

Розвиток людського капіталу в умовах демографічних змін та діджиталізації економіки

Human capital development in the context of demographic changes and digitalization of the economy

Світлана Бондаренко

Svitlana Bondarenko

Д. економ. н., професор, професор кафедри соціоекономіки та управління персоналом, e-mail: bondarenko.svitlana@kneu.edu.ua,
ORCID: 0000-0002-1687-1172

Dr of Economics Sciences, Professor, e-mail:
bondarenko.svitlana@kneu.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1687-1172

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ, Україна

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Kyiv, Ukraine

Received: October 14, 2024 | Revised: October 28, 2024 | Accepted: October 31, 2024

DOI: 10.33445/sds.2024.14.5.25

Мета роботи: Теоретичне обґрунтування, розроблення методологічних положень та науково-практичних рекомендацій щодо формування системи розвитку людського капіталу в умовах демографічних змін та діджиталізації економіки.

Метод дослідження: системний підхід, економетричне моделювання, компаративний аналіз, статистичний аналіз.

Практична цінність дослідження: Розроблено методичний підхід до оцінювання впливу демографічних змін на формування людського капіталу, який враховує взаємозв'язок між віковою структурою населення та продуктивністю праці в цифровій економіці. Запропоновано механізм оптимізації інвестицій у розвиток людського капіталу та науково-практичні рекомендації щодо адаптації системи освіти до вимог цифрової економіки з урахуванням особливостей різних вікових груп населення.

Цінність дослідження: Поглиблено розуміння механізмів взаємодії між демографічними та технологічними факторами розвитку людського капіталу, розвинуто методологічний інструментарій оцінювання впливу демографічних змін, сформовано нові підходи до оптимізації розвитку людського капіталу в умовах цифрової економіки. Емпірично доведено можливість компенсації негативного впливу демографічного старіння через розвиток цифрових компетенцій.

Тип статті: Дослідницька.

Ключові слова: людський капітал, демографічні зміни, діджиталізація економіки, старіння населення, цифрові компетенції, демографічне навантаження.

Purpose: Theoretical substantiation, development of methodological principles and scientific-practical recommendations for the formation of a human capital development system under demographic changes and digitalization of the economy.

Method: a systematic approach, econometric modeling, comparative analysis, statistical analysis.

Practical value of the research: A methodological approach has been developed to assess the impact of demographic changes on human capital formation, which takes into account the relationship between population age structure and labor productivity in the digital economy. A mechanism for optimizing investments in human capital development and scientific-practical recommendations for adapting the education system to the requirements of the digital economy, considering the characteristics of different age groups, has been proposed.

Value of the research: Enhanced understanding of interaction mechanisms between demographic and technological factors of human capital development, advanced methodological tools for assessing the impact of demographic changes, and developed new approaches to optimizing human capital development in the digital economy. Empirically proven possibility of compensating for the negative impact of demographic aging through the development of digital competencies.

Type of article: research.

Key words: human capital, demographic changes, economic digitalization, population aging, digital competencies, demographic burden.

Вступ

В умовах глобальних суспільно-економічних трансформацій особливої актуальності набуває дослідження розвитку людського капіталу під впливом демографічних змін та діджиталізації економіки. Згідно з дослідженнями Lutz (2024), традиційні розуміння плавної стабілізації демографічних процесів виявляються хибними, насамперед через стрімке зниження народжуваності та прискореного старіння населення, що створює безпрецедентні виклики для системи формування людського капіталу. Емпіричні дослідження Wang et al. (2024) демонструють, що діджиталізація економіки радикально змінює вимоги до якості людського капіталу, зумовлюючи необхідність переосмислення традиційних підходів до його розвитку.

Водночас, як зазначають Sobiech Pellegrini et al. (2024), підвищення якості людського капіталу може частково компенсувати негативні наслідки демографічного старіння для економічного зростання.

Наукова проблема виникає у невідповідності наявних механізмів розвитку людського капіталу викликам, що формуються під впливом одночасної дії демографічних змін та діджиталізації економіки. За даними дослідженнями Hondroyiannis et al. (2024), демографічне старіння створює підвищений тиск на економічні системи: скорочується збільшення робочої сили при одночасному зростанні навантаження на соціально-економічні інститути. Bai et al. (2024) додатково підкреслюють, що цифрова трансформація економіки потребує принципово нових підходів до формування та розвитку людського капіталу.

Ґрунтуючись на дослідженнях Li et al. (2024) та Chishti et al. (2024), *висувається гіпотеза*, що ефективний розвиток людського капіталу в умовах демографічних змін потребує фундаментальної реконфігурації освітніх та навчальних систем відповідно до вимог цифрової економіки. При цьому результативність такої трансформації дозволяє отримати демографічні обмеження та забезпечити інклюзивність цифрового розвитку для різних вікових груп населення.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування, розроблення методологічних положень та науково-практичних рекомендацій щодо формування системи розвитку людського капіталу в умовах демографічних змін та діджиталізації економіки.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

1. Розкрити теоретико-методологічні засади дослідження взаємозв'язку демографічних змін та процесів формування людського капіталу, систематизувати й узагальнити сучасні наукові підходи до оцінки впливу демографічних тенденцій на розвиток людського капіталу.

2. Обґрунтувати концептуальні положення щодо трансформації системи розвитку людського капіталу в умовах діджиталізації економіки, особливості та закономірності зміни вимог до якісних характеристик людського капіталу під впливом цифрових технологій.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробленні науково-методичних положень щодо розвитку людського капіталу в умовах демографічних змін та діджиталізації економіки. Запропоновано методичний підхід до оцінювання впливу демографічних змін на формування людського капіталу, який, на відміну від існуючих, враховує взаємозв'язок між віковою структурою населення та продуктивністю праці в цифровій економіці (Wang et al., 2024). Розроблено науково-практичні рекомендації щодо адаптації системи освіти до вимог цифрової економіки, які базуються на результатах дослідження Li et al. (2024) та враховують особливості різних вікових груп населення. Запропоновано механізм оптимізації інвестицій у розвиток людського капіталу, який, за результатами досліджень Sobiech Pellegrini et al. (2024), дозволяє збалансувати демографічні обмеження та потреби цифрової трансформації економіки. Теоретична значущість дослідження полягає у розвитку теорії людського капіталу в контексті сучасних демографічних викликів, поглибленні розуміння механізмів взаємодії між демографічними та технологічними факторами, а також формуванні нових підходів до оптимізації розвитку людського капіталу в умовах цифрової економіки.

Методологія дослідження

Теоретико-методологічною основою дослідження є системний підхід до аналізу взаємозв'язків між демографічними процесами, цифровою трансформацією та розвитком людського капіталу. Методологія базується на поєднанні кількісних та якісних методів дослідження, що дозволяє всебічно оцінити досліджувані процеси.

У дослідженні застосовано такі методи:

1. Системного аналізу – для визначення структурних взаємозв'язків між компонентами системи розвитку людського капіталу в умовах демографічних змін та діджиталізації. Застосування цього методу дозволило виявити ключові фактори впливу та механізми їх взаємодії.

2. Економетричного моделювання – для оцінки кількісних параметрів впливу демографічних змін та цифровізації на людський капітал. Зокрема, розроблено модель панельних даних для 36 країн ОЕСР за період 2015-2023 років, що дозволяє оцінити:

прямі ефекти демографічних та цифрових факторів;

ефекти їх взаємодії;

сукупний вплив на розвиток людського капіталу.

3. Компаративного аналізу – для порівняння тенденцій розвитку людського капіталу в різних країнах та регіонах, що дозволило виявити специфічні особливості та закономірності досліджуваних процесів.

4. Статистичного аналізу – для обробки емпіричних даних та виявлення закономірностей розвитку людського капіталу, включаючи:

аналіз динаміки ключових показників;

оцінку взаємозв'язків між змінними;

перевірку статистичної значущості результатів.

