

**Економічна теорія**

Оксана ЛЯШЕНКО,  
Ірина ШУБАЛА,  
Олександр ДЛУГОПОЛЬСЬКИЙ

**ВЗАЄМОЗАЛЕЖНІСТЬ  
ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ  
ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ:  
МЕРЕЖЕВИЙ ПІДХІД**

**Резюме**

У статті із застосуванням байєсівського мережевого аналізу (Bayesian Network Analysis, BNA) ідентифіковано складні взаємозалежності між людським капіталом і сталим розвитком країн світу. Людський капітал виміряно Індексом соціального прогресу (Social Progress Index, SPI) та його компонентами – «Базові людські потреби», «Основи добробуту» і «Можливості», – а також Індексом людського капіталу (Human Capital Index, HCI) у комбінації з показниками досягнення Цілей сталого розвитку (ЦСР). Проведене моделювання дало змогу виявити ключові «хаби» зв'язків у системі цілей сталого розвитку, зокрема здоров'я (ЦСР 3), сталі міста (ЦСР 11) та економічне зрос-

© Оксана Ляшенко, Ірина Шубала, Олександр Длугопольський, 2026.

Ляшенко Оксана, доктор економічних наук, професор, науковий співробітник, Бізнес-школа Лафборо, Університет Лафборо, Лафборо, Велика Британія. ORCID: 0000-0001-5489-815X Email: o.liashenko@lboro.ac.uk

Шубала Ірина, кандидат економічних наук, доцент, кафедра економіки, Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна. ORCID: 0000-0002-2821-4768 Email: i.shubala@lntu.edu.ua

Длугопольський Олександр, доктор економічних наук, професор, кафедра економіки та глобалістики, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна; запрошений дослідник CISEPS-DEMS, Університет Мілан-Біокка, Мілан, Італія. ORCID: 0000-0002-2040-8762 Email: dlugopolsky77@gmail.com

тання (ЦСР 8), які є визначальними рушіями системного поступу. Виявлено критичні компроміси у глобальному сталому розвитку, зокрема негативний зв'язок між споживанням ресурсів (ЦСР 12) і добробутом, що підкреслює складність узгодження конкуруючих пріоритетів. Отримані результати дають змогу зрозуміти важливість фокусування політик розвитку на здоров'ї, освіті та інклюзивності для максимізації синергій й мінімізації компромісів між людським капіталом і результатами сталого розвитку. Застосування баєсівських мереж забезпечує науково-обґрунтовану рамку для розуміння причинних траєкторій і формування прикладних висновків для розроблення й аналізу політик сталого розвитку. Результати поглиблюють дискурс щодо інтеграції інвестицій у людський капітал зі стратегіями сталого розвитку та заповнюють прогалини попередніх лінійних і кореляційно-орієнтованих підходів.

### **Ключові слова:**

баєсівський мережевий аналіз, Індекс соціального прогресу, людський капітал, сталий розвиток.

**Класифікація за JEL:** O15, Q01, C11.

3 таблиці, 6 рисунків, 38 джерел.

### **Постановка проблеми**

В останні роки системна взаємодія людського капіталу і сталого розвитку привертає значну увагу в академічних та політичних колах, адже вона відіграє ключову роль у вирішенні глобальних проблем людства, зокрема нерівності, деградації навколишнього середовища та економічної нестабільності. Людський та сталий розвиток утворюють складну й динамічну систему з комплексними нерівноважними зв'язками та протиріччями. Зокрема, розвиток людського капіталу, що охоплює освіту, охорону здоров'я та навички, є основою фінансової стійкості та суспільного добробуту, а сталий розвиток зосереджений на балансуванні економічного зростання, охорони навколиш-

ного середовища та соціальної справедливості. Ці концепції формують взаємозалежну основу для сприяння довгостроковому процвітання та сталості.

Різномпланові причинно-наслідкові зв'язки між компонентами цих концепцій є ключовими для розуміння того, як вони спільно сприяють довгостроковому економічному зростанню та добробуту суспільства як складної системи. Ці концепції взаємодіють у цілісній структурі, де причинно-наслідкові зв'язки між освітою, здоров'ям, екологічною сталістю та суспільною справедливістю формують траєкторії розвитку країн.

Причинно-наслідкові зв'язки між людським і сталим розвитком підкреслюють центральну роль людського капіталу в досягненні трансформативних результатів країн. За даними Програми розвитку ООН (United Nations Development Programme, 1990), людський розвиток – це не лише економічне зростання, а створення умов, за яких особи можуть реалізувати свій потенціал і вести повноцінне життя. Покращення у сфері освіти та охорони здоров'я – ключові аспекти людського капіталу – надають можливості особам і слугують передумовами для ширших суспільних переваг. Наприклад, здорове та краще освічене населення з більшою ймовірністю впроваджує інновації, адаптується та сприяє поширенню сталих рішень, створюючи позитивний зворотний зв'язок між індивідуальним розвитком і суспільним прогресом (Sen, 1999).

Розкриття складної системи причинно-наслідкових зв'язків між цими компонентами є важливим для розуміння того, як інвестиції у людський розвиток перетворюються у сталі результати розвитку. Емпіричні дані демонструють, що освіта та розвиток навичок підвищують здатність людей взаємодіяти з секторами, що базуються на знаннях, та інноваційними галузями (Kuryliak et al., 2025). Ці сфери сприяють економічній стійкості та екологічній сталості, забезпечують впровадження більш екологічних технологій і більш ефективне управління ресурсами (Barro & Lee, 2013; Lucas, 1988; Maksymova et al., 2023).

Незважаючи на численні дослідження цієї теми, все ще є кілька прогалин, які потребують ліквідації. Більшість сучасної літератури зосереджена на лінійних або кореляційних зв'язках, які не здатні відобразити складні причинно-наслідкові зв'язки та зворотні цикли, що характерні для взаємозв'язку людського капіталу та сталого розвитку. Крім того, в дослідженнях недостатньо уваги приділено багатовимірності людського капіталу, зазвичай освіта та здоров'я розглядаються ізольовано, залишається поза увагою їхній інтегрований вплив на результати сталого розвитку. Недостатньо дослідженою сферою є роль управління та соціально-економічного контексту в посередництві цих зв'язків, що є критично важливим для розроблення ефективних заходів.

У роботі досліджено вищезгадані прогалини на основі застосування аналізу баєсівських мереж (BNA), ймовірно графічного моделювання для вивчення причинно-наслідкових зв'язків між людським капіталом, його ком-

понентами та цілями сталого розвитку (ЦСР). Інтеграція комплексних індексів, зокрема Індексу соціального прогресу (SPI) та його компонентів (базові людські потреби, основи добробуту та можливості), Індексу людського капіталу (HCI) і показників ЦСР, дало змогу більш детально розкрити процес перетворення інвестицій у людський капітал у сталий розвиток.

**Основною метою роботи** є виявлення причинно-наслідкових зв'язків та взаємозалежностей між людським капіталом і сталим розвитком. Зокрема, завдання полягає в тому, щоб знайти відповіді на такі дослідницькі питання:

1) Які ключові причинно-наслідкові зв'язки між компонентами людського капіталу та цілями сталого розвитку (ЦСР)?

2) Як компроміси та синергії між цими зв'язками впливають на формування політичних стратегій для досягнення сталого розвитку?

Стаття має таку структуру: огляд літератури, в якому проаналізовано дослідження у сфері зв'язку людського капіталу та сталого розвитку, визначено прогалини та позиціоноване проведене дослідження у широкому академічному дискурсі; методологія дослідження описує джерела даних, змінні та підхід до моделювання баєсівських мереж, що використовуються для виявлення причинно-наслідкових зв'язків; результати та обговорення окреслюють отримані результати дослідження, зокрема ключові мережі взаємодій, взаємозалежності та компроміси, а також обговорюють їхні наслідки для політики та практики. У висновках підсумовано отримані результати, наголошено на внеску цієї роботи до наукових розвідок.

Поставлені у дослідженні завдання вирішуються на основі інноваційного методологічного підходу, що дало змогу розвинути поточні наукові дискусії щодо взаємозв'язку людського капіталу та сталого розвитку. Запропоновано практично орієнтовані, придатні до впровадження висновки для полісімейкерів і зацікавлених сторін, які реалізують державні політики в контексті глобальних викликів сталого розвитку.

## Огляд літератури

Людський капітал, що охоплює освіту, здоров'я та навички, відіграє визначальну роль у забезпеченні сталого розвитку шляхом стимулювання економічного зростання, зменшення екологічного навантаження та сприяння соціальній рівності. Науковці всебічно досліджували це питання, використовуючи теоретичні моделі, емпіричні аналізи та багатовимірні індекси, щоб оцінити сприятливий вплив інвестицій у людський капітал на досягнення цілей сталого розвитку.

