,741
2009-01-01	491,161	1440,9	265,934
2009-04-01	489,848	1430,1	272,852
2009-07-01	503,486	1424,0	274,687
2009-10-01	522,129	1428,7	284,990
2010-01-01	525,880	1431,4	277,703
2010-04-01	528,024	1441,9	278,066
2010-07-01	537,761	1453,4	282,456
2010-10-01	543,927	1478,4	291,481
2011-01-01	544,668	1501,2	296,820
2011-04-01	559,155	1525,8	301,716
2011-07-01	570,968	1546,7	305,483
2011-10-01	577,471	1566,2	309,571
2012-01-01	596,987	1582,3	309,511
2012-04-01	605,909	1609,6	311,325
2012-07-01	597,930	1635,0	314,598
2012-10-01	612,358	1654,2	318,364

Продовження табл.

Observation date	Private fixed investment in information processing equipment and software, Billions of Dollars	Computer systems design and related services employment, Thousands of Persons	R&D Spendings, Billions of Dollars
2013-01-01	632,733	1675,1	329,125
2013-04-01	621,684	1694,6	334,496
2013-07-01	630,601	1715,8	342,648
2013-10-01	636,373	1729,9	348,516
2014-01-01	640,370	1751,3	351,139
2014-04-01	656,511	1776,4	359,361
2014-07-01	659,631	1799,4	366,746
2014-10-01	666,764	1828,5	380,393
2015-01-01	668,096	1866,3	378,438
2015-04-01	673,600	1896,9	381,390
2015-07-01	682,353	1923,0	387,918
2015-10-01	689,969	1944,7	393,610
2016-01-01	700,323	1957,2	399,130
2016-04-01	707,485	1976,6	413,109
2016-07-01	716,368	1997,8	417,805
2016-10-01	728,325	2016,4	422,623
2017-01-01	741,330	2036,1	430,679
2017-04-01	763,208	2039,2	430,291
2017-07-01	775,094	2049,2	439,920
2017-10-01	795,998	2066,1	449,014
2018-01-01	814,355	2085,2	461,410
2018-04-01	825,035	2098,3	476,858
2018-07-01	837,832	2122,1	481,908
2018-10-01	840,391	2142,4	498,021
2019-01-01	842,315	2153,6	516,657
2019-04-01	855,735	2180,7	533,230
2019-07-01	855,406	2208,2	542,793
2019-10-01	857,419	2213,8	549,762
2020-01-01	850,107	2228,5	559,656
2020-04-01	857,142	2165,8	549,580
2020-07-01	888,719	2167,2	571,289
2020-10-01	917,580	2202,5	594,255

Продовження табл.

Observation date	Private fixed investment in information processing equipment and software, Billions of Dollars	Computer systems design and related services employment, Thousands of Persons	R&D Spendings, Billions of Dollars
2021-01-01	944,128	2232,6	610,423
2021-04-01	966,784	2272,3	630,798
2021-07-01	974,727	2319,6	646,547
2021-10-01	1014,367	2361,2	669,411
2022-01-01	1057,490	2406,9	692,136
2022-04-01	1075,331	2441,6	716,178
2022-07-01	1095,029	2457,1	728,789
2022-10-01	1089,678	2479,0	742,851
2023-01-01	1103,962	2478,6	757,014
2023-04-01	1101,790	2482,4	768,124
2023-07-01	1106,745	2470,7	772,650
2023-10-01	1134,704	2454,0	779,924
2024-01-01	1151,082	2446,9	790,638
2024-04-01	1181,589	2441,0	790,755
2024-07-01	1216,850	2442,6	801,362
2024-10-01	1227,027	2433,4	803,046
2025-01-01	1311,203	2426,3	806,273
2025-04-01	1352,452	2411,3	829,769
2025-07-01	1395,505	2395,7	855,584

Джерело: 1) Table 5.3.5. Private Fixed Investment by Type: Quarterly. *FRED* |

St. Louis Fed. URL: <https://fred.stlouisfed.org/release/tables?rid=53&eid=8128#snid=8127> (дата звернення: 14.04.2026).

2) Table B-1. Employees on nonfarm payrolls by industry sector and selected industry detail, Seasonally adjusted. *FRED* | *St. Louis Fed.* URL: <https://fred.stlouisfed.org/release/tables?rid=50&eid=4881#snid=5300> (дата звернення: 14.04.2026).