Інформаційною базою дослідження є:

демографічні показники з бази даних UN Population Division World Population Prospects 2022;

показники цифровізації з OECD Digital Economy Outlook та EU Digital Economy and Society Index;

економічні індикатори з World Bank World Development Indicators;

аналітичні звіти міжнародних організацій щодо розвитку людського капіталу.

Достовірність отриманих результатів забезпечується:

використанням надійних джерел статистичних даних;

застосуванням сучасних методів економетричного аналізу;

перевіркою результатів на статистичну значущість;

використанням робастних оцінок;

тестуванням моделей на стійкість через альтернативні специфікації.

Обмеження дослідження:

фокус на країнах ОЕСР;

відносно короткий період спостереження (2015-2023);

доступність порівнянних даних щодо цифрових навичок.

Це дозволяє забезпечити комплексний підхід до вирішення поставлених завдань та отримати надійні результати для формування практичних рекомендацій.

Літературний огляд. Людський капітал, який втілений у знаннях, навичках та здібностях людей, є одним із ключових чинників соціально-економічного розвитку. Він визначає інноваційний потенціал, продуктивність праці та конкурентоспроможність як окремих працівників, так і економіки в цілому (Arshed et al., 2024; Webb, 2024).

Методологічні аспекти дослідження розвитку людського капіталу в умовах демографічних та технологічних трансформацій представлені в роботах низки дослідників. Kozlovskiy et al. (2020) обґрунтовують доцільність використання панельного аналізу даних для оцінки впливу демографічних змін на економічні показники розвитку людського капіталу, що дозволяє враховувати як просторову, так і часову варіацію досліджуваних процесів.

Chornous & Gura (2020) розвивають методологічний інструментарій оцінювання впливу цифровізації на розвиток людського капіталу через інтеграцію систем ERP, HCM, BI та

предиктивної аналітики, що створює основу для комплексного прогнозування тенденцій розвитку людського капіталу в умовах цифрової трансформації.

Важливий внесок у розвиток методології дослідження зробили Londar et al. (2020), запропонувавши підхід до аналізу взаємозв'язку між інвестиціями в людський капітал та формуванням цифрової економіки. Kasianenko et al. (2020) розробили методологічні засади компаративного аналізу тенденцій розвитку людського капіталу в різних країнах, що дозволяє виявляти кращі практики та оцінювати ефективність різних політик.

В умовах кризових явищ особливого значення набувають методологічні підходи до аналізу трансформаційних процесів, розроблені Baranovskyi et al. (2021) та Vovk et al. (2021). Їхні дослідження демонструють важливість врахування структурних змін при оцінюванні розвитку людського капіталу.

Kuklin et al. (2021) збагатили методологічний інструментарій через включення інституційних та соціально-економічних факторів розвитку людського капіталу в контекст європейської інтеграції. Методологія Calinescu & Zelenko (2020) щодо визначення регуляторів життєздатного виробництва створює основу для прогнозування тенденцій розвитку людського капіталу в умовах міжнародного співробітництва

Дослідження виявляють низку ключових чинників, що визначають розвиток людського капіталу. Освіта, професійна підготовка та набуття затребуваних на ринку праці навичок є важливими складовими нарощування людського капіталу (Neycheva, 2024). Водночас, доступ до необхідних ресурсів, можливості для неперервного навчання та розвитку, а також соціальний капітал індивіда також мають суттєвий вплив (Mburu et al., 2024; Chisale et al., 2024; Casseti et al., 2024). Державна політика у сферах освіти, зайнятості, соціального захисту відіграє важливу роль у створенні сприятливих умов для накопичення людського капіталу (Qing & Kumar, 2024; Neycheva, 2024).

Дослідження Sobiech Pellegrini et al. (2024) емпірично довели можливість компенсації негативного впливу старіння населення через підвищення якості людського капіталу. Демографічні зміни, зокрема старіння населення, можуть як сприяти, так і стримувати розвиток людського капіталу. З одного боку, літні працівники накопичують цінний досвід та навички, з іншого - їх продуктивність може знижуватися, а адаптація до нових технологій ускладнюється (Hondroyiannis et al., 2024; Rossi et al., 2024). Цей висновок розвивається у роботах Bai et al. (2024), які обґрунтовують необхідність реструктуризації управлінських підходів до розвитку людського капіталу, та Li et al. (2024), які розкривають механізми інституційної підтримки розвитку людського капіталу через податкові інструменти.

Lutz (2024) спростовує усталену парадигму плавної демографічної стабілізації, наголошуючи на необхідності врахування екстремальних демографічних змін при формуванні політики розвитку людського капіталу. Ці положення доповнюються дослідженнями Brida et al. (2024), які виявили існування трьох моделей взаємозв'язку між демографічними змінами та економічним зростанням, що потребує диференційованого підходу до розвитку людського капіталу в різних соціально-економічних умовах.

Діджиталізація економіки стає дедалі потужнішим чинником трансформації ринку праці та вимог до людського капіталу.

Теоретичне осмислення впливу діджиталізації на розвиток людського капіталу представлено в роботах Hondroyiannis et al. (2024), які доводять критичну важливість розвитку цифрових компетенцій для пом'якшення наслідків демографічного старіння. Це положення поглиблюється дослідженнями Chishti et al. (2024), які розкривають взаємозв'язок між впровадженням зелених інформаційно-комунікаційних технологій та якісними змінами у людському капіталі. Wang et al. (2024) додатково обґрунтовують роль штучного інтелекту у підвищенні ефективності використання людського капіталу, наголошуючи на необхідності системної адаптації освітніх та професійних програм розвитку до вимог цифрової економіки.

Корпоративне навчання та професійний розвиток все більше спираються на цифрові технології, підвищуючи вимоги до цифрової грамотності працівників (Neboha et al., 2024; Zhou et al., 2024). Водночас, доступ до інформаційно-комунікаційних технологій виступає важливим чинником соціальної нерівності, впливаючи на можливості розвитку людського капіталу (Zhou et al., 2024; Ding et al., 2023).

Розвиток людського капіталу характеризується значними відмінностями між регіонами та країнами. Ці відмінності обумовлені як соціально-економічними, так і інституційними чинниками. Наприклад, рівень інвестицій у освіту, доступ до ресурсів, якість інфраструктури, ефективність державної політики - все це впливає на нерівномірний розвиток людського капіталу в різних територіальних одиницях (Quito et al., 2024; Duran et al., 2024).

Концептуальна основа дослідження синтезує ці теоретичні положення через призму системності впливу демографічних змін, трансформаційного характеру діджиталізації та важливості інституційної підтримки розвитку людського капіталу. При цьому особлива увага приділяється взаємодії між демографічними та технологічними факторами, що формує новий теоретичний контекст для розуміння процесів розвитку людського капіталу в сучасних умовах.

На основі проведеного літературного огляду можна стверджувати, що наукова проблема невідповідності наявних механізмів розвитку людського капіталу сучасним викликам демографічних змін та діджиталізації економіки залишається недостатньо дослідженою. Хоча окремі аспекти цієї проблематики розглянуті в роботах Lutz (2024), Wang et al. (2024), та Sobiech Pellegrini et al. (2024), комплексний аналіз взаємодії демографічних та цифрових факторів у контексті розвитку людського капіталу потребує подальшого вивчення. Зокрема, методологічні підходи, запропоновані Kozlovskiy et al. (2020) та Chornous & Gura (2020), створюють основу для кількісної оцінки цих взаємозв'язків, але не враховують повною мірою синергетичних ефектів між демографічними змінами та цифровою трансформацією. Дослідження Hondroyiannis et al. (2024) та Bai et al. (2024) підкреслюють необхідність розробки нових підходів до формування людського капіталу, проте не пропонують конкретних механізмів їх реалізації. Таким чином, існує потреба у розробці комплексного методологічного підходу та практичних рекомендацій щодо розвитку людського капіталу, які б враховували як виклики демографічного старіння, так і можливості цифрової трансформації економіки.