Взаємозв'язок людського капіталу і сталого розвитку підкреслює необхідність інвестування в освіту та охорону здоров'я для забезпечення комплексного соціально-економічного поступу. Наприклад, Alakbarov et al. (2020) вважають, що ефективне управління людським капіталом є критичним для країн, багатих на ресурси, що дає змогу пом'якшити екологічний вплив та сприяти регіональному сталому розвитку. Nathaniel (2021) ілюструє, як наявність кваліфікованого та освіченого людського капіталу сприяє раціональному використанню природних ресурсів і формує основу для економічного добробуту. Аналогічні висновки представлено в дослідженні Olowookere et al. (2022), які доводять, що інвестиції в освіту й охорону здоров'я покращують якість людських ресурсів, зменшують рівень бідності та сприяють кращим результатам сталого розвитку.

Новий аналітичний вимір додає дослідження Mishchuk et al. (2023), яке розкриває роль соціального капіталу як доповнення до людського. Автори стверджують, що наявність міцних соціальних структур, зокрема довіри та соціальних мереж, може суттєво підвищити конкурентоспроможність національних економік. Такий підхід акцентує на синергії між людським і соціальним капіталом у досягненні цілей сталого розвитку, зокрема через покращення якості управління та зменшення суспільних трансакційних витрат. Liashenko і Dluhopolskyi (2024, 2025) продовжують цей дискурс, пов'язуючи людський капітал із суспільним прогресом крізь призму соціальних уподобань щодо добробуту та концепції «Суспільства 5.0». Їхні дослідження підкреслюють важливість узгодження людиноцентричних політик із передовими технологіями для досягнення результатів сталого розвитку.

Взаємодія людського капіталу й екологічної сталості все ще є головною темою наукової дискусії. Gnanoin et al. (2023) вказують, що інвестиції в людський капітал послаблюють негативний зв'язок між урбанізацією та викидами CO<sub>2</sub>, сприяючи сталому розвитку міст. Adhikari et al. (2023) досліджують роль людського капіталу у зменшенні деградації довкілля, зокрема через управління викидами парникових газів. Аналогічно Şentürk et al. (2023) виявляють взаємозв'язок витрат на охорону здоров'я, людського капіталу та сталого розвитку, наголошуючи на здоров'ї як основному чиннику формування продуктивної робочої сили, яка забезпечує тривале економічне зростання. Водночас, врядування є важливим чинником реалізації таких результатів. Liashenko et al. (2024) підкреслюють, що якість врядування, зокрема ефективність регуляторних механізмів і підзвітність, посилює внесок людського капіталу в охорону довкілля та соціальний прогрес.

У своєму дослідженні Picazo-Tadeo et al. (2024) пропонують новий індикатор – ВВП на душу населення для регіонів Європейського Союзу, адаптований із урахуванням соціального прогресу, інтегруючи економічні показники з компонентами Індексу соціального прогресу (Social Progress Index). Автори демонструють, що високий рівень ВВП не гарантує автоматичного

покращення соціальних результатів, акцентуючи на необхідності інтегрованих індикаторів добробуту в регіональній політиці ЄС.

Окремий пласт літератури підкреслює, що ширший соціально-економічний та інституційний контекст суттєво впливає на якість і результативність людського капіталу. Зокрема, Sanduhei et al. (2025), а також Demchenko та Makov (2026) наголошують на стратегічному управлінні людським капіталом як інструменті підвищення національної конкурентоспроможності та досягнення сталого розвитку. Khelghat-Doost і Sibly (2020) та Abo-Khalil (2024) пропонують інтегрувати принципи сталого розвитку в систему вищої освіти, підкреслюючи роль освітніх установ у формуванні робочої сили, орієнтованої на сталість. Lyeonov et al. (2025) аналізують, як якість вищої освіти, зокрема викладання, наукові дослідження та ефективність інституцій, стимулює розвиток економіки знань. Автори демонструють, що університети сприяють економічній конкурентоспроможності не лише за рахунок масштабів, а й завдяки якості людського капіталу та створенню знань. У цьому контексті Liashenko et al. (2024) також досліджують, як ефективні механізми врядування, зокрема регуляторна якість і боротьба з корупцією, підсилюють вплив людського капіталу на соціальний розвиток. Подібні позиції висловлено в працях Samadov (2024), Лосєва (2023) та Лопатинський et al. (2021).

Попри значний масив досліджень, присвячених взаємозв'язку людського капіталу і сталого розвитку, все ще виникають невирішені питання у цій сфері. Багато наукових розвідок зосереджено на окремих вимірах, зокрема економічному зростанні чи екологічній якості, не пропонуючи інтегрованих аналітичних рамок. Останні праці, зокрема дослідження Şentürk et al. (2023) та Liashenko et al. (2024), намагаються подолати цей розрив, застосовуючи багатовимірні індекси, зокрема Індекс соціального прогресу (SPI) для вимірювання сталості у різних доменах. Однак переважна більшість наукових праць встановлює лише кореляції, не вивчаючи причинно-наслідкові зв'язки між частковими показниками людського капіталу (Şentürk et al., 2023). Найбільш цінну аналітику, як зазначають Liashenko et al. (2024), забезпечують складні методи, зокрема дискримінантний та факторний аналіз, які розкривають міжсистемні взаємозалежності між якістю врядування, людським капіталом і результатами сталого розвитку. Водночас Qazi (2025) досліджує процес взаємодії різних компонентів Індексу соціального прогресу (SPI) та їхній спільний вплив на загальну ефективність країни у сфері сталого розвитку. Основна ідея полягає в тому, що соціальний прогрес є системним явищем, а не сукупністю ізольованих показників, і покращення або погіршення одного напрямку може спричинити ефект доміно в інших сферах, остаточно формуючи національні результати у сфері сталого розвитку. Такий системний підхід дозволяє політикам ідентифікувати точки стратегічного впливу, де цілеспрямовані соціальні інтервенції можуть забезпечити максимальний ефект під час високої невизначеності.

Таким чином, людський капітал залишається наріжним каменем сталого розвитку, впливаючи на економічне зростання, екологічну відповідальність і соціальний добробут. Водночас існують суттєві прогалини, пов'язані з відсутністю комплексних моделей, обмеженим аналізом причинно-наслідкових механізмів, а також недостатнім врахуванням регіональних і технологічних аспектів. Як засвідчують дослідження Mishchuk et al. (2023), Kim & Go (2020), а також Liashenko & Dluhopolskyi (2024), подолання цих розривів є необхідною умовою для узгодження політики розвитку людини з глобальними ЦСР.

Крім того, причинно-наслідкові зв'язки також поширюються на інституційні та політичні виміри, які регулюють ці процеси. Ефективні механізми врядування посилюють вплив ініціатив у сфері розвитку людини на результати у сфері сталого розвитку.

Вивчення складної мережі взаємозалежностей між компонентами людського розвитку та сталості дозволяє отримати цілісне уявлення про ці процеси. Освіта, охорона здоров'я, екологічна відповідальність та врядування не є ізольованими феноменами – вони функціонують у тісній динамічній взаємодії, формуючи траєкторії розвитку та підсилюючи взаємозв'язок людського капіталу і сталого розвитку. Такий взаємопов'язаний підхід вимагає інтегрованих стратегій, здатних охопити всі аспекти цих явищ, створюючи позитивний замкнений цикл прогресу для окремих осіб, суспільств і планети загалом.

## Методологія

Метою цього дослідження є вивчення складних і багатовимірних взаємозв'язків між людським капіталом і сталим розвитком шляхом поєднання сучасних кількісних методів аналізу та перевірених індикаторів. Зокрема, як проксі-показники людського капіталу використано компоненти Індексу соціального прогресу (Social Progress Index, SPI), Індексу людського капіталу (Human Capital Index, HCI) та індексів досягнення Цілей сталого розвитку (Sustainable Development Goals, SDG).

Для виявлення складних взаємозв'язків і структурних залежностей між цими змінними застосовано баєсівський аналіз мереж (Bayesian Network Analysis, BNA). Такий підхід дозволяє подолати обмеження попередніх досліджень, пропонуючи статистично обґрунтовану та багатовимірну перспективу аналізу взаємозалежностей між людським капіталом і сталим розвитком.

Для побудови мереж BNA використано агреговані на рівні країн дані за 2022–2024 роки, що охоплюють 170 країн світу. Зокрема, для кожної країни розраховано середні значення за період 2022–2024 років для Індексу соціального прогресу (SPI) та його компонентів, а також для показників досягнен-

ня Цілей сталого розвитку за даними Глобальної бази даних ООН (United Nations Development Programme, 2025) з метою зменшення впливу річних коливань і виявлення більш стабільних середньострокових закономірностей. Індекс людського капіталу (HCI) використовується тільки на попередньому етапі побудови гнучких візуалізацій (flexiplots) у крос-секційному зрізі за 2022 р. і не включається як вузол до баєсівських мереж, результати яких подано нижче. Отже, сформований масив даних представляє згладжену крос-секційну картину системи за 2022–2024 рр., а не короткострокові флуктуації.