3) Table 5.3.5. Private Fixed Investment by Type: Quarterly. *FRED* | *St. Louis Fed.* URL: <https://fred.stlouisfed.org/release/tables?rid=53&eid=8128#snid=8140> (дата звернення: 14.04.2026).

Використані дані для побудови регресії

	Продуктивність, %	Ші- показник	Unemployment Rate, %	Private Non-residential Fixed Investment (excl. IT/Software), Billions of Dollars	Криза_2008
2005-01-01	3.1	-1.37	5.3	1948.34	0
2005-04-01	1.9	-1.35	5.2	2005.24	0
2005-07-01	2.1	-1.33	5.0	2067.30	0
2005-10-01	1.7	-1.31	5.0	2105.54	0
2006-01-01	1.3	-1.25	4.7	2160.87	0
2006-04-01	1.3	-1.22	4.7	2161.78	0
2006-07-01	0.4	-1.16	4.7	2147.85	0
2006-10-01	1.0	-1.13	4.4	2145.24	0
2007-01-01	0.7	-1.08	4.6	2132.60	0
2007-04-01	1.1	-1.05	4.5	2144.86	0
2007-07-01	2.2	-1.02	4.7	2125.00	0
2007-10-01	2.3	-0.97	4.7	2084.63	0
2008-01-01	1.3	-0.93	5.0	2042.34	0
2008-04-01	2.2	-0.90	5.0	2021.69	0
2008-07-01	1.5	-0.91	5.8	1979.37	1
2008-10-01	0.2	-0.95	6.5	1863.52	1
2009-01-01	2.0	-1.01	7.8	1674.71	1
2009-04-01	3.2	-1.01	9.0	1569.80	1
2009-07-01	4.5	-0.99	9.5	1541.94	0
2009-10-01	6.5	-0.95	10.0	1528.67	0
2010-01-01	5.4	-0.95	9.8	1513.52	0
2010-04-01	3.4	-0.94	9.9	1584.06	0
2010-07-01	2.5	-0.91	9.4	1585.84	0
2010-10-01	1.4	-0.86	9.4	1627.21	0
2011-01-01	0.6	-0.84	9.1	1629.22	0
2011-04-01	0.3	-0.79	9.1	1677.15	0
2011-07-01	-0.5	-0.75	9.0	1763.91	0
2011-10-01	-0.4	-0.72	8.8	1822.67	0
2012-01-01	0.9	-0.68	8.3	1890.49	0
2012-04-01	1.3	-0.64	8.2	1939.55	0
2012-07-01	1.2	-0.62	8.2	1961.76	0
2012-10-01	0.4	-0.58	7.8	1997.19	0
2013-01-01	0.3	-0.52	8.0	2028.46	0
2013-04-01	-0.4	-0.51	7.6	2075.87	0

Продовження табл.

	Продуктивність, %	Ші- показник	Unemployment Rate, %	Private Non-residential Fixed Investment (excl. IT/Software), Billions of Dollars	Криза_2008
2013-07-01	0.6	-0.47	7.3	2125.10	0
2013-10-01	1.9	-0.44	7.2	2180.58	0
2014-01-01	0.6	-0.41	6.6	2230.40	0
2014-04-01	1.5	-0.35	6.2	2304.83	0
2014-07-01	1.6	-0.32	6.2	2378.48	0
2014-10-01	0.3	-0.26	5.7	2419.77	0
2015-01-01	1.8	-0.23	5.7	2438.95	0
2015-04-01	1.6	-0.19	5.4	2466.26	0
2015-07-01	1.0	-0.15	5.2	2494.46	0
2015-10-01	0.7	-0.11	5.0	2479.76	0
2016-01-01	0.6	-0.08	4.8	2481.68	0
2016-04-01	0.2	-0.03	5.1	2508.41	0
2016-07-01	0.2	0.01	4.8	2539.88	0
2016-10-01	1.5	0.05	4.9	2574.48	0
2017-01-01	1.2	0.10	4.7	2615.46	0
2017-04-01	1.2	0.13	4.4	2644.23	0
2017-07-01	1.7	0.17	4.3	2670.19	0
2017-10-01	1.8	0.23	4.2	2734.45	0
2018-01-01	1.9	0.29	4.0	2796.23	0
2018-04-01	1.9	0.34	4.0	2841.09	0
2018-07-01	1.4	0.39	3.8	2852.20	0
2018-10-01	0.5	0.44	3.8	2866.31	0
2019-01-01	1.0	0.48	4.0	2893.53	0
2019-04-01	1.6	0.55	3.7	2965.05	0
2019-07-01	2.4	0.59	3.7	3013.96	0
2019-10-01	3.6	0.61	3.6	2999.70	0
2020-01-01	2.3	0.63	3.6	2992.70	0
2020-04-01	6.6	0.57	14.8	2696.14	0
2020-07-01	7.1	0.65	10.2	2914.60	0
2020-10-01	5.2	0.76	6.9	3058.45	0
2021-01-01	6.4	0.85	6.4	3141.05	0
2021-04-01	1.7	0.95	6.1	3222.43	0
2021-07-01	-0.4	1.02	5.4	3269.04	0
2021-10-01	0.9	1.15	4.5	3346.16	0
2022-01-01	-1.1	1.28	4.0	3473.64	0

