

СИСТЕМНИЙ БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ТА ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІК¹

Кубатко Олександра Вікторівна

кандидат економічних наук, доцент,
Сумський державний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6869-7727>
E-mail: o.kubatko@econ.sumdu.edu.ua

Балагуровська Інна Олексіївна

аспірантка,
Сумський державний університет;
Сілезький технологічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3642-9506>
E-mail: i.balahurovska@biem.sumdu.edu.ua

Коваленко Євген Володимирович

доктор економічних наук,
доцент кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування,
Сумський державний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2111-9372>
E-mail: kovalenko@econ.sumdu.edu.ua

Стогнієва Аліна Олегівна

студентка,
Сумський державний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7063-912X>

Ложечник Євгенія Дмитрівна

студентка,
Сумський державний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2718-6657>
E-mail: ie.lozhechnyk@student.sumdu.edu.ua

У статті здійснено системний бібліометричний аналіз наукових досліджень, присвячених трансформації людського капіталу в умовах циркулярної та зеленої економік. Актуальність дослідження зумовлена посиленням глобальних екологічних викликів, необхідністю досягнення Цілей сталого розвитку, поширенням цифрових технологій та переходом економічних систем до більш ресурсоефективних і екологічно збалансованих моделей функціонування. Особливу увагу приділено ролі людського капіталу як чинника забезпечення інноваційного розвитку та впровадження принципів сталого господарювання. Методологічною основою дослідження став бібліометричний аналіз публікацій, індексованих у базі даних Scopus, із використанням програмного забезпечення VOSviewer. На основі аналізу мереж співзв'язі ключових слів, галузевої структури наукових публікацій та контент-аналізу найбільш релевантних джерел виявлено основні тематичні напрями сучасних досліджень. Встановлено, що людський капітал виступає інтегруючим елементом взаємодії економічних, екологічних, технологічних та інституційних компонентів розвитку. Результати дослідження свідчать про наявність суттєвих відмінностей між науковими підходами до вивчення людського капіталу в межах циркулярної та зеленої економік. Дослідження циркулярної економіки характеризуються переважно прикладною спрямованістю та концентруються на питаннях ресурсоефективності, управління відходами, оптимізації виробничих процесів, розвитку циркулярних бізнес-моделей і впровадження технологічних інновацій. Натомість дослідження зеленої економіки мають більш комплексний характер і охоплюють проблематику зеленого фінансування, декарбонізації, енергетичного переходу, державного регулювання та забезпечення сталого економічного зростання. Визначено, що трансформація людського капіталу відбувається у напрямі розвитку цифрових, інноваційних, управлінських та екологічних компетенцій, а також посилення ролі знань. Узагальнено, що людський капітал є не лише ресурсом економічного розвитку, а й стратегічним механізмом забезпечення переходу до стійких, конкурентоспроможних та екологічно орієнтованих моделей господарювання в умовах сучасних глобальних трансформацій.

Ключові слова: зелена економіка, циркулярна економіка, людський капітал, бібліометричний аналіз, галузева структура.

¹ Публікація містить результати дослідження «Драйвери та бар'єри трансформації людського капіталу для циркулярної та зеленої економіки» (№0126U001080), що фінансується з держбюджету України.

Постановка проблеми. У сучасних умовах глобальних трансформацій економічних систем особливої актуальності набуває проблема забезпечення сталого розвитку, що поєднує економічне зростання, соціальний добробут і збереження довкілля. Одним із основних орієнтирів такого розвитку виступають Цілі сталого розвитку, імплементація яких вимагає глибоких структурних змін на всіх рівнях економіки. Важливу роль у цьому процесі відіграє цифрова трансформація, яка сприяє підвищенню ефективності управління ресурсами, розвитку інновацій та локалізації цілей сталого розвитку на національному й регіональному рівнях [1].

Цифровізація економіки суттєво змінює умови функціонування підприємств та відкриває нові можливості для підвищення продуктивності та інноваційності бізнес-процесів. Водночас вона створює нові виклики, пов'язані з необхідністю адаптації організацій до швидких технологічних змін, особливо в умовах постпандемічного розвитку [2]. Трансформація економічних систем дедалі більше пов'язується з формуванням нових інноваційних екосистем, орієнтованих на інтеграцію науки, технологій та суспільства, що знаходить відображення у концепції Society 5.0 [3].