Аналіз реалізовано у програмному середовищі JASP, з використанням вбудованої функції навчання баєсівських мереж. Визначено структуру мережі та проаналізовано вагу й напрямки зв'язків між змінними згідно з результатами програмного забезпечення. Для уникнення надмірної інтерпретації причинності спрямовані зв'язки розглядаються як ймовірнісні шляхи залежності, що узгоджуються з причинними гіпотезами в межах стандартних допущень, а не як безумовні причинно-наслідкові ефекти. Для оцінювання надійності виявлених зв'язків також використано ймовірнісні показники достовірності (edge evidence probabilities), які генерує JASP. Упродовж аналізу особливо увагу приділено стабільним зв'язкам із високим рівнем доказовості.

На основі попередніх досліджень (Barro & Lee, 2013; Lucas, 1988) людський капітал представлено компонентами SPI: базові людські потреби, основи добробуту та можливості. Індекс соціального прогресу широко визнаний за свій багатовимірний підхід, що охоплює ключові аспекти людського добробуту, які виходять за межі традиційних економічних індикаторів (Porter et al., 2017). Такий підхід повністю узгоджується з метою дослідження – охопити ширші, менш очевидні виміри людського капіталу.

Індекс людського капіталу (HCI), розроблений Світовим банком (Kraay, 2019), вимірює потенційну продуктивність майбутніх поколінь, ґрунтуючись на показниках охорони здоров'я та освіти. Значення індексу варіюються в межах від 0 до 1, де вищі значення свідчать про більший потенціал людського капіталу. Показники сталого розвитку (SDG scores) слугують проксі-індикатором рівня досягнення країн Цілей сталого розвитку, охоплюючи економічні, соціальні та екологічні аспекти, та відображають багатогранну природу сталості (Sachs et al., 2018).

Для виявлення тонких взаємозалежностей людського капіталу та вимірів сталого розвитку застосовується баєсівський аналіз мереж. Баєсівські мережі – це ймовірнісні графові моделі, які репрезентують складні системи у вигляді вузлів (змінних) та зв'язків (ймовірнісних залежностей). Цей підхід особливо доречний для дослідження з огляду на його здатність:

- виявляти напрямки зв'язків – на відміну від лінійних кореляційних методів, BNA дозволяє ідентифікувати спрямовані та ймовірнісні залежності між змінними (Pearl, 2009);



- обробляти багатовимірні та взаємозалежні дані, що відповідає складності метрик людського капіталу та сталого розвитку;
- застосовувати баєсівське виведення, яке забезпечує надійність оцінок навіть за наявності пропущених або зашумлених даних (Chen & Pollino, 2012).

Використання BNA також узгоджується з останніми дослідженнями, що аналізують причинно-наслідкові структури в соціально-економічних та екологічних системах (наприклад, Jebari et al., 2022; Bielza & Larrañaga, 2014).

Інтеграція компонентів SPI, HCI та індексів SDG дозволяє подолати критичний розрив у літературі, надаючи всебічне уявлення про зв'язок між людським капіталом та сталим розвитком. Хоча попередні дослідження здебільшого використовували економетричні моделі для аналізу цих взаємозв'язків (Barro & Lee, 2013; Lucas, 1988), вони часто не враховували їхню багатовимірність та взаємозалежність. Застосування BNA дозволяє краще зрозуміти причинні механізми, які лежать в основі цих взаємозв'язків, і отримати нові уявлення про те, як інвестиції в людський капітал трансформуються у результати сталого розвитку.

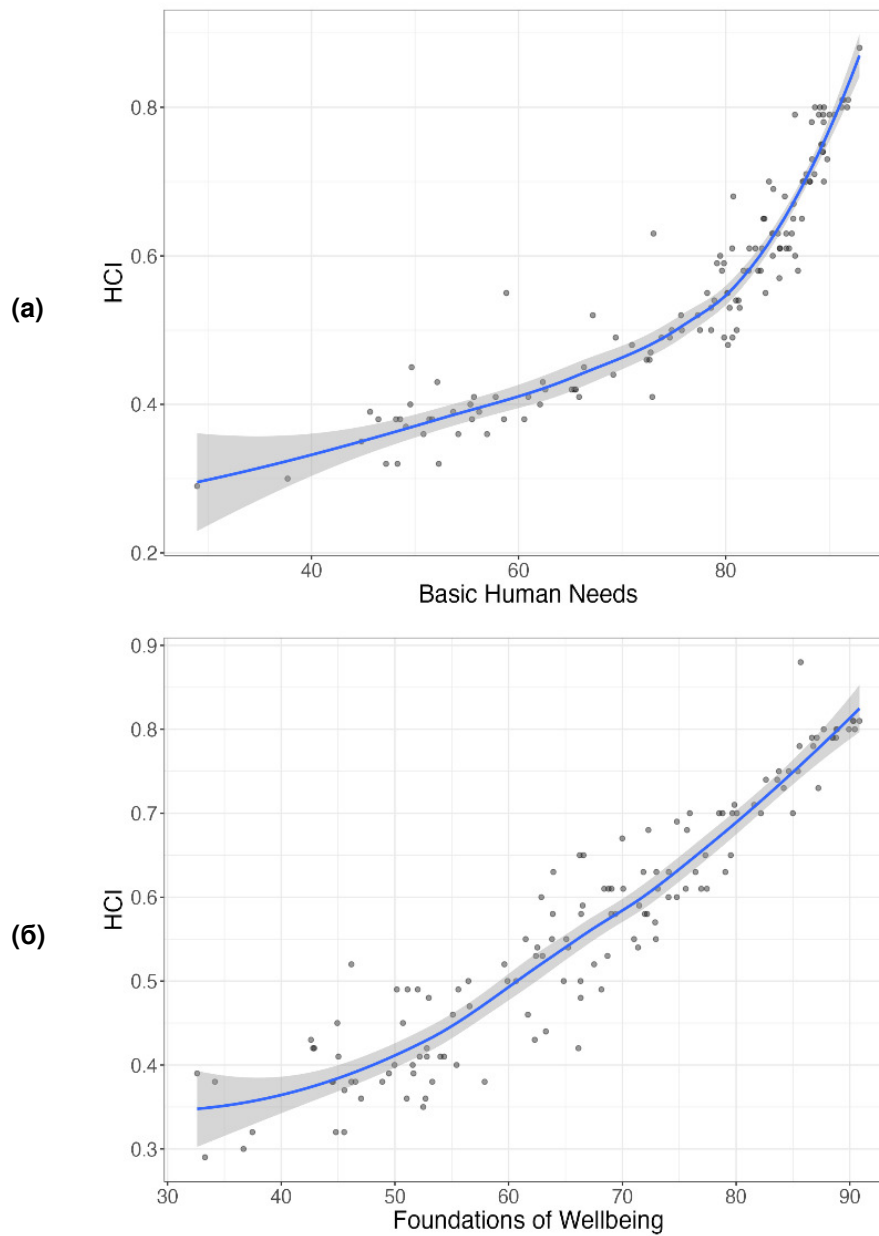
Крім того, здатність BNA моделювати невизначеність та нелінійні взаємозв'язки є особливо важливою для формування політик у складних і непередбачуваних умовах, де розуміння причинності є критично важливим для розробки ефективних стратегій. Таким чином, обрана методологія узгоджується із сучасними науковими рекомендаціями (Pearl, 2009; Chen & Pollino, 2012; QS, n.d.) і забезпечує надійну основу для аналізу взаємозв'язків людського капіталу і сталого розвитку.

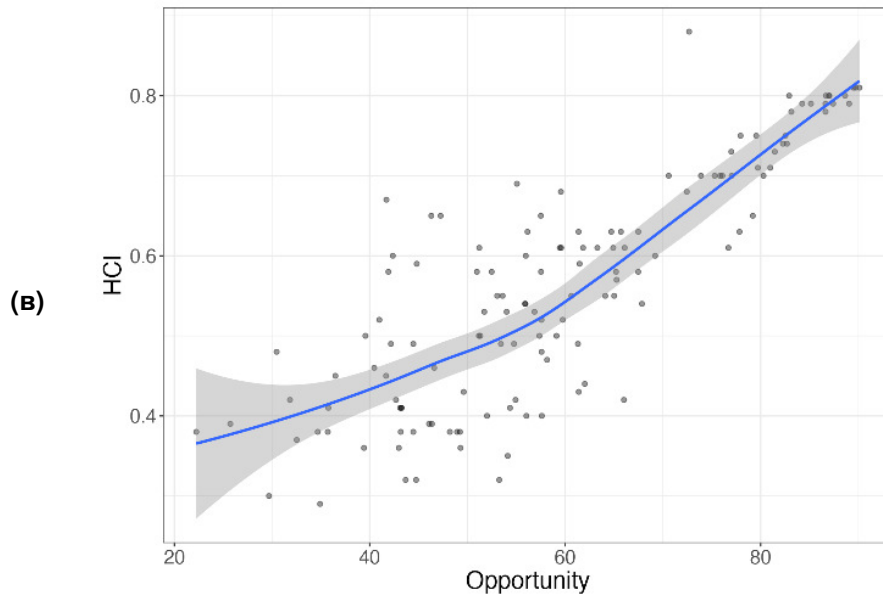
## Результати дослідження

Гнучкі графіки «flexiplots» (рис. 1) застосовуються на етапі, що передуює баєсівському аналізу мереж (Bayesian Network Analysis, BNA), з метою дослідження розподілу, варіативності та взаємодії Індексу людського капіталу (Human Capital Index, HCI) та його ключових проксі-показників – компонентів Індексу соціального прогресу (Social Progress Index, SPI). Цей попередній етап має описовий характер і подається окремо від результатів баєсівського аналізу мереж. Такі візуалізації надають уявлення про потенційні взаємозв'язки та залежності, допомагаючи виявити закономірності, що лягають в основу структури баєсівської мережі. Окрім того, гнучкі панелі (flexplates) сприяють виявленню аномалій у даних і дозволяють перевірити масштабування ключових змінних, що підвищує надійність результатів BNA де складові індексу соціального прогресу використовуються як проксі-змінні оцінки людського розвитку.