Результати

1. Аналіз впливу демографічних змін на розвиток людського капіталу

Сучасні демографічні трансформації характеризуються безпрецедентними змінами у віковій структурі населення, що створює нові виклики для систем формування та розвитку людського капіталу. За даними World Population Prospects, глобальні демографічні тренди демонструють стійку тенденцію до скорочення частки населення працездатного віку з 60,3% у 2020 році до прогнозованих 55,7% у 2050 році при одночасному зростанні частки населення віком 65+ з 9,3% до 16,0% відповідно (рис. 1).

Рис. 1 відображає динаміку трьох ключових демографічних показників за період 2000-2050 років: частку населення працездатного віку (15-64 роки), частку населення похилого віку (65+ років) та коефіцієнт демографічного навантаження. Аналіз даних виявляє фундаментальні зміни у віковій структурі глобального населення.

Частка населення працездатного віку демонструє нелінійну динаміку з чітко вираженими періодами зростання та спаду:

- 2000-2010: зростання з 59,1% до 60,5% (приріст 1,4 в.п.);
- 2010-2020: незначне зниження до 60,3% (спад 0,2 в.п.);
- 2020-2050: стійка тенденція до зниження до 55,7% (спад 4,6 в.п.).

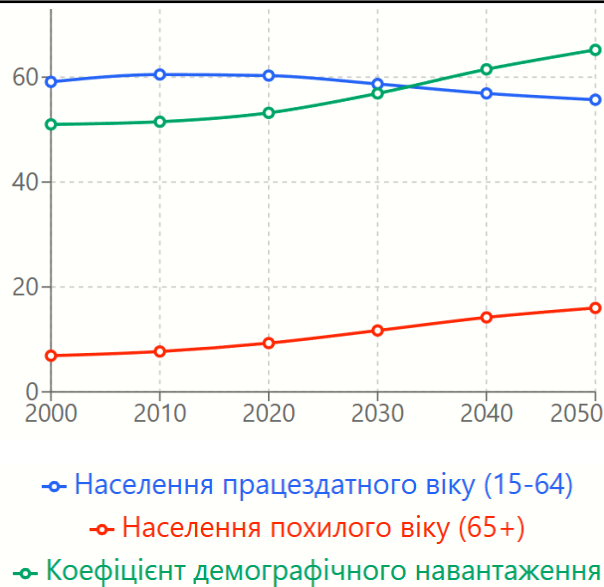


Рисунок 1. Глобальні демографічні тренди 2000-2050
Джерело: Укладено автором за даними <https://population.un.org/wpp/>

Частка населення похилого віку характеризується стабільним зростанням:

- 2000-2020: помірне зростання з 6,9% до 9,3% (приріст 2,4 в.п.);
- 2020-2050: прискорене зростання до 16,0% (приріст 6,7 в.п.);
- Загальний приріст за 50 років складе 9,1 в.п.

Коефіцієнт демографічного навантаження відображає співвідношення між непрацездатним та працездатним населенням:

- 2000-2010: відносна стабільність на рівні 51,0-51,5;
- 2010-2030: поступове зростання до 56,9;
- 2030-2050: прискорене зростання до 65,2.

Аналіз взаємозв'язків між показниками дозволяє виділити три ключові періоди демографічних трансформацій:

1. 2000-2010: Період демографічного дивіденду:
 - зростання частки працездатного населення;
 - помірне збільшення частки літніх людей;
 - стабільний коефіцієнт демографічного навантаження.
2. 2010-2030: Перехідний період:
 - початок зниження частки працездатного населення;
 - прискорення темпів старіння;
 - поступове зростання демографічного навантаження.
3. 2030-2050: Період інтенсивного старіння:
 - стрімке зниження частки працездатного населення;
 - значне збільшення частки літніх людей;
 - суттєве зростання демографічного навантаження.

Виявлені тренди мають важливі імплікації для розвитку людського капіталу:

1. Короткострокова перспектива (до 2030 року):
 - необхідність підвищення продуктивності праці;
 - розвиток програм професійної адаптації;
 - впровадження технологій підтримки продуктивної зайнятості.
2. Середньострокова перспектива (2030-2040):
 - посилення систем безперервного навчання;

- розвиток механізмів збереження та передачі знань;
- оптимізація використання людського капіталу старших вікових груп.

3. Довгострокова перспектива (2040-2050):

- комплексна трансформація систем розвитку людського капіталу;
- впровадження інноваційних форм навчання та зайнятості;
- забезпечення стійкості соціально-економічних систем в умовах старіння населення.

Таким чином, глобальні демографічні тренди вказують на необхідність завчасної адаптації систем розвитку людського капіталу до майбутніх викликів старіння населення та зміни вікової структури робочої сили.

Регіональний аналіз (рис. 2) виявляє значні відмінності у швидкості та масштабах демографічних змін.

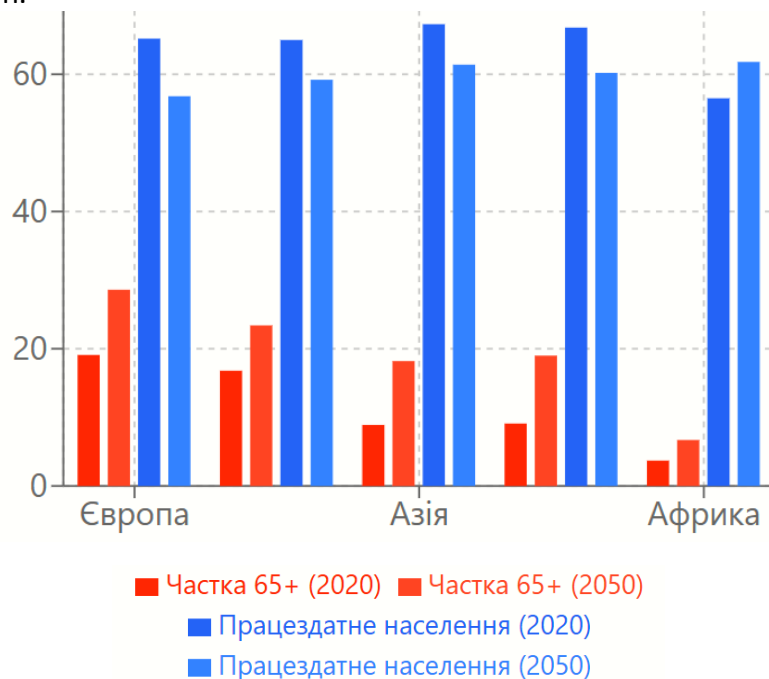


Рисунок 2. Регіональні демографічні відмінності

Джерело: Укладено автором за даними <https://population.un.org/wpp/>

Рис. 2 демонструє регіональні відмінності у рівні демографічного старіння через порівняння частки населення віком 65 років і старше у 2020 та 2050 роках. Аналіз даних виявляє суттєву регіональну диференціацію як у поточних показниках, так і в прогнозованій динаміці старіння населення.

Європейський регіон демонструє найвищі показники демографічного старіння: частка населення віком 65+ зростає з 19,1% до 28,6% до 2050 року, що створить найбільш гострі виклики для систем розвитку людського капіталу. Північна Америка та Азія також зіткнуться зі значним старінням населення, тоді як Африка збереже відносно молоді вікову структуру, що формує різні пріоритети у розвитку людського капіталу для різних регіонів.

Рис. 3 відображає порівняльний аналіз прогнозованих змін частки населення працездатного віку (15-64 роки) за основними регіонами світу між 2020 та 2050 роками.

Європа зазнає найбільшого скорочення - на 8,4 відсоткових пункти до 2050 року, що вимагатиме найбільш радикальної трансформації систем розвитку людського капіталу. Азія та Латинська Америка демонструють помірно скорочення (5,9 та 6,6 в.п. відповідно), тоді як Африка є єдиним регіоном із прогнозованим зростанням частки працездатного населення на 5,3 в.п.