Паралельно з цифровими трансформаціями зростає значення екологічно орієнтованих моделей розвитку, зокрема циркулярної та зеленої економіки, які спрямовані на забезпечення ефективного використання ресурсів, мінімізацію негативного впливу на довкілля та досягнення довгострокової стійкості. У цих умовах важливим фактором успішної трансформації виступає людський капітал, який забезпечує здатність економічних систем до інновацій та впровадження сталих практик.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження трансформації економічних систем у напрямі сталого розвитку дедалі більше звертають увагу на взаємозв'язку людського капіталу з циркулярною та зеленою економікою. У науковому дискурсі циркулярна економіка розглядається як модель, спрямована на оптимізацію використання ресурсів, мінімізацію відходів і формування замкнених виробничих циклів. При цьому важливим є питання вимірювання її ефективності та узгодження з цілями сталого розвитку, що знаходить відображення у системах індикаторів циркулярності [4]. У сучасних дослідженнях сталого розвитку підкреслено системний характер взаємодії економічних, екологічних та соціальних чинників, що визначають довгострокову траєкторію розвитку економічних систем [5]. Особливу увагу приділено ролі цифрових трансформацій як інструменту забезпечення екологічно-економічної стійкості та підвищення ефективності управління розвитком [6]. У сукупності ці підходи формують наукове підґрунтя для дослідження сучасних трансформаційних процесів у контексті сталого розвитку.

У межах циркулярної економіки значна увага приділяється ролі технологічних змін і інновацій, зокрема впливу технологій Індустрії 4.0 на екологічну ефек-

тивність і результативність підприємств [7]. У цьому напрямі людський капітал розглядається як носій динамічних компетенцій, здатних забезпечити адаптацію організацій до нових екологічних вимог. Важливим напрямом є також розвиток підприємницької освіти для циркулярної економіки, що сприяє формуванню нових знань, навичок і цінностей, орієнтованих на сталі бізнес-моделі [8].

Дослідження також підкреслюють значення інституційних та організаційних питань розвитку людського капіталу. Зокрема, ефективність управління людськими ресурсами та якість управління підприємницькою діяльністю у циркулярній економіці залежать від оптимального поєднання людського потенціалу та інституційних механізмів [9]. Окремі дослідження демонструють прикладний характер циркулярних рішень, наприклад у сфері міської мобільності, де поєднуються інноваційні підходи до прийняття рішень і екологічні критерії [10].

Паралельно формується науковий напрям, присвячений зеленій економіці, де важливим є поєднання економічного розвитку з екологічною стійкістю. У цій темі важливу роль відіграють зелені технологічні інновації, які сприяють зниженню викидів CO₂ та підвищенню ефективності використання ресурсів [11]. Водночас розвиток цифрової економіки розглядається як один із драйверів інклюзивного зеленого зростання, що забезпечує підвищення ефективності економічних систем через концентрацію знань і технологій [12].

Особливе місце у дослідженнях зеленої економіки займає людський капітал як фактор екологічної трансформації. Він визначає здатність економіки до впровадження чистих енергетичних рішень, розвитку відновлюваної енергетики та досягнення екологічної стійкості [14]. Крім того, сучасні дослідження підкреслюють важливість комплексного підходу, що включає зелені фінансові інструменти, екологічне оподаткування та інноваційну політику як умови досягнення кліматичних цілей і переходу до низьковуглецевої економіки [15].

У працях з економіки розвитку, управління розвитком бізнес-організацій та економіки і бізнесу людський капітал розглядається як стратегічний ресурс, що визначає здатність економічних систем до інноваційного зростання та адаптації в умовах переходу до циркулярної та зеленої економік. Його ефективна трансформація потребує розвитку сучасних компетентностей працівників, зокрема екологічної відповідальності, цифрових навичок і здатності до інноваційної взаємодії, а також впровадження нових управлінських підходів, орієнтованих на сталий розвиток бізнес-організацій [16–18].

Незважаючи на значну кількість досліджень, наявні наукові підходи здебільшого розглядають циркулярну та зелену економіку окремо, акцентуючи увагу на окремих аспектах трансформації людського капіталу. Водночас відсутнє комплексне порівняльне бачення їх взаємозв'язку та ролі людського капіталу як інтегрую-

чого елементу цих моделей. Це зумовлює необхідність подальшого дослідження, спрямованого на систематизацію наукового поля та виявлення ключових напрямів трансформації людського капіталу в умовах циркулярної та зеленої економіки.