Рисунок 1

Гнучкі графіки (flexiplots): Індекс людського капіталу та компоненти Індексу соціального прогресу (SPI)





Примітка: HCI – Індекс людського капіталу; Basic Human Needs – Базові людські потреби; Foundations of Wellbeing – Основи добробуту; Opportunity – Можливості.

Джерело: складено авторами на основі даних Sustainable Development Solutions Network (n.d.); Social Progress Imperative (n.d.).

Гнучкий графік (рис. 1а) демонструє позитивний, нелінійний зв'язок між Індексом людського капіталу (HCI) та базовими людськими потребами (Basic Human Needs) у вибірці з 170 країн за 2022 р. Як показано на рис. 1, вищі значення базових людських потреб корелюють з підвищенням рівня HCI, що свідчить про те, що кращий доступ до базових ресурсів, таких як їжа, вода та охорона здоров'я, сприяє посиленню результатів у сфері людського капіталу. Крива демонструє ефект спадної віддачі на нижчих рівнях базових потреб: початкові покращення забезпечують лише помірні прирости. Водночас на вищих рівнях базових потреб тренд стає крутішим, що свідчить про прискорене зростання, ймовірно зумовлене синергійним ефектом від одночасного розвитку охорони здоров'я, освіти та економічної участі. Спостереження сконцентровані у верхніх діапазонах шкал базових потреб та HCI, що свідчить про значний прогрес у багатьох країнах. Водночас обмежена кількість даних у нижніх діапазонах базових потреб вказує на поодинокі випадки незадоволення базових потреб, виявляючи суттєві диспропорції у доступі до ресурсів та рівнях розвитку.

Взаємозв'язок Індексу людського капіталу (HCI) та компонента «Основи добробуту» (Foundations of Wellbeing, рис. 1б) демонструє подібну пози-

тивну нелінійну динаміку. Компонент «Основи добробуту» охоплює доступ до освіти, якість навколишнього середовища та ефективність систем охорони здоров'я – ці фактори є критично важливими рушіями розвитку людського капіталу. Зі зростанням показника FW підвищується HCI, що ще раз підтверджує важливість всебічного добробуту для формування людського капіталу. Поступове покращення на нижчих рівнях FW забезпечує помірне зростання HCI, а вищі значення спричиняють прискорене зростання, підкреслюючи накопичувальний ефект чинників розвиненого добробуту. Більшість спостережень зосереджена в середньому та верхньому діапазонах шкал Foundations of Wellbeing і HCI, що вказує на загальний прогрес. Водночас у нижньому діапазоні фіксується більша варіативність, яка відображає регіональні диспропорції в доступі до добробуту.

Аналогічний позитивний нелінійний зв'язок простежується між HCI та компонентом «Можливості» (Opportunity, рис. 1в). Компонент «Можливості» включає рівний доступ до освіти, дотримання особистих прав і соціальну інклюзію. Вищі значення показника «Можливості» корелюють із вищими рівнями HCI, що підкреслює роль справедливості та інклюзії у формуванні людського капіталу. Крива, що стає крутішою на вищих рівнях «Можливості», свідчить про те, що суспільна інклюзивність та доступ до прав значно прискорюють розвиток людського капіталу. Ширші довірчі інтервали на нижчих рівнях «Можливості» вказують на вищу невизначеність або нерівномірність результатів HCI в умовах обмеженої інклюзії та низького рівня справедливості.

Порівняльний аналіз трьох ключових компонентів SPI – базових людських потреб, основ добробуту та можливостей – підкреслює їхню колективну важливість у формуванні людського капіталу. Попри спільну тенденцію позитивних нелінійних зв'язків:

- базові потреби формують фундамент для початкового зростання;
- основи добробуту забезпечують кумулятивні ефекти;
- можливості посилюють роль інклюзії та справедливості.

Отримані результати свідчать про необхідність інтегрованих та контекстно-орієнтованих стратегій, які дозволять максимально реалізувати потенціал людського капіталу, подолати нерівність та використати можливості для сталого зростання.

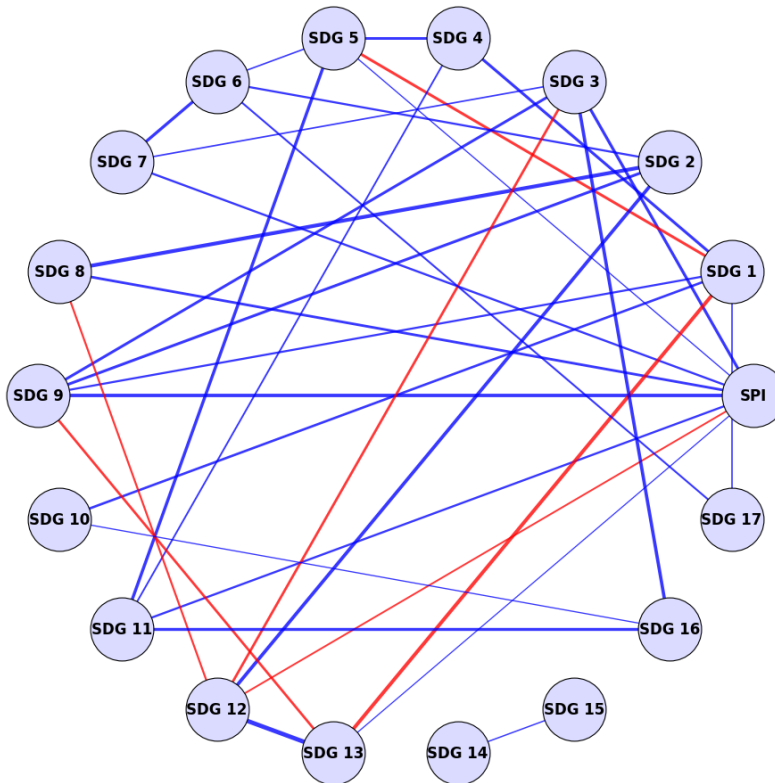
Баєсівський аналіз мережі, що охоплює Індекс соціального прогресу (SPI) та Цілі сталого розвитку (SDGs), дав змогу виявити фундаментальні взаємозв'язки та структурні особливості. Побудована мережа містить 18 вузлів (SPI та SDGs 1–17) і має рівень розрідженості 0.725, що означає 42 значущих зв'язки з можливих 153. Така відносна розрідженість вказує на вибірко-вий характер взаємодій між SPI та окремими ЦСР сталого розвитку.

Індекс SPI демонструє стійкий позитивний зв'язок з ЦСР Сталого Розвитку 3 (Здоров'я), 11 (Сталий розвиток міст і громад), 7 (Доступна та чиста енергія).

Водночас негативна асоціація з ЦСР12 (Рациональне споживання і виробництво) вказує на потенційні компроміси між соціальним прогресом і практиками сталого споживання. Серед інших значущих взаємозв'язків варто виокремити такі: між ЦСР 1 (Подолання бідності) та ЦСР 6 (Чиста вода та санітарія), між ЦСР 8 (Гідна праця та економічне зростання) і ЦСР 9 (Індустріалізація, інновації та інфраструктура).

Ці зв'язки ілюструють системні взаємозалежності між окремими аспектами сталого розвитку (рис. 2).