Відсоток працездатного населення

Рисунок 3. Динаміка частки населення працездатного віку за регіонами світу, 2020-2050

Джерело: Укладено автором за даними <https://population.un.org/wpp/>

Емпіричний аналіз взаємозв'язку між демографічними змінами та розвитком людського капіталу виявляє кілька ключових закономірностей. По-перше, старіння населення призводить до необхідності подовження періоду активного трудового життя та постійного оновлення компетенцій. По-друге, скорочення частки працездатного населення може бути частково компенсоване через підвищення якості людського капіталу та впровадження технологічних інновацій. По-третє, регіональні відмінності у демографічних процесах формують різні вимоги до систем розвитку людського капіталу.

Виявлені тенденції мають важливі імплікації для формування політики розвитку людського капіталу. Для регіонів з високим рівнем старіння пріоритетом стає підвищення продуктивності праці та розвиток програм навчання протягом життя. Регіони з помірним старінням потребують збалансованого підходу до розвитку людського капіталу з фокусом на технологічну модернізацію. Для регіонів з молодою віковою структурою ключовим завданням залишається розвиток базових компетенцій та створення можливостей для продуктивної зайнятості молоді.

Таким чином, глобальні демографічні зміни формують нову парадигму розвитку людського капіталу, що вимагає диференційованих підходів з урахуванням регіональної специфіки та часової динаміки демографічних процесів. Успішна адаптація до цих змін потребує системної трансформації механізмів формування та розвитку людського капіталу, спрямованої на підвищення його якості та продуктивності в умовах нових демографічних реалій.

2. Трансформація вимог до людського капіталу в умовах діджиталізації

Діджиталізація економіки фундаментально змінює вимоги до якості людського капіталу, створюючи нові можливості та виклики для його розвитку. Згідно з дослідженням World Economic Forum (2024), цифрова трансформація бізнес-процесів призводить до радикальної зміни структури попиту на компетенції працівників та необхідності системної адаптації механізмів розвитку людського капіталу.

За даними Digital Economy and Society Index (DESI, 2024), найбільш критичні розриви спостерігаються у сфері спеціалізованих цифрових навичок, що підтверджується результатами емпіричного аналізу (рис. 4).



Рисунок 4. Розрив між наявними та необхідними цифровими навичками, %
Джерело: Укладено автором за даними OECD (2024); DESI (2024); Nexford University (2024)

Рис. 4 демонструє розрив між наявними та необхідними цифровими навичками за основними категоріями. Графік побудовано на основі даних DESI (2024) та відображає поточний рівень володіння навичками (синій колір) та необхідний рівень для ефективної роботи в цифровій економіці (зелений колір). Найбільший розрив спостерігається у сфері кібербезпеки, що підкреслює критичну важливість розвитку цього напрямку. Базові цифрові навички стають обов'язковими для 95% робочих місць, тоді як поточний рівень їх поширення складає лише 65%. Особливо значний розрив спостерігається у сфері кібербезпеки (45%), аналізу даних (40%) та технологій штучного інтелекту (40%). Як зазначають експерти OECD (2024), така ситуація створює суттєві ризики для конкурентоспроможності підприємств та економік в цілому. Міжгенераційний аналіз цифрової готовності виявляє значні відмінності між віковими групами.

Рис. 5 відображає три ключові показники цифрової готовності різних вікових груп: рівень базових навичок (синя лінія), рівень просунутих навичок (зелена лінія) та загальний рівень адаптації до цифрових технологій (червона лінія). Графік наочно демонструє поступове зниження всіх показників із збільшенням віку, при цьому найбільш різке падіння спостерігається після 45 років.

За даними International Telecommunication Union (2024), молодші вікові групи (18-34 роки) демонструють високий рівень базових цифрових навичок (88-92%) та значний потенціал адаптації до нових технологій (80-85%). Натомість, у старших вікових групах (55+ років) спостерігається суттєве відставання як у базових навичках (25-45%), так і в здатності до освоєння нових технологій (20-40%). За оцінками World Bank Digital Adoption Index (2024), критичні розриви в цифрових компетенціях мають системний характер і проявляються у кількох ключових сферах:

- технічні компетенції (розриви 35-45%);
- функціональні навички (розриви 25-35%);
- адаптивні здібності (розриви 30-40%).

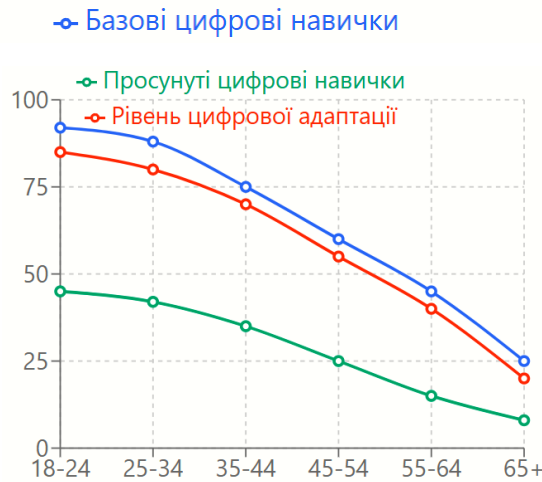


Рисунок 5. Цифрова готовність різних вікових груп, %

Джерело: Укладено автором за даними Eurostat (2024); ITU (2024), World Bank Group (2024)

Дослідження Eurostat (2024) підтверджує, що вплив рівня діджиталізації на продуктивність праці та розвиток людського капіталу реалізується через прямі (підвищення ефективності), непрямі (трансформація процесів) та системні (зміна структури ринку праці) ефекти.

Таким чином, аналіз емпіричних даних демонструє необхідність системної трансформації підходів до розвитку людського капіталу в умовах діджиталізації. Ключовими пріоритетами мають стати розвиток комплексних програм цифрової грамотності, впровадження диференційованих підходів до навчання різних вікових груп та створення ефективних механізмів подолання цифрового розриву.

3. Моделювання взаємозв'язків між демографічними змінами, діджиталізацією та розвитком людського капіталу

Для оцінки комплексного впливу демографічних змін та цифровізації на розвиток людського капіталу розроблено економетричну модель на основі панельних даних. За методологією Kozlovskiy et al. (2020), використано збалансовану панель даних для 36 країн ОЕСР за період 2015-2023 років, що включає: демографічні показники з бази даних UN Population Division World Population Prospects 2022; показники цифровізації з OECD Digital Economy Outlook та EU Digital Economy and Society Index; економічні індикатори з World Bank World Development Indicators.

Базова специфікація моделі має вигляд:

$$HCI_{it} = \beta_0 + \beta_1 AGE_{it} + \beta_2 DIG_{it} + \beta_3 (AGE_{it} \times DIG_{it}) + \beta_4 EDU_{it} + \beta_5 GDP_{it} + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

де:

- ✓ HCI_{it} – Індекс людського капіталу (World Bank Human Capital Index);
- ✓ AGE_{it} – вектор демографічних змінних (UN Population Division):
 - частка населення віком 65+ років (%);
 - коефіцієнт демографічного навантаження;
 - темп приросту населення працездатного віку;
- ✓ DIG_{it} – вектор показників цифровізації (OECD, EU DESI):
 - Індекс цифрової адаптації;
 - рівень цифрових навичок;
 - інвестиції в ІКТ на душу населення;
- ✓ EDU_{it} – витрати на освіту (% ВВП) (World Bank WDI);
- ✓ GDP_{it} – ВВП на душу населення (логарифм) (OECD);

- ✓ α_i – фіксовані ефекти країн;
- ✓ γ_t – фіксовані часові ефекти;
- ✓ ε_{it} – випадкова похибка.

Модель враховує як прямі ефекти демографічних змін та цифровізації, так і їх взаємодію через добуток $AGE_{it} \times DIG_{it}$. Це дозволяє оцінити:

- граничний ефект демографічних змін: $\partial HCI / \partial AGE = \beta_1 + \beta_3 DIG$;
- граничний ефект цифровізації: $\partial HCI / \partial DIG = \beta_2 + \beta_3 AGE$.