Постановка завдання. Незважаючи на зростання кількості досліджень, присвячених окремим питанням цифровізації, сталого розвитку та екологічних трансформацій, питання ролі людського капіталу в умовах взаємодії циркулярної та зеленої економіки залишається недостатньо систематизованим. Зокрема, бракує комплексних досліджень, які б поєднували бібліометричний аналіз наукового поля з виявленням напрямів трансформації людського капіталу. У зв'язку з цим метою даного дослідження є систематизація наукових підходів до вивчення трансформації людського капіталу в умовах циркулярної та зеленої економіки на основі бібліометричного аналізу та ідентифікації тематичних напрямів розвитку цього наукового поля.

Методологія. Для дослідження наукового поля взаємозв'язку людського капіталу з циркулярною та зеленою економіками було застосовано бібліометричний аналіз із використанням програмного забезпечення VOSviewer [19] на основі даних Scopus.

На першому етапі сформовано інформаційну базу дослідження шляхом відбору публікацій за двома пошуковими запитами:

– (TITLE-ABS-KEY (human AND capital) AND TITLE-ABS-KEY (circular AND economy)) AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2027 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ch”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “cp”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “re”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “bk”)) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, “final”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, “English”))), за результатами якого відібрано 243 документи;

– (TITLE-ABS-KEY (human AND capital) AND TITLE-ABS-KEY (green AND economy)) AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2027 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ch”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “cp”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “re”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “bk”)) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, “final”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, “English”))), що дозволив сформувати вибірку з 760 документів.

На другому етапі здійснено побудову мережевих карт із використанням методу співзв'язності ключових слів (co-occurrence). Після встановлення порогового значення частоти зустрічальності термінів до аналізу включено 35 ключових слів для вибірки “circular economy” та 38 ключових слів для вибірки “green economy”, на основі яких сформовано відповідні мережеві візуалізації (рис. 1–2).

На третьому етапі проведено аналіз галузевої структури наукового поля шляхом дослідження розподілу публікацій за предметними галузями (Subject Area) для обох вибірок (рис. 3–4), що дозволило визначити домінуючі напрями досліджень.

На четвертому етапі здійснено якісний контент-аналіз. Для цього з кожної вибірки відібрано по 10 найбільш релевантних наукових публікацій, що дозволило ідентифікувати напрями трансформації людського капіталу в умовах циркулярної та зеленої економіки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Спершу було сформовано вибірку публікацій за запитом: (TITLE-ABS-KEY (human AND capital) AND TITLE-ABS-KEY (circular AND economy)) AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2027 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ch”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “cp”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “re”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “bk”)) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, “final”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, “English”))). У результаті було відібрано 243 документи. Після встановлення порогового значення до аналізу включено 35 ключових слів (items), на основі яких сформовано мережеву карту (рис. 1).

Кластеризація першого етапу аналізу дозволила виокремити чотири тематичні групи:

- кластер 1 (червоний): *circular economy, economic growth, energy efficiency, human capital, innovation, manufacturing, supply chain management, sustainability, sustainable development goals, technological innovation*. Відображає виробничий напрям, у межах якого циркулярна економіка пов'язується з економічним зростанням, енергоефективністю, інноваціями та управлінням ланцюгами постачання. Людський капітал у цьому випадку виступає драйвером технологічних змін і підвищення ефективності виробництва.

- кластер 2 (зелений): *climate change, economic and social effects, economics, environmental management, environmental protection, human resource management, industrial economics, investments, sustainable development*. Характеризує екологічно-економічний та управлінський вимір, що охоплює питання кліматичних змін, інвестицій, екологічного менеджменту та соціально-економічних ефектів. Тут людський капітал пов'язується з управлінням персоналом та забезпеченням сталого розвитку.

- кластер 3 (синій): *decision making, economic aspect, environmental economics, environmental impact, human, life cycle, life cycle assessment, recycling, waste management*. Зосереджений на прикладних екологічних питаннях, зокрема оцінці життєвого циклу, управлінні відходами та переробці. У цьому напрямі людський капітал відіграє важливу роль у прийнятті управлінських рішень.

- кластер 4 (жовтий): *artificial intelligence, digital economy, economic development, environmental policy, green development, green economy, renewable energy*. Репрезентує цифрово-інноваційний напрям, що включає штучний інтелект, цифрову економіку, екологічну політику та зелену трансформацію.