Рисунок 2

**Бассівська мережа: SPI та ЦСР**

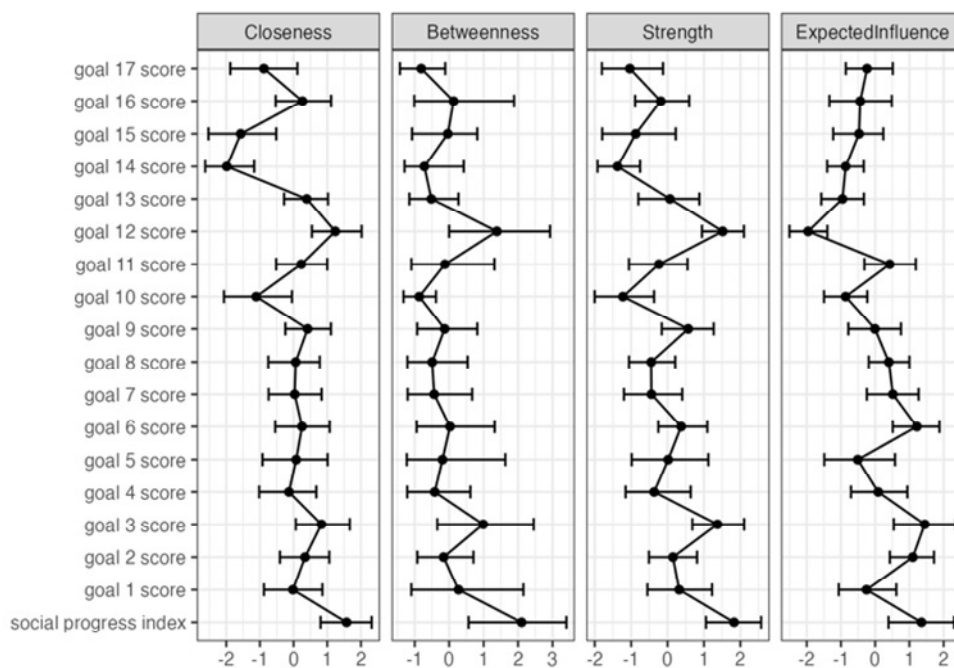
Примітки: Товщина зв'язків відображає силу взаємозв'язку (червоні – негативні, сині – позитивні), поріг ваги  $|w| \geq 0.15$ . SPI – Індекс соціального прогресу; SDG 1, ..., SDG 17 – ЦСР 1, ..., ЦСР 17.

Джерело: складено авторами на основі власних розрахунків.

Показники центральності (рис. 3) ідентифікували Індекс соціального прогресу (SPI) як ключовий вузол у структурі мережі, що характеризується високими значеннями міжвузлової центральності (betweenness) та сили зв'язків (strength scores).

Рисунок 3

Показники центральності у басівській мережі SPI  
та Цілей сталого розвитку (SDGs)



Примітка: Closeness – близькість; Betweenness – міжвузлова центральність; Strength – сила зв'язку; Expected Influence – очікуваний вплив; Opportunity – можливості; Foundations of Wellbeing – основи добробуту; Basic Human Needs – базові людські потреби; Goal 1, ..., 17 Score – ціль 1, ..., 17 (балів).

Джерело: складено авторами на основі власних розрахунків.

Цілі 3, 11 та 7 також виявилися впливовими, а ЦСР12 продемонструвала високу центральність, незважаючи на суперечливий зв'язок зі SPI. Ймовірності достовірності зв'язків підтвердили надійність взаємозв'язків між SPI та ключовими ЦСР сталого розвитку, зокрема ЦСР 3 і 11, для яких ймовірності перевищили 0,9.

Розширення мережі за рахунок включення компонентів SPI (Базові людські потреби, Основи добробуту та Можливості) поряд із ЦСР сталого розвитку збільшило кількість вузлів до 20. У такій структурі показник розрідженості становив 0,758: зафіксовано 46 значущих зв'язків із 190 можливих. Побудована мережа (рис. 4) виражає складну роль окремих вимірів SPI у просуванні Цілей сталого розвитку.

Компонент «Базові людські потреби» виявив стійкі зв'язки з ЦСР 3 (Здоров'я) та 10 (Зменшення нерівності), що підкреслює його фундаментальну роль у забезпеченні базових умов життя. Компонент «Основи добробуту» тісно пов'язаний із ЦСР 2 (Подолання голоду) та 12 (Раціональне споживання і виробництво), акцентуючи взаємозв'язок сталого використання ресурсів і соціальних результатів. Компонент «Можливості» відображає сильні зв'язки з ЦСР 4 (Якісна освіта) та ЦСР 8 (Гідна праця та економічне зростання), що вказує на важливість освіти та економічної інклюзії для сприяння соціальному прогресу.

Аналіз центральності (рис. 5) ідентифікував «Базові людські потреби» та «Основи добробуту» як основні рушії мережі з високими показниками близькості (closeness) та сили зв'язків (strength).

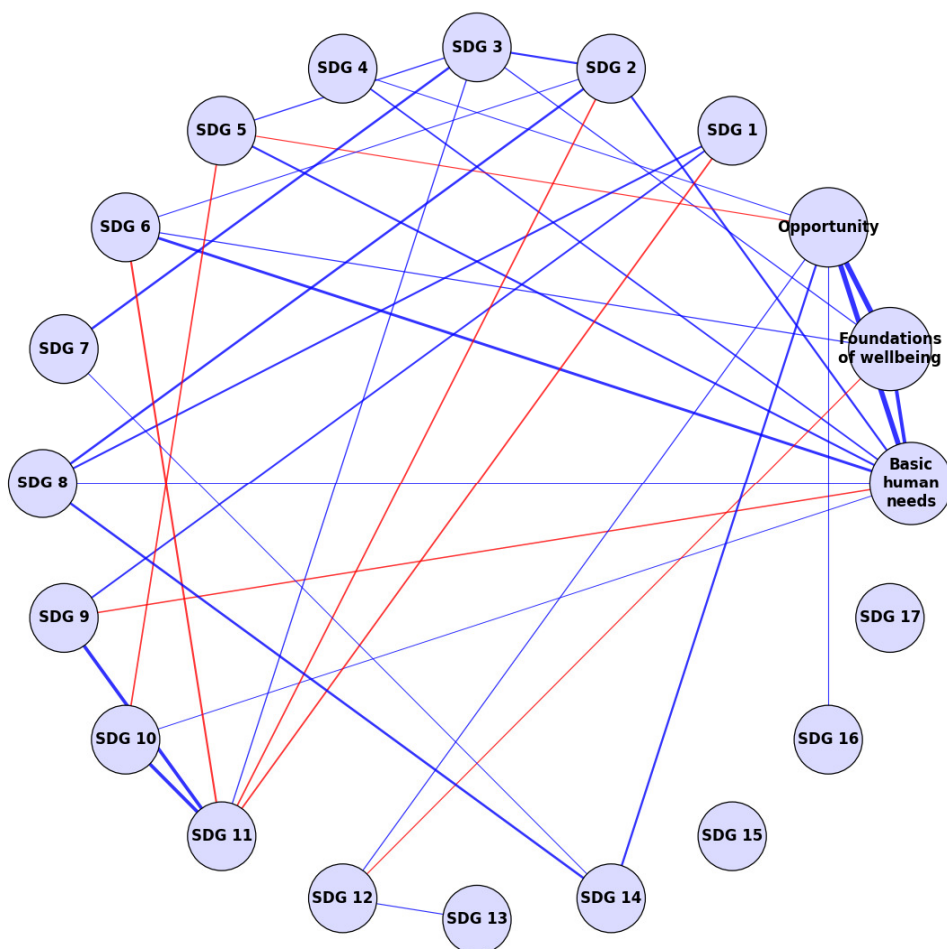
Однак негативні взаємозв'язки, зокрема між компонентом «Основи добробуту» та ЦСР 12, вказують на необхідність стратегічного узгодження для пом'якшення потенційних конфліктів. Ймовірність критичних зв'язків, як-от між компонентом «Базові людські потреби» та ЦСР 3, перевищувала 0,9, що свідчить про високу надійність цих асоціацій.

Основні вузли (hubs) у баєсівських мережах SPI і Цілей сталого розвитку (SDGs), а також у мережах компонентів SPI, що впливають на SDGs, визначено за допомогою показників центральності та структурної впливовості. Ці вузли є критичними точками перетину кількох цілей і сприяють системній взаємодії. В табл. 1 узагальнено ключові вузли, їхні ролі та значущість у кожній мережі.

Виявлені вузли в мережах вказують на ті стратегічні точки, втручання в які можуть мати найбільший вплив на досягнення Цілей сталого розвитку. Людський капітал (представлений SPI) є центральним рушієм у мережах SPI і SDGs, об'єднуючи кілька ключових цілей, зокрема Цілі 3, 11 та 7, які функціонують як додаткові вузли підтримки. Водночас наявність конфліктів, зокрема негативного зв'язку із ЦСР 12, підкреслює необхідність політик, що забезпечують баланс між сталим розвитком і соціальним прогресом.