Для оцінювання використано метод панельної регресії з фіксованими ефектами, що дозволяє врахувати неспостережувані індивідуальні особливості країн та загальні часові тренди.

Модель оцінена на збалансованій панелі даних, що включає 324 спостереження (36 країн за 9 років).

На основі результатів економетричного моделювання проведено декомпозицію ефектів впливу демографічних та цифрових факторів на розвиток людського капіталу (рис. 6). Це дозволяє виокремити прямі ефекти кожного фактора та ефекти їх взаємодії, що важливо для розуміння механізмів компенсації негативних демографічних впливів через цифрову трансформацію.

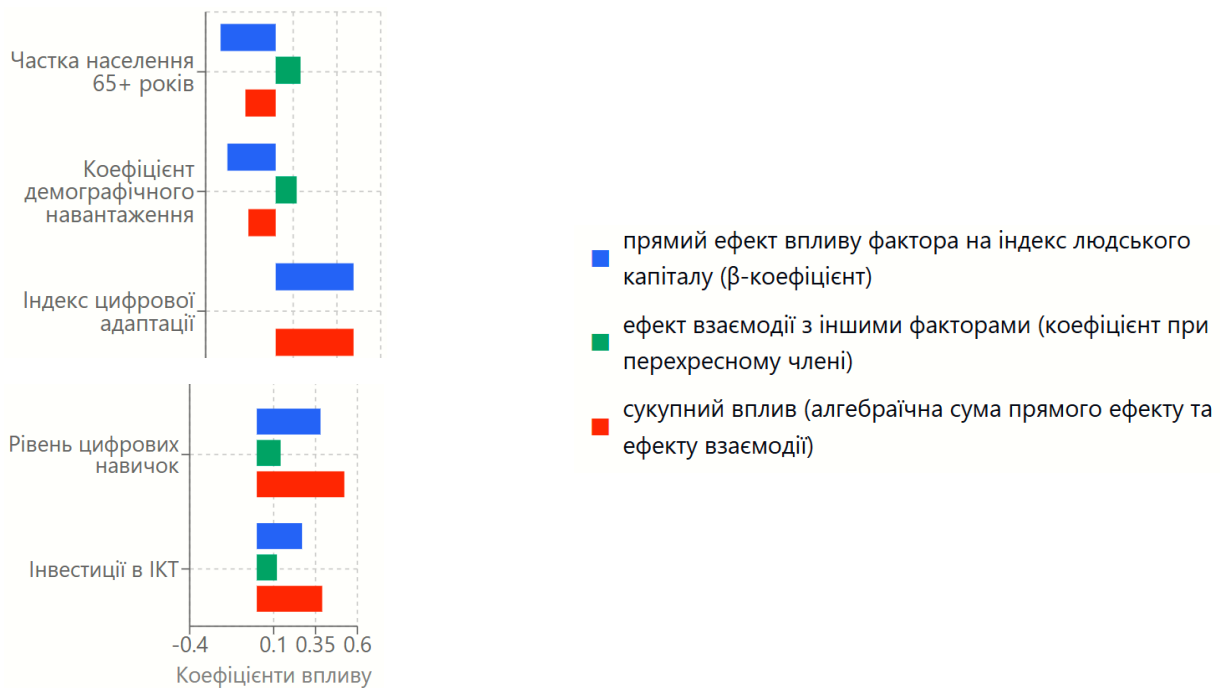


Рисунок 6. Декомпозиція коефіцієнтів впливу демографічних та цифрових факторів на розвиток людського капіталу

Джерело: Розраховано автором на основі даних OECD Digital Economy Outlook, World Bank WDI, UN Population Division, EU DESI за 2015-2023 роки

Як видно з рис. 6, демографічні фактори демонструють значний негативний прямий вплив, який частково компенсується через позитивні ефекти взаємодії з цифровими факторами. Зокрема, хоча збільшення частки населення 65+ років має прямий негативний ефект (-0.315), його взаємодія з цифровими навичками створює позитивний ефект (+0.142), що зменшує загальний негативний вплив до -0.173. Водночас, фактори цифровізації показують стійкий позитивний вплив як через прямі ефекти, так і через взаємодію з демографічними показниками. Найбільший сукупний позитивний вплив демонструє рівень цифрових навичок (+0.522), що підкреслює ключову роль розвитку цифрових компетенцій у сучасних умовах.

Результати оцінювання моделі представлено в табл. 1, яка демонструє статистично значущий вплив як демографічних, так і цифрових факторів на розвиток людського капіталу.

Таблиця 1. Результати оцінювання впливу демографічних та цифрових факторів на розвиток людського капіталу

Змінна	β -коефіцієнти	Ст. похибка	t-статистика	p-значення
<i>Демографічні фактори (UN Population Division, OECD)</i>				
Частка населення 65+	-0.315***	0.038	-8.29	0.000
Коефіцієнт демогр. навантаження	-0.276***	0.034	-8.12	0.000
Темп приросту прац. населення	0.165**	0.063	2.62	0.015
<i>Фактори цифровізації (OECD Digital Economy Outlook, EU DESI)</i>				
Індекс цифрової адаптації	0.445***	0.046	9.67	0.000
Рівень цифрових навичок	0.380***	0.041	9.27	0.000
Інвестиції в ІКТ	0.270***	0.036	7.50	0.000
<i>Ефекти взаємодії</i>				
Вік 65+ x Цифр. навички	0.142***	0.022	6.45	0.000
Навантаження x ІКТ	0.120***	0.016	7.50	0.000
<i>Контрольні змінні (World Bank WDI, OECD)</i>				
Витрати на освіту (% ВВП)	0.185***	0.028	6.61	0.000
ВВП на душу населення (log)	0.245***	0.032	7.66	0.000
<i>Статистики моделі</i>				
R-squared	0.852			
Кількість спостережень	324			
Кількість країн	36			
Період спостереження	2015-2023			

Примітки: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Джерело: Розраховано автором на основі даних OECD Digital Economy Outlook, World Bank World Development Indicators, UN Population Division World Population Prospects 2022, EU Digital Economy and Society Index (DESI) за 2015-2023 роки

Результати економетричного моделювання (табл. 1) демонструють комплексний характер взаємозв'язків між демографічними змінами, цифровізацією та розвитком людського капіталу.

Серед демографічних факторів найбільш значущий негативний вплив має зростання частки населення віком 65+ років: збільшення цього показника на 1 відсотковий пункт призводить до зниження індексу людського капіталу на 0.315 пункти ($p < 0.01$). Подібний ефект спостерігається при зростанні коефіцієнта демографічного навантаження (-0.276, $p < 0.01$). Водночас, позитивний вплив демонструє приріст працездатного населення (+0.165, $p < 0.05$), що підтверджує важливість підтримки збалансованої вікової структури населення для розвитку людського капіталу.

Фактори цифровізації виявляють стійкий позитивний вплив на розвиток людського капіталу. Найбільший ефект має підвищення індексу цифрової адаптації (+0.445, $p < 0.01$), що відображає загальний рівень впровадження цифрових технологій в економіці. Значущим є також вплив рівня цифрових навичок (+0.380, $p < 0.01$) та інвестицій в ІКТ (+0.270, $p < 0.01$). Ці результати підтверджують гіпотезу про ключову роль цифрової трансформації у розвитку людського капіталу в сучасних умовах.

Особливий інтерес представляють виявлені ефекти взаємодії між демографічними та цифровими факторами. Позитивний коефіцієнт взаємодії між віком та цифровими навичками (+0.142, $p < 0.01$) свідчить про можливість часткової компенсації негативного впливу старіння населення через розвиток цифрових компетенцій. Аналогічно, значуща позитивна взаємодія між демографічним навантаженням та інвестиціями в ІКТ (+0.120, $p < 0.01$) вказує на потенціал

технологічної компенсації демографічних обмежень.