Далі було сформовано вибірку за запитом: (TITLE-ABS-KEY (human AND capital) AND TITLE-ABS-KEY (green AND economy)) AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2027 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”))

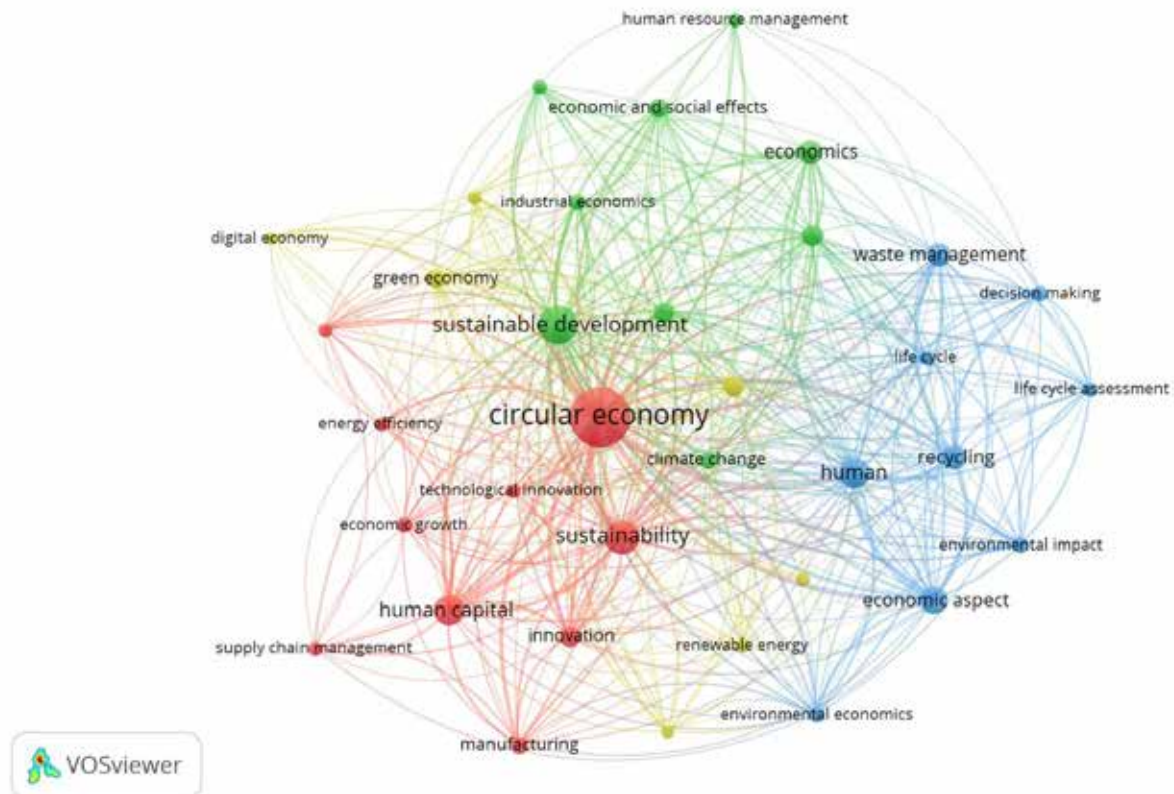


Figure 1. Network Visualization of Human Capital and Circular Economy Connected with Other Concepts

Source: developed by the authors using Scopus Database

OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "ch") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "bk")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")). У результаті отримано 760 документів. До аналізу включено 38 ключових слів (items), що сформували мережеву карту (рис. 2).

Кластеризація другого етапу аналізу дозволила виокремити шість тематичних груп:

- кластер 1 (червоний): *alternative energy, climate change, economic growth, environmental sustainability, finance, green finance, human capital, natural resource, renewable energy, sustainability, sustainable development*. Охоплює макроекономічний та фінансово-екологічний напрям, де людський капітал розглядається як ключовий фактор переходу до зеленої економіки.

- кластер 2 (зелений): *economic and social effects, economics, environmental management, environmental regulation, environmental technology, investments, personnel, technological innovation*. Відображає інституційно-управлінський вимір, зосереджений на екологічному регулюванні, інвестиціях, управлінні персоналом та технологічних інноваціях.

- кластер 3 (синій): *circular economy, digital economy, environmental policy, environmental protection, green development, green economy*. Інтегрує зелену економіку з суміжними концепціями, зокрема циркуляр-

ною та цифровою економікою, а також екологічного політикою.

- кластер 4 (жовтий): *artificial intelligence, energy efficiency, environmental economics, green total factor productivity, productivity, total factor productivity*. Пов'язаний із продуктивністю та ефективністю.

- кластер 5 (фіолетовий): *carbon, carbon dioxide, economic development, human*. Декарбонізаційний вимір, що акцентує увагу на вуглецевих процесах, зокрема викидах CO₂ та їх впливі на економічний розвиток.