Рисунок 4

Бассівська мережа: компоненти SPI та SDGs



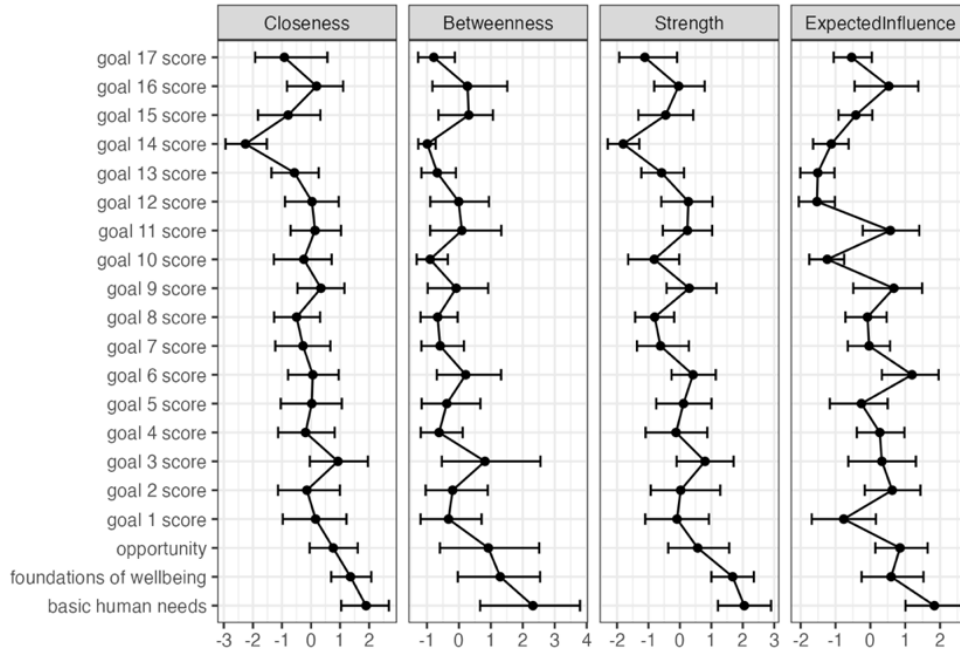
Примітки: Товщина зв'язків відображає силу взаємозв'язку (червоні – негативні, сині – позитивні),  $|w| \geq 0,10$ . Opportunity – можливості; Foundations of Wellbeing – основи добробуту; Basic Human Needs – базові людські потреби; SDG 1, ..., SDG 17 – ЦСР 1, ..., ЦСР 17.

Джерело: складено авторами на основі власних розрахунків.



Рисунок 5

Показники центральності у басівській мережі: компоненти SPI та Цілі сталого розвитку (SDGs)



Примітка: Closeness – Близькість; Betweenness – міжвузлова центральність; Strength – сила зв'язку; Expected Influence – очікуваний вплив; Opportunity – можливості; Foundations of Wellbeing – основи добробуту; Basic Human Needs – базові людські потреби; Goal 1, ..., 17 Score – ціль 1, ..., 17 (балів).

Джерело: складено авторами на основі власних розрахунків.

У мережі компонентів SPI та SDGs базові виміри – «Базові людські потреби» та «Основи добробуту» – відіграють роль основних рушіїв, що вказує на критичну важливість задоволення базових потреб та ефективного управління ресурсами. Крім того, ЦСР 4 (Освіта) та 8 (Економічне зростання) акцентують на значенні розвитку людського капіталу та економічної інклюзії для досягнення ширшого соціального прогресу. Ці результати дають політикам практичні орієнтири для втручання у найбільш впливові сфери та оптимізації зусиль у межах взаємопов'язаних цілей.

Таблиця 1

## Основні вузли в мережах SPI та SDGs

Мережа	Основні вузли	Ключові ролі	Значущість
SPI та SDGs	Індекс соціального прогресу (SPI)	Центральний вузол, що поєднує кілька Цілей сталого розвитку, особливо Цілі 3, 7 та 11	Сприяє системному прогресу та забезпечує загальне узгодження із SDGs
	ЦСР3 (Здоров'я)	Тісно пов'язана зі SPI та ЦСР 8, 9 і 11	Рушій розвитку людського капіталу та системних змін
	ЦСР11 (Сталий розвиток міст)	Має зв'язки зі SPI та ЦСР 6 і 9	Ключова для міської сталості та соціального прогресу
	ЦСР12 (Раціональне споживання та виробництво)	Негативна взаємодія зі SPI, але вагомий вплив на балансування практик сталого розвитку	Висвітлює конфлікти між соціальним прогресом і екологічною стійкістю
Компоненти SPI та SDGs	Базові людські потреби	Тісні зв'язки з ЦСР 3 і 10, визначальні для забезпечення рівності та добробуту	Основний рушій задоволення базових потреб людини
	Основи добробуту	Пов'язані з ЦСР 2 та 12, акцентують на сталому використанні ресурсів	Балансують між ресурсною стійкістю та соціальними результатами
	ЦСР4 (Якісна освіта)	Має ключові зв'язки з компонентом «Можливості» та ЦСР 8	Каталізатор прогресу в галузі людського капіталу
	ЦСР8 (Гідна праця та економічне зростання)	Пов'язана з компонентами SPI та ЦСР 9 і 4	Критично важлива для сталих економічних систем

Джерело: власна розробка.

Порівняння двох мереж показало, що мережа SPI надає загальний огляд соціального прогресу та його прямих взаємозв'язків із ЦСР сталого розвитку, а мережа компонентів SPI дає змогу глибше зрозуміти процес впливу конкретних аспектів SPI на окремі SDGs. Варто зазначити, що такі цілі, як здоров'я (ЦСР3), освіта (ЦСР4) та економічне зростання (ЦСР8), є спі-

льними фокусами обох мереж, що сприяє визначенню пріоритетних напрямів політики.

Аналіз підкреслює ключові напрями для політичної уваги: максимізація синергій між SPI і SDGs, вирішення конфліктів (зокрема щодо Цілі 12) і використання центральних вузлів, зокрема SPI та його компонентів, для прискорення прогресу в досягненні SDGs.

З позиції компонентів SPI (табл. 2), «Базові людські потреби», «Основи добробуту» та «Можливості» відіграють різні й важливі ролі у формуванні Цілей сталого розвитку. У табл. 2 узагальнено основні SDGs, на які впливає кожен компонент, та окреслено їхню значущість у контексті сталого розвитку.

Таблиця 2

**Вплив компонентів SPI на Цілі сталого розвитку**

Компонент SPI	Ключові SDGs
Базові людські потреби	– ЦСР3 (Здоров'я): позитивний вплив на доступ до охорони здоров'я та її результати
	– ЦСР6 (Чиста вода і санітарія): забезпечує доступ до безпечних водних ресурсів
	– ЦСР10 (Зменшення нерівності): знижує нерівність через задоволення базових потреб
Основи добробуту	– ЦСР2 (Подолання голоду): підтримка сталих продовольчих систем
	– ЦСР12 (Раціональне споживання): сприяє ефективному використанню ресурсів
	– ЦСР4 (Якісна освіта): полегшує доступ до знань та навичок
Можливості	– ЦСР8 (Гідна праця): посилює участь у робочій силі
	– ЦСР5 (Гендерна рівність): сприяє рівності можливостей
	– ЦСР4 (Якісна освіта): значний вплив на розвиток вищої освіти і навичок

Джерело: власна розробка.

Згідно з табл. 2, людський капітал впливає на всі аспекти сталого розвитку. Попри очевидний прямий вплив на цілі, пов'язані зі здоров'ям (ЦСР3) і освітою (ЦСР4), непрямі ефекти на цілі, пов'язані зі споживанням (ЦСР12) та кліматичними діями (ЦСР13), свідчать про його міжсекторальний характер.

Наприклад, особи з вищим рівнем освіти з більшою ймовірністю впроваджують сталі стилі життя, розробляють екологічні технології та підтримують політичні зміни.

У табл. 3 узагальнено найвпливовіші вузли з обох мереж та проілюстровано їхні системні взаємозв'язки. У мережі SPI та SDGs SPI є головним інтегратором багатьох вимірів соціального прогресу.

Таблиця 3

**Найвпливовіші вузли в мережах SPI та компонентів SPI**

Мережа	Вузол	Причина впливовості	Наслідки для політики
SPI та SDGs	SPI	Високі значення між-вузлової, зв'язкової та близькісної центральності; тісні зв'язки з ЦСР 3, 7 і 11	Вимагає комплексних інвестицій у соціальний прогрес через мульти-секторний підхід
	ЦСР3 (Здоров'я)	Сильні зв'язки з SPI та ЦСР 8 і 9	Пріоритетність охорони здоров'я для посилення людського капіталу
	ЦСР11 (Міста)	Вплив на міську сталу інфраструктуру; зв'язки з ЦСР 6 і 9	Необхідність міського планування як драйвера сталого розвитку
	ЦСР12	Висока центральність попри негативний зв'язок із SPI	Потрібні збалансовані політики між економічним зростанням та стійкістю
Компоненти SPI та SDGs	Базові людські потреби	Сильні зв'язки з ЦСР 3, 6 і 10	Ключ до забезпечення рівності та доступу до базових благ
	Основи добробуту	Пов'язані з ЦСР 2 і 12	Необхідність поєднання соціального добробуту з екологічною сталлю
	Можливості	Зв'язки з ЦСР 4 і 8	Інвестиції в інклюзивну освіту та економічну участь
	ЦСР4 (Освіта)	Взаємодія з компонентами SPI та ЦСР 5 і 8	Потреба у цільових освітніх стратегіях для довгострокового розвитку

Джерело: власна розробка.