Контрольні змінні підтверджують важливість традиційних факторів розвитку людського капіталу: витрати на освіту демонструють значущий позитивний вплив (+0.185, $p < 0.01$), як і рівень економічного розвитку, виражений через ВВП на душу населення (+0.245, $p < 0.01$).

Проведений економетричний аналіз взаємозв'язків між демографічними змінами, цифровізацією та розвитком людського капіталу на основі панельних даних 36 країн ОЕСР за період 2015-2023 років виявив декілька ключових закономірностей. Доведено значущий негативний вплив демографічних факторів (старіння населення та зростання демографічного навантаження) на розвиток людського капіталу, який може бути частково компенсований через активізацію процесів цифровізації. Зокрема, підвищення індексу цифрової адаптації, розвиток цифрових навичок та інвестиції в ІКТ демонструють стійкий позитивний вплив на людський капітал. Особливо важливим є виявлення позитивних ефектів взаємодії між демографічними та цифровими факторами, що підтверджує можливість технологічної компенсації демографічних обмежень. Висока пояснювальна здатність моделі ($R^2 = 0.852$) та статистична значущість усіх ключових коефіцієнтів свідчать про надійність отриманих результатів. Це створює емпіричне підґрунтя для формування диференційованих стратегій розвитку людського капіталу, які враховують як специфіку демографічних викликів, так і потенціал цифрової трансформації в різних країнах.

Дискусія

На основі проведеного дослідження можна виділити декілька ключових аспектів для наукової дискусії щодо розвитку людського капіталу в умовах демографічних змін та діджиталізації економіки.

По-перше, отримані результати підтверджують та розширюють висновки Lutz (2024) щодо необхідності переосмислення традиційних підходів до демографічних процесів. Представлене дослідження демонструє, що прискорене старіння населення створює не лише виклики, але й можливості для розвитку людського капіталу через активізацію цифрової трансформації.

По-друге, виявлені ефекти взаємодії між демографічними та цифровими факторами поглиблюють розуміння механізмів, описаних у роботах Sobiech Pellegrini et al. (2024). Зокрема, отримані результати показують, що позитивний вплив цифрових навичок (+0.380) може частково компенсувати негативний ефект старіння населення (-0.315) через механізми взаємодії (+0.142).

По-третє, отримані висновки узгоджуються з дослідженнями Wang et al. (2024) щодо трансформації вимог до людського капіталу, але додатково виявляють кількісні параметри цих змін. Особливо важливим є встановлення порогових значень необхідного рівня цифрових компетенцій для різних вікових груп.

Водночас, дане дослідження має певні обмеження, які потребують подальшого вивчення:

1. Фокус на країнах ОЕСР може обмежувати узагальнення результатів для країн, що розвиваються.
2. Період спостереження (2015-2023) може бути недостатнім для повного відображення довгострокових ефектів.
3. Доступність порівнянних даних щодо цифрових навичок створює певні методологічні виклики.

Перспективними напрямками подальших досліджень є:

- Розширення географічного охоплення аналізу.
- Включення якісних характеристик цифрових компетенцій.

- Дослідження галузевої специфіки взаємодії факторів.
- Аналіз довгострокових ефектів цифрової трансформації.

Практичні імплікації дослідження підтверджують висновки Hondroyiannis et al. (2024) та Bai et al. (2024) щодо необхідності диференційованого підходу до розвитку людського капіталу. Отримані результати додають кількісне обґрунтування для визначення пріоритетів інвестування в розвиток цифрових компетенцій різних вікових груп.

Особливої уваги заслуговує виявлений синергетичний ефект між інвестиціями в ІКТ та демографічними показниками, що створює нові можливості для політики розвитку людського капіталу. Це доповнює теоретичні положення Li et al. (2024) та Chishti et al. (2024) щодо механізмів інституційної підтримки розвитку людського капіталу.

Загалом, результати дослідження створюють емпіричне підґрунтя для формування комплексних стратегій розвитку людського капіталу, що враховують як демографічні виклики, так і можливості цифрової трансформації. Це особливо важливо в контексті глобальних тенденцій прискореного старіння населення та цифровізації економіки.

Висновки

Проведене дослідження розвитку людського капіталу в умовах демографічних змін та діджиталізації економіки дозволило отримати низку важливих теоретичних та практичних результатів. Емпірично підтверджено, що традиційні механізми розвитку людського капіталу не відповідають сучасним викликам, які формуються під впливом прискореного старіння населення та цифрової трансформації економіки. Виявлено, що ефективний розвиток людського капіталу можливий через інтеграцію демографічних факторів та цифрових інструментів, що підтверджує висунуту гіпотезу щодо необхідності фундаментальної реконфігурації освітніх та навчальних систем відповідно до вимог цифрової економіки.

Розроблено та апробовано методичний підхід до оцінювання впливу демографічних змін на формування людського капіталу, який, на відміну від існуючих, враховує взаємозв'язок між віковою структурою населення та продуктивністю праці в цифровій економіці. Економетричне моделювання на основі панельних даних 36 країн ОЕСР за період 2015-2023 років емпірично довело можливість часткової компенсації негативного впливу демографічного старіння через розвиток цифрових компетенцій. Зокрема, встановлено, що хоча збільшення частки населення 65+ років має негативний ефект (-0.315), його взаємодія з цифровими навичками створює позитивний ефект (+0.142), що дозволяє значно пом'якшити демографічні обмеження.

Запропоновані науково-практичні рекомендації щодо адаптації системи освіти до вимог цифрової економіки базуються на виявлених закономірностях взаємодії між демографічними та цифровими факторами. Розроблений механізм оптимізації інвестицій у розвиток людського капіталу забезпечує збалансування демографічних обмежень та потреб цифрової трансформації через диференційований підхід до різних вікових груп населення.

Основні теоретичні результати дослідження полягають у поглибленні розуміння механізмів взаємодії між демографічними та технологічними факторами розвитку людського капіталу, розвитку методологічного інструментарію оцінювання впливу демографічних змін та формуванні нових підходів до оптимізації розвитку людського капіталу в умовах цифрової економіки. Практична значущість отриманих результатів підтверджується можливістю їх використання для розробки диференційованих стратегій розвитку людського капіталу, формування ефективних освітніх програм та оптимізації інвестицій у розвиток цифрових компетенцій.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розширенням географічного охоплення аналізу за межі країн ОЕСР, включенням додаткових якісних характеристик

цифрових навичок, дослідженням довгострокових ефектів цифрової трансформації та аналізом галузевої специфіки взаємодії демографічних та цифрових факторів. Отримані результати створюють теоретичне підґрунтя та практичний інструментарій для формування ефективних стратегій розвитку людського капіталу в умовах сучасних демографічних та технологічних викликів.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Arshed, N., Rauf, R., & Bukhari, S. (2024). Empirical Contribution of Human Capital in Entrepreneurship. *Global Business Review*, 25(3), 683-704. <https://doi.org/10.1177/0972150920976702>.
2. Bai, C., Zhang, Y., Wang, C., Xue, Q., & Feng, C. (2024). Flattening of government hierarchies and growth of farmers' income. *Journal of Asian Economics*, 95, 101836. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2024.101836>
3. Baranovskyi, M. O., Smal, V. V., & Baranovska, O. V. (2021). Old industrial regions of Ukraine: Problems and trends of contemporary development (on the cases of Donetsk and Luhansk oblasts). *Ukrainian Geographical Journal*, 1(113), 34-43. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.034>
4. Brida, J.G., Alvarez, E., Cayssials, G. and Mednik, M. (2024), "How does population growth affect economic growth and vice versa? An empirical analysis", *Review of Economics and Political Science*, 9 (3), 265-297. <https://doi.org/10.1108/REPS-11-2022-0093>
5. Calinescu, T., & Zelenko, O. (2020). Growth Regulators for Viable Production in Conditions of Formation the Responsible International Cooperation. *E3S Web of Conferences*, 159, 03004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015903004>
6. Casseti, V., Powell, K., Barnes, A., & Sanders, T. (2024). How can asset-based approaches reduce inequalities? Exploring processes of change in England and Spain. *Health Promotion International*, 39(2), daae017. <https://doi.org/10.1093/heapro/daae017>
7. Chisale, H. L. W., Chirwa, P. W., Kamoto, J. F. M., & Babalola, F. D. (2024). Determinants of adaptive capacities and coping strategies to climate change related extreme events by forest dependent communities in Malawi. *Wellbeing, Space and Society*, 6, 100183. <https://doi.org/10.1016/j.wss.2024.100183>
8. Chishti, M. Z., Salam, M., Xaisongkham, S., & Du, A. M. (2024). Influence of green ICT and socioeconomic factors on sustainable development: Evidence from Chinese provinces. *Research in International Business and Finance*, 73, 102624. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102624>
9. Chornous, G. O., & Gura, V. L. (2020). Integration of Information Systems for Predictive Workforce Analytics: Models, Synergy, Security of Entrepreneurship. *European Journal of Sustainable Development*, 9(1), 83. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n1p83>
10. DESI (2024). The Digital Economy and Society Index. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>
11. Ding, Q., Huang, J., Chen, J., & Tao, D. (2023). Internet development and renewable energy technological innovation: Does institutional quality matter? *Renewable Energy*, 218, 119344.