Продовження табл.

	Продуктивність, %	Ші- показник	Unemployment Rate, %	Private Non-residential Fixed Investment (excl. IT/Software), Billions of Dollars	Криза_2008
2022-04-01	-2.0	1.38	3.7	3585.59	0
2022-07-01	-1.4	1.44	3.5	3617.72	0
2022-10-01	-1.5	1.48	3.6	3657.91	0
2023-01-01	0.1	1.52	3.5	3733.97	0
2023-04-01	1.8	1.54	3.4	3841.68	0
2023-07-01	3.1	1.54	3.5	3899.59	0
2023-10-01	3.5	1.58	3.9	3957.58	0
2024-01-01	3.4	1.62	3.7	3988.48	0
2024-04-01	3.1	1.65	3.9	4010.92	0
2024-07-01	2.6	1.72	4.2	4030.14	0
2024-10-01	1.9	1.73	4.1	4017.01	0
2025-01-01	1.2	1.84	4.0	4032.81	0
2025-04-01	1.5	1.93	4.2	4051.97	0
2025-07-01	1.9	2.02	4.3	4083.19	0

Джерело: 1) Nonfarm Business Sector: Labor Productivity (Output per Hour) for All Workers. *FRED* | *St. Louis Fed*. URL:

<https://fred.stlouisfed.org/series/PRS85006091> (дата звернення: 14.04.2026).

2) Unemployment Rate. *FRED* | *St. Louis Fed*. URL:

<https://fred.stlouisfed.org/series/UNRATE> (дата звернення: 14.04.2026).

3) Table 5.3.5. Private Fixed Investment by Type: Quarterly. *FRED* | *St. Louis Fed*. URL: <https://fred.stlouisfed.org/release/tables?rid=53&eid=8128#snid=8130> (дата звернення: 14.04.2026).

Результати створеної регресії у середовищі Excel

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8452
R Square	0.714363
Adjusted R Squar	0.697052
Standard Error	1.021919
Observations	71

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	4	172.3781	43.09452	41.2657	2.71E-17
Residual	66	68.92501	1.044318		
Total	70	241.3031			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	2.067661	0.137406	15.0478	5.13E-23	1.793321	2.342002	1.793321	2.342002
AI	0.873921	0.164767	5.303985	1.41E-06	0.544953	1.202889	0.544953	1.202889
Δ Unemployment	0.500169	0.05523	9.056144	3.46E-13	0.389899	0.610438	0.389899	0.610438
Crisis_2008	-2.70347	0.572841	-4.7194	1.27E-05	-3.84718	-1.55975	-3.84718	-1.55975
Δ LOG GPI_nonIT	-7.48493	1.477241	-5.06683	3.49E-06	-10.4343	-4.53553	-10.4343	-4.53553

t-крит	1.996564
--------	----------

Обчислення середньої реальної зарплати та середнього темпу зростання для кожної групи галузей

Група високої частки ШІ:

$$\text{Середня з/п} = (51603,46 + 27050,35 + 24606,61) / 3 = 34420,14 \text{ грн}$$

$$\text{Середній ріст: } (0,65 + 0,38 + 0,61) / 3 = 0,55$$

Група низької частки ШІ:

$$\text{Середня з/п} = (23070,02 + 18421,72 + 21089,69 + 15057,44 + 18111,72 + 15974,04) / 6 = 15904,11 \text{ грн}$$

$$\text{Середній ріст: } (0,53 + 0,96 + 0,58 + 0,66 + 0,61 + 0,32) / 6 = 0,61$$