У мережі компонентів SPI особливо вирізняється компонент «Базові людські потреби» як основа для подолання нерівностей. Компонент «Основи добробуту» зосереджений на сталості ресурсів, а «Можливості» сприяють інклюзії через освіту й економічну участь. Ці висновки відповідають попереднім дослідженням, одночасно розкриваючи ключові компроміси й системні взаємозалежності.

Баєсівські мережі виявили ключові вузли, зокрема SPI, ЦСР3 (Здоров'я) та ЦСР11 (Сталий розвиток міст і громад), які є платформами для системного прогресу. Ці результати підтверджують фундаментальну роль охорони здоров'я та міської сталості у досягненні ширших результатів розвитку, що також відображено в попередніх працях (Lucas, 1988; Sachs et al., 2018). Наприклад, ЦСР3 демонструє тісні зв'язки з іншими ЦСР, зокрема ЦСР 8 (Гідна праця) та 10 (Зменшення нерівності), що підкреслює важливість систем охорони здоров'я для забезпечення рівного економічного зростання та соціального прогресу.

Інтеграція компонентів SPI – «Базові людські потреби», «Основи добробуту» та «Можливості» – дає змогу отримати глибші уявлення про взаємозв'язки з окремими SDGs. Зокрема, «Базові людські потреби» мають тісні зв'язки з ЦСР 3 та 10, підкреслюючи центральну роль задоволення базових потреб для посилення соціальної рівності та розвитку людського капіталу. Аналогічно компонент «Можливості» тісно пов'язаний із ЦСР 4 та 8, що акцентує на значенні освіти та інклюзивності, узгоджуючись із результатами досліджень Barro і Lee (2013) та Porter et al. (2017).

Наш аналіз ідентифікує критичні компроміси, зокрема негативний зв'язок між «Основами добробуту» та ЦСР 12. Це свідчить про напругу між покращенням добробуту й необхідністю раціонального використання ресурсів – проблему, яку також розглянуто в праці (Nathaniel, 2021). Для подолання таких компромісів необхідно впровадити інтегровані політики, що збалансують короткострокові соціальні вигоди з довгостроковими ЦСР сталого розвитку.

Застосування баєсівських мереж дало змогу дослідити ймовірнісні причинні зв'язки, надавши унікальні інсайти, які неможливо отримати за допомогою традиційних кореляційних методів. Наприклад, надійні ймовірнісні зв'язки між компонентами SPI та ЦСР 8 і 4 підкреслюють структурні залежності, що є основою інклюзивного зростання та інновацій. Такий методологічний підхід узгоджується з рекомендаціями літератури щодо впровадження орієнтованих на дані рамок, які дозволяють виявляти причинні механізми у складних соціально-економічних системах (Pearl, 2009; Chen & Pollino, 2012).

## Обговорення

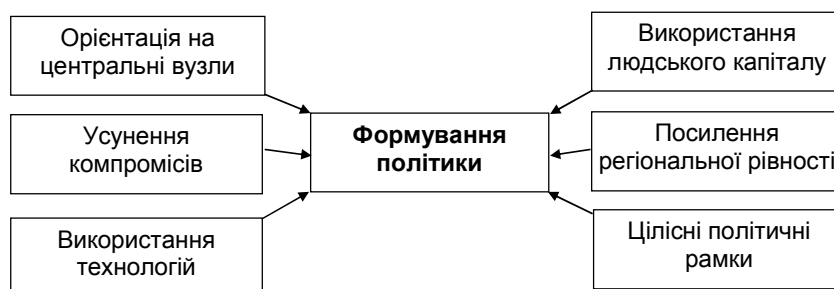
Отримані результати пропонують практичні орієнтири для формування політики та стратегічних рішень для зацікавлених сторін, які прагнуть узгодити інвестиції в людський капітал із цілями сталого розвитку (рис. 6):

1. Орієнтація на центральні вузли. Визначення критичних елементів, зокрема ЦСР3 (Здоров'я), ЦСР11 (Сталий розвиток міст і громад) та Індексу соціального прогресу (SPI), окреслює стратегічні напрями для державних інтервенцій. Інвестиції в системи охорони здоров'я, міське планування та соціальну інфраструктуру можуть спричинити каскадний ефект на досягнення кількох SDGs одночасно, забезпечуючи системний прогрес. Це відповідає результатам попередніх досліджень, які акцентують на центральній ролі охорони здоров'я та рівності в доступі до міської інфраструктури в процесах розвитку (Sachs et al., 2018; Şentürk et al., 2023).

2. Усунення компромісів. Виявлені суперечності між компонентом «Основи добробуту» та ЦСР 12 (Рациональне споживання і виробництво) вказують на необхідність впровадження інтегрованих політик, що зменшують надмірне споживання ресурсів і водночас сприяють соціальному добробуту. Як зазначають Porter et al. (2017), інтеграція освіти зі сталого розвитку до програм охорони здоров'я та соціального забезпечення може сприяти балансуванню цих пріоритетів.

Рисунок 6

**Практичні орієнтири для формування політики узгодження інвестицій у людський капітал із цілями сталого розвитку**



Джерело: власна розробка.

3. Використання людського капіталу для економічної стійкості. Сильні зв'язки між компонентом «Можливості», ЦСР 4 (Якісна освіта) та ЦСР 8 (Гідна праця та економічне зростання) підкреслюють важливість освіти та інклюзивності. Це узгоджується з висновками Barro і Lee (2013), які наголошували на важливій ролі освіти як рушія інновацій та продуктивності. Освітня політика має формуватися з урахуванням потреб ринку праці для оптимізації внеску людського капіталу в економічне зростання.

4. Посилення регіональної рівності. Результати вказують на диспропорції у розвитку людського капіталу між регіонами, що свідчить про потребу в цільових інтервенціях у недостатньо забезпечених зонах. Інвестиції в базові людські потреби, зокрема охорону здоров'я та освіту, можуть сприяти зменшенню нерівності та забезпечити рівномірний прогрес у досягненні SDGs (Nathaniel, 2021).

5. Використання технологій для розвитку людини. Аналіз за допомогою баєсівських мереж підкреслює динамічну природу людського капіталу. Інвестиції в цифрову освіту та телемедицину можуть покращити доступ до ресурсів у віддалених і недостатньо охоплених регіонах, підсилюючи ефективність заходів у сфері здоров'я та освіти. Ця рекомендація узгоджується з позицією Kraay (2019) щодо важливості адаптивних технологій у зміцненні систем людського капіталу.

6. Цілісні політичні рамки. Взаємопов'язаність компонентів SPI і Цілей сталого розвитку вимагає впровадження інтегрованих політик. Багатовимірні стратегії, спрямовані на освіту, охорону здоров'я та сталий розподіл ресурсів, можуть забезпечити синергію, яка прискорює досягнення цілей сталого розвитку. Це узгоджується з підходами, запропонованими у працях Lucas (1988) та Sachs et al. (2018).

Взаємозалежність між компонентами SPI зумовлює необхідність реалізації комплексних стратегій розвитку на основі уніфікованих політик, які заохочують міжсекторальну співпрацю між урядовими структурами, неурядовими організаціями та міжнародними інституціями.

## Висновки

У статті проведено аналіз складних причинно-наслідкових зв'язків між людським капіталом і Цілями сталого розвитку (SDGs) за допомогою баєсівських мереж (Bayesian Network Analysis, BNA). Застосування Індексу соціального прогресу (SPI) та його компонентів як проксі-показників людського капіталу, а також показників SDG дозволило отримати комплексне уявлення про те, як інвестиції в освіту, охорону здоров'я та інклюзивність сприяють сталому розвитку.

ВУ результаті аналізу виявлено, що такі вузли, як здоров'я (ЦСР3), освіта (ЦСР4) та економічне зростання (ЦСР8), відіграють вирішальну роль у забезпеченні прогресу за кількома напрямками одночасно. Індекс SPI та його компоненти, зокрема «Базові людські потреби», «Основи добробуту» та «Можливості», є центральними рушіями системного розвитку, що підтверджує тісний зв'язок між людським капіталом і сталим розвитком. Водночас у результаті дослідження виявлено наявність важливих компромісів, зокрема між соціальним прогресом і раціональним використанням ресурсів, що підкреслює необхідність інтегрованих підходів для балансування суперечливих пріоритетів.