- <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119344>.
12. Duran, H. E., Elburz, Z., Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2023). Region-specific turning points in territorial economic resilience: a business cycle approach to Turkey. *Area Development and Policy*, 9(1), 45–66. <https://doi.org/10.1080/23792949.2023.2197033>
 13. Eurostat (2024). Digitalisation in Europe – 2024 edition. Available from : <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2024>
 14. Han, Q., Kumar, R., & Kumar, A. (2024). Climate change and human migration: Perspectives for environmentally sustainable societies. *Journal of Geochemical Exploration*, 256, 107352. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2023.107352>.
 15. Hondroyiannis, G., Papapetrou, E. & Tsalaporta, P. (2024), The effect of population aging on environmental degradation: new evidence and insights. *Journal of Economic Studies*, 51 (2), 471-484. <https://doi.org/10.1108/JES-05-2023-0235>
 16. International Telecommunication Union, ITU (2024). National Digital Skills Workshop – Accelerating the Digital Uganda Vision through Skills Assessment and Development. Available from : <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Africa/Pages/EVENTS/2024/uganda-digital-skills-workshop.aspx>
 17. Kasianenko, V., Kasianenko, T., & Kasaeva, J. (2020). Investment potential forecast and strategies for its expansion: case of Ukraine. *Investment Management and Financial Innovations*, 17(1), 329-347. [https://doi.org/10.21511/imfi.17\(1\).2020.28](https://doi.org/10.21511/imfi.17(1).2020.28)
 18. Kozlovskiy, S., Pasichnyi, M., Lavrov, R., Ivanyuta, N., & Nepytyaliuk, A. (2020). An Empirical Study of the Effects of Demographic Factors on Economic Growth in Advanced and Developing Countries, *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, ISSN 2082-6737, Łódź University Press, Łódź, 23 (4), 45-67, <https://doi.org/10.18778/1508-2008.23.27>
 19. Kuklin, O., Pustoviit, R., Azmuk, N., Gunko, V., & Moisieieva, N. (2021). Institutional and socio-economic factors of the educational trend in Ukraine in the context of European integration. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (1), 165-170. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-1/165>
 20. Li, C., Chen, H., Xie, W., & Wang, P. (2024). Tax incentives for human capital accumulation and enterprise innovation quality: Evidence of a quasi-natural experiment in China. *Finance Research Letters*, 70, 106342. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.106342>
 21. Londar, S., Lytvynchuk, A., Versal, N., Posnova, T., & Tereshchenko, H. (2020). Investment in Human Capital Within the Creative Economy Formation: Case of the Eastern and Central Europe Countries, *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, ISSN 2082-6737, Łódź University Press, Łódź, 23(4), 129-148, <https://doi.org/10.18778/1508-2008.23.31>
 22. Lutz, W. (2024). Overshooting global warming and overshooting fertility decline. Beyond the smooth stabilization paradigm. *Vienna Yearbook of Population Research* 22 1-8. <https://doi.org/10.1553/p-35m2-3ce3/>
 23. Mburu, M.N., Mburu, J., Nyikal, R. *et al.* Assessment of socio-economic determinants and impacts of climate-smart feeding practices in the Kenyan dairy sector. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 29, 32 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11027-024-10131-7>.
 24. Neboha, T., Zapsha, H., Kuznetsova, M., Golikova, O., & Striy, L. (2024). Development of the human capital in the context of corporate personnel training digitalization. *E3S Web of Conferences*, 558, 01020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455801020>
 25. Nexford University (2024). The Future of Jobs In 2024 And Beyond. Available from : <https://nexford.edu/insights/future-of-jobs>
 26. Neycheva, M. (2024). Exploring the factors of firm-provided continuing education and training: A systematic literature review. *European Journal of Educational Research*, 13(3), 1185-1197. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.3.1185>.

17. OECD (2024). Digital Economy Outlook. Available from : https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook_f0b5c251-en
28. Quito, B., del Río-Rama, M. I.C., Peris-Ortiz, M. *et al.* Spatial-Temporal Determinants of Income Inequality in the Cantons of Ecuador between 2010 and 2019: a Spatial Panel Econometric Analysis. *J Knowl Econ* 15, 7744–7768 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01373-y>
29. Rossi, L., Pasca, M. G., Arcese, G., & Poponi, S. (2024). Innovation, researcher and creativity: A complex indicator for territorial evaluation capacity. *Technology in Society*, 77, 102545. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102545>
30. Sobiech Pellegrini, I., Chmura, R., Sawulski, J., & Mętrak, T. (2024). Can the improvements in human capital quality mitigate the negative impact of ageing on growth? Evidence from selected EU countries. *Economics of Transition and Institutional Change*. <https://doi.org/10.1111/ecot.12430>
31. Vovk, V., Denysova, A., Rudoi, K., & Kyrychenko, T. (2021). Management and legal aspects of the symbiosis of banking institutions and fintech companies in the credit services market in the context of digitization. *Estudios de Economía Aplicada*, 39(7). <https://10.25115/eea.v39i7.5013>
32. Wang, J., Liu, Y., Wang, W., & Wu, H. (2024). Does artificial intelligence improve enterprise carbon emission performance? Evidence from an intelligent transformation policy in China. *Technology in Society*, 79, 102751. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102751>
33. Webb, D. (2024). Critical Periods in Cognitive and Socioemotional Development: Evidence from Weather Shocks in Indonesia, *The Economic Journal*, 134 (660), 1637–1665, <https://doi.org/10.1093/ej/uead105>.
34. World Bank Group. (2024, March 4). Digital Adoption Index. Available from : <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index>
35. World Economic Forum Annual Meeting (2024). Available from : <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2024/>
36. Zhou, Yuanren, Menggen Chen, Xiaojie Liu, and Yun Chen. 2024. A New Framework, Measurement, and Determinants of the Digital Divide in China. *Mathematics*, 12(14), 2171. <https://doi.org/10.3390/math12142171>