- кластер 6 (бірюзовий): *green innovation, innovation*. Репрезентує інноваційний напрям, пов'язаний із розвитком зелених інновацій.

Порівняльний аналіз отриманих результатів свідчить, що в обох досліджуваних наукових напрямках людський капітал виступає інтегруючим елементом, який забезпечує взаємозв'язок між економічними, екологічними та інноваційними компонентами розвитку. Водночас виявлено відмінності у структурі та спрямованості досліджень.

Зокрема, дослідження циркулярної економіки мають переважно виробничий та прикладний характер. Вони концентруються на питаннях ефективності ресурсних потоків, управління виробничими системами, переробки відходів, енергоефективності та оцінки життєвого циклу продукції. Людський капітал розглядається

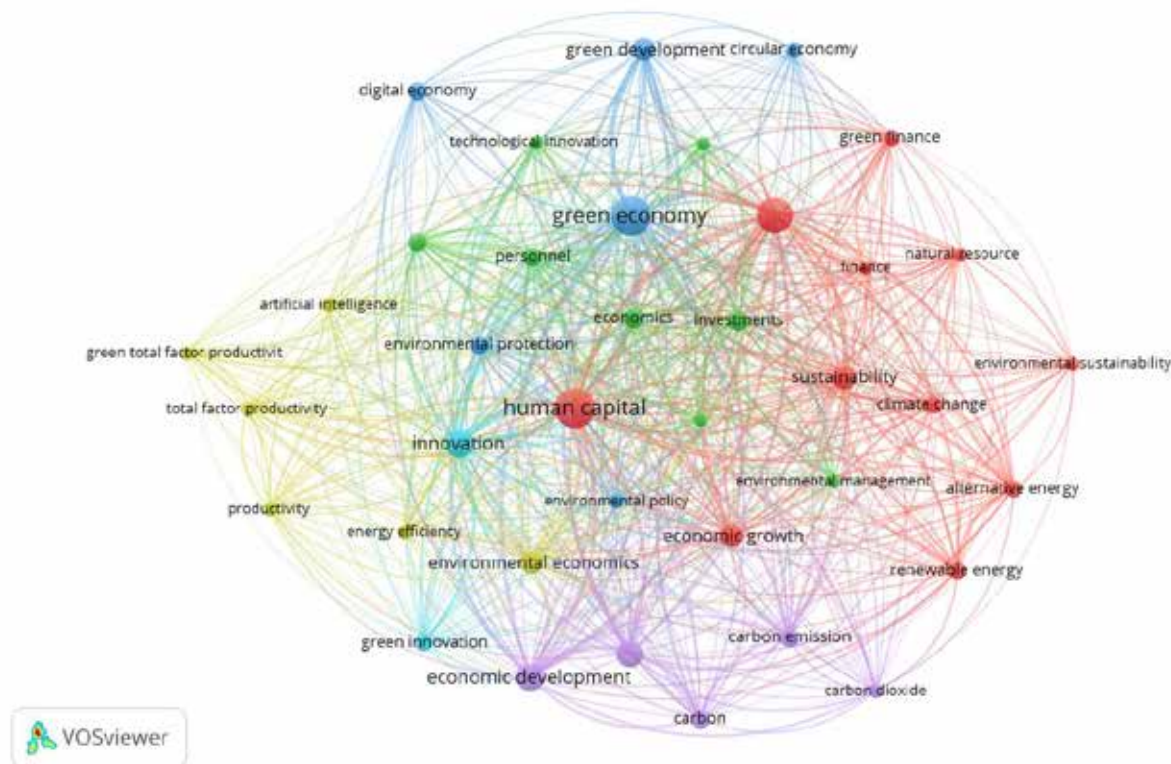


Figure 2. Network Visualization of Human Capital and Green Economy Connected with Other Concepts

Source: developed by the authors using Scopus Database

насамперед як фактор підвищення ефективності виробничих процесів та впровадження екологічно орієнтованих технологічних рішень. Натомість дослідження зеленої економіки характеризуються значно ширшим і більш системним охопленням. Окрім екологічної складової, вони включають фінансові механізми (зокрема зелене фінансування), інституційні та регуляторні питання, макроекономічні показники розвитку, продуктивність, а також проблематику декарбонізації та кліматичних змін. Це свідчить про більш комплексний характер дослідницького поля, у межах якого людський капітал виступає не лише як виробничий ресурс, а як стратегічний чинник структурної трансформації економіки. Таким чином, отримані результати вказують на різний рівень системності досліджуваних підходів: циркулярна економіка формує більш прикладну та технологічно