Результати дослідження акцентують на важливості зосередження уваги на ключових сферах – охороні здоров'я, освіті та економічній інклюзії – одночасно з усуненням структурних нерівностей для забезпечення рівного прогресу. Отримані результати надають практичні рекомендації для розробки політик, здатних враховувати складну взаємозалежність глобальних викликів. Застосування інтегрованого й системного підходу дає змогу зацікавленим сторонам розкрити повний потенціал людського капіталу як рушія рівного та сталого розвитку.

### Список використаної літератури

- Лопатинський, Ю. М., Кобеля, З. І., & Шелюжак, І. Г. (2020). Людський капітал як невід'ємний чинник соціально-економічного розвитку. *Науковий вісник Чернівецького Університету: Економіка*, (829), 3–10. [https://ef.chnu.edu.ua/media/jimhhzuz/nv\\_econ\\_829.pdf](https://ef.chnu.edu.ua/media/jimhhzuz/nv_econ_829.pdf)
- Лосева, Ю. Г. (2023). Роль соціального інвестування у розвитку людського капіталу. *Теорія та практика державного управління*, 1(76), 72–80. <https://doi.org/10.26565/1727-6667-2023-1-05>
- Abo-Khalil, A. G. (2024). Integrating sustainability into higher education challenges and opportunities for universities worldwide. *Heliyon*, 10(9), Article e29946. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29946>
- Adikari, A. M. P., Liu, H., Dissanayake, D. M. S. L. B., & Ranagalage, M. (2023). Human capital and carbon emissions: The way forward reducing environmental degradation. *Sustainability*, 15(4), Article 2926. <https://doi.org/10.3390/su15042926>
- Alakbarov, U., Habibova, Z., & Rahimli, R. (2020). The role of human resources in comprehensive regional sustainable development: The case of Azerbaijan. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 10(3), 79–82. <https://doi.org/10.32479/ijefi.9303>



- Barro, R. J., & Lee, J. W. (2013, September). *A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010*. *Journal of Development Economics*, 104, 184–198. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2012.10.001>
- Bielza, C., & Larrañaga, P. (2014). Discrete Bayesian network classifiers: A survey. *ACM Computing Surveys*, 47(1), 1–43. <https://doi.org/10.1145/2576868>
- Chen, S. H., & Pollino, C. A. (2012, November). Good practice in Bayesian network modelling. *Environmental Modelling & Software*, 37, 134–145. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.03.012>
- Demchenko, K., & Makov, B. (2026). Human capital as the main resource of economic development in the 21st century. In *Collection of scientific papers: No. 70. Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference «Achievements of science and applied research»* (pp. 42–47). European Open Science Space. <https://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/38648?mode=full>
- Gnangoin, T., Kassi, D. F., & Kongrong, O. (2023). Urbanization and CO<sub>2</sub> emissions in Belt and Road Initiative economies: Analyzing the mitigating effect of human capital in Asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 50376–50391. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25848-2>
- Jebari, A., Álvaro-Fuentes, J., Pardo, G., Batalla, I., Rodríguez Martín, J. A., & Del Prado, A. (2022). Effect of dairy cattle production systems on sustaining soil organic carbon storage in grasslands of northern Spain. *Regional Environmental Change*, 22, Article 67. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01927-x>
- Khelghat-Doost, H., & Sibly, S. (2020). Human capital for sustainable development: A conceptual framework for institutes of higher education. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 9(2), 55–68. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v9-i2/7220>
- Kim, D., & Go, S. (2020). Human capital and environmental sustainability. *Sustainability*, 12(11), Article 4736. <https://doi.org/10.3390/su12114736>
- Kraay, A. (2019). The World Bank Human Capital Index: A guide. *The World Bank Research Observer*, 34(1), 1–33. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkz001>
- Kuryliak, V., Lyzun, M., Hayda, Y., Lishchynskyy, I., & Ukhova, N. (2025). Cross-correlation analysis of dynamic interdependencies between socioeconomic development and the demand for higher education in Ukraine. *Journal of European Economy*, 24(3), 467–485. <https://doi.org/10.35774/jee2025.03.467>
- Liashenko, O., & Dluhopolskyi, O. (2024). Uncovering the interplay between social welfare preferences and Society 5.0 achievement: Implications for sustainable development. *ECONOMICS – Innovative and Economics Research Journal*, 12(1), 175–197. <https://doi.org/10.2478/eoik-2024-0009>

- Liashenko, O., & Dluhopolskyi, O. (2025). The statistical approach to understanding the interdependencies among sustainable development goals. *ECONOMICS – Innovative and Economics Research Journal*, 13(3), 449–467. <https://doi.org/10.2478/eoik-2025-0074>
- Liashenko, O., Mykhailovska, O., Shestakovska, T., & Selyutin, S. (2024). Effectiveness of governance vs social development: A multivariate approach to countries' classification. *Administratie si Management Publica*, 42, 6–24. <https://doi.org/10.24818/amp/2024.42-01>
- Lucas, R. E., Jr. (1988, July). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Lyeonov, S., Vorontsova, A., Bilan, Y., Artyukhov, A., & Skare, M. (2025). Quality at the core: A multifaceted analysis of higher education's impact on the knowledge economy. *Journal of the Knowledge Economy*, 16, 16637–16669. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02517-4>
- Maksymova, I., Savelyev, Y., Zvarych, I., Kurylyak, V., Lyzun, M., Sachenko, S., & Lishchynskyy, I. (2023). Global differentiation of climate-digital projects in terms of low-carbon economy. In *2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)* (pp. 859–864). Dortmund, IEEE. <https://doi.org/10.1109/IDAACS58523.2023.10348646>
- Mishchuk, H., Bilan, Y., Androniceanu, A., & Krol, V. (2023). Social capital: Evaluating its roles in competitiveness and ensuring human development. *Journal of Competitiveness*, 15(2), 1–17. <https://doi.org/10.7441/joc.2023.02.01>
- Nathaniel, S. P. (2021). Natural resources, urbanization, economic growth, and the ecological footprint in South Africa: The moderating role of human capital. *Quaestiones Geographicae*, 40(2), 63–76. <https://doi.org/10.2478/quageo-2021-0012>
- Olowookere, J. K., Olanipekun, W. D., Sokunbi, G. M., & Aderemi, T.A. (2022). Human capital development and sustainable development: Evidence from Nigeria. *Studia Universitatis Babe-Bolyai Oeconomica*, 67(1), 63–76. <https://doi.org/10.2478/subboec-2022-0005>
- Pearl, J. (2009). *Causality: Models, reasoning, and inference*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511803161>
- Picazo-Tadeo, A. J., Gianmoena, L., Peiró-Palomino, J., & Rios, V. (2024). Building a social progress-adjusted indicator of GDP per capita for the European Union's regions. *Social Indicators Research*, 175, 317–345. <https://doi.org/10.1007/s11205-023-03267-7>
- Porter, M. E., Stern, S., & Green, M. (2017). *Social Progress Index 2017*. Social Progress Imperative. <https://www.businessart.at/images/doku/social-progress-index-2017-findings-report.pdf>

- Qazi, A. (2025). Exploring the interdependencies among social progress index (SPI) components and their impact on country-level sustainability performance based on Bayesian Belief Network. *Regional Sustainability*, 6(3), Article 100230. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2025.100230>
- QS. (n.d.). *QS World University Rankings 2025: Top global universities*. Retrieved November, 10, 2025. <https://www.topuniversities.com/world-university-rankings>
- Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., & Fuller, G. (2018). *SDG Index and Dashboards Report 2018*. Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN). <https://sdgtransformationcenter.org/reports/sdg-index-2018>
- Samadov, T. A. (2024). The effect of human capital on the socio-economic development of society. *Journal Pemberdayaan Ekonomi dan Masyarakat*, 1(3), 1–8. <https://doi.org/10.47134/jpem.v1i3.420>
- Sanduhei, V., Bila, I., Shevchenko, O., Manzhula, Ie., & Iliukhina, V. (2025). Human capital as a driver of the formation of Ukraine's competitive advantages in the post-war period. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (1), 157–163. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2025-1/157>
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Alfred Knopf.
- Şentürk, C., Sart, G., Şaşmaz, M.Ü., & Bayar, Y. (2023). Health expenditures, human capital, and sustainable development: Panel evidence from the new EU member countries. *Sustainability*, 15(19), Article 14514. <https://doi.org/10.3390/su151914514>
- Social Progress Imperative. (n.d.). *2026 Global Social Progress Index*. <https://www.socialprogress.org/social-progress-index>
- Sustainable Development Solutions Network. (n.d.). *Downloads*. Sustainable Development Report. <https://dashboards.sdgindex.org/downloads/>
- United Nations Development Programme. (2025). *Human Development Report 2025 – A matter of choice: People and possibilities in the age of AI*. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2025>
- United Nations Development Programme. (1990). *Human Development Report 1990*. Oxford University Press. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr1990encompletenostat.pdf>

Отримано: 3 грудня 2025 р.

Рецензовано: 12 березня 2026 р.

Рекомендовано до друку: 20 березня 2026 р.