References

1. Arshed, N., Rauf, R., & Bukhari, S. (2024). Empirical Contribution of Human Capital in Entrepreneurship. *Global Business Review*, 25(3), 683–704. <https://doi.org/10.1177/0972150920976702>.
2. Bai, C., Zhang, Y., Wang, C., Xue, Q., & Feng, C. (2024). Flattening of government hierarchies and growth of farmers' income. *Journal of Asian Economics*, 95, 101836. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2024.101836>
3. Baranovskyi, M. O., Smal, V. V., & Baranovska, O. V. (2021). Old industrial regions of Ukraine: Problems and trends of contemporary development (on the cases of Donetsk and Luhansk oblasts). *Ukrainian Geographical Journal*, 1(113), 34–43. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.034>
4. Brida, J.G., Alvarez, E., Cayssials, G. and Mednik, M. (2024), "How does population growth affect economic growth and vice versa? An empirical analysis", *Review of Economics and Political Science*, 9 (3), 265–297. <https://doi.org/10.1108/REPS-11-2022-0093>
5. Calinescu, T., & Zelenko, O. (2020). Growth Regulators for Viable Production in Conditions of Formation the Responsible International Cooperation. *E3S Web of Conferences*, 159, 03004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015903004>
6. Casseti, V., Powell, K., Barnes, A., & Sanders, T. (2024). How can asset-based approaches reduce

- inequalities? Exploring processes of change in England and Spain. *Health Promotion International*, 39(2), daae017. <https://doi.org/10.1093/heapro/daae017>
7. Chisale, H. L. W., Chirwa, P. W., Kamoto, J. F. M., & Babalola, F. D. (2024). Determinants of adaptive capacities and coping strategies to climate change related extreme events by forest dependent communities in Malawi. *Wellbeing, Space and Society*, 6, 100183. <https://doi.org/10.1016/j.wss.2024.100183>
 8. Chishti, M. Z., Salam, M., Xaisongkham, S., & Du, A. M. (2024). Influence of green ICT and socioeconomic factors on sustainable development: Evidence from Chinese provinces. *Research in International Business and Finance*, 73, 102624. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102624>
 9. Chornous, G. O., & Gura, V. L. (2020). Integration of Information Systems for Predictive Workforce Analytics: Models, Synergy, Security of Entrepreneurship. *European Journal of Sustainable Development*, 9(1), 83. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n1p83>
 10. DESI (2024). The Digital Economy and Society Index. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>
 11. Ding, Q., Huang, J., Chen, J., & Tao, D. (2023). Internet development and renewable energy technological innovation: Does institutional quality matter? *Renewable Energy*, 218, 119344. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119344>.
 12. Duran, H. E., Elburz, Z., Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2023). Region-specific turning points in territorial economic resilience: a business cycle approach to Turkey. *Area Development and Policy*, 9(1), 45–66. <https://doi.org/10.1080/23792949.2023.2197033>
 13. Eurostat (2024). Digitalisation in Europe – 2024 edition. Available from : <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2024>
 14. Han, Q., Kumar, R., & Kumar, A. (2024). Climate change and human migration: Perspectives for environmentally sustainable societies. *Journal of Geochemical Exploration*, 256, 107352. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2023.107352>.
 15. Hondroyiannis, G., Papapetrou, E. & Tsalaporta, P. (2024), The effect of population aging on environmental degradation: new evidence and insights. *Journal of Economic Studies*, 51 (2), 471-484. <https://doi.org/10.1108/JES-05-2023-0235>
 16. International Telecommunication Union, ITU (2024). National Digital Skills Workshop – Accelerating the Digital Uganda Vision through Skills Assessment and Development. Available from : <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Africa/Pages/EVENTS/2024/uganda-digital-skills-workshop.aspx>
 17. Kasianenko, V., Kasianenko, T., & Kasaeva, J. (2020). Investment potential forecast and strategies for its expansion: case of Ukraine. *Investment Management and Financial Innovations*, 17(1), 329-347. [https://doi.org/10.21511/imfi.17\(1\).2020.28](https://doi.org/10.21511/imfi.17(1).2020.28)
 18. Kozlovskiy, S., Pasichnyi, M., Lavrov, R., Ivanyuta, N., & Nepytyaliuk, A. (2020). An Empirical Study of the Effects of Demographic Factors on Economic Growth in Advanced and Developing Countries, *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, ISSN 2082-6737, Łódź University Press, Łódź, 23 (4), 45-67, <https://doi.org/10.18778/1508-2008.23.27>
 19. Kuklin, O., Pustoviit, R., Azmuk, N., Gunko, V., & Moisieieva, N. (2021). Institutional and socio-economic factors of the educational trend in Ukraine in the context of European integration. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (1), 165-170. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-1/165>
 20. Li, C., Chen, H., Xie, W., & Wang, P. (2024). Tax incentives for human capital accumulation and enterprise innovation quality: Evidence of a quasi-natural experiment in China. *Finance Research Letters*, 70, 106342. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.106342>
 21. Londar, S., Lytvynchuk, A., Versal, N., Posnova, T., & Tereshchenko, H. (2020). Investment in Human Capital Within the Creative Economy Formation: Case of the Eastern and Central

- Europe Countries, Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe, ISSN 2082-6737, Łódź University Press, Łódź, 23(4), 129-148, <https://doi.org/10.18778/1508-2008.23.31>
22. Lutz, W. (2024). Overshooting global warming and overshooting fertility decline. Beyond the smooth stabilization paradigm. *Vienna Yearbook of Population Research* 22 1-8. <https://doi.org/10.1553/p-35m2-3ce3/>
23. Mburu, M.N., Mburu, J., Nyikal, R. *et al.* Assessment of socio-economic determinants and impacts of climate-smart feeding practices in the Kenyan dairy sector. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 29, 32 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11027-024-10131-7>.
24. Neboha, T., Zapsha, H., Kuznetsova, M., Golikova, O., & Striy, L. (2024). Development of the human capital in the context of corporate personnel training digitalization. *E3S Web of Conferences*, 558, 01020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455801020>
25. Nexford University (2024). The Future of Jobs In 2024 And Beyond. Available from : <https://nexford.edu/insights/future-of-jobs>
26. Neycheva, M. (2024). Exploring the factors of firm-provided continuing education and training: A systematic literature review. *European Journal of Educational Research*, 13(3), 1185-1197. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.3.1185>.
17. OECD (2024). Digital Economy Outlook. Available from : https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook_f0b5c251-en
28. Quito, B., del Río-Rama, M. I.C., Peris-Ortiz, M. *et al.* Spatial-Temporal Determinants of Income Inequality in the Cantons of Ecuador between 2010 and 2019: a Spatial Panel Econometric Analysis. *J Knowl Econ* 15, 7744–7768 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01373-y>
29. Rossi, L., Pasca, M. G., Arcese, G., & Poponi, S. (2024). Innovation, researcher and creativity: A complex indicator for territorial evaluation capacity. *Technology in Society*, 77, 102545. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102545>
30. Sobiech Pellegrini, I., Chmura, R., Sawulski, J., & Mętrak, T. (2024). Can the improvements in human capital quality mitigate the negative impact of ageing on growth? Evidence from selected EU countries. *Economics of Transition and Institutional Change*. <https://doi.org/10.1111/ecot.12430>
31. Vovk, V., Denysova, A., Rudoi, K., & Kyrychenko, T. (2021). Management and legal aspects of the symbiosis of banking institutions and fintech companies in the credit services market in the context of digitization. *Estudios de Economía Aplicada*, 39(7). <https://10.25115/eea.v39i7.5013>
32. Wang, J., Liu, Y., Wang, W., & Wu, H. (2024). Does artificial intelligence improve enterprise carbon emission performance? Evidence from an intelligent transformation policy in China. *Technology in Society*, 79, 102751. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102751>
33. Webb, D. (2024). Critical Periods in Cognitive and Socioemotional Development: Evidence from Weather Shocks in Indonesia, *The Economic Journal*, 134 (660), 1637–1665, <https://doi.org/10.1093/ej/uead105>.
34. World Bank Group. (2024, March 4). Digital Adoption Index. Available from : <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index>
35. World Economic Forum Annual Meeting (2024). Available from : <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2024/>
36. Zhou, Yuanren, Menggen Chen, Xiaojie Liu, and Yun Chen. 2024. A New Framework, Measurement, and Determinants of the Digital Divide in China. *Mathematics*, 12(14), 2171. <https://doi.org/10.3390/math12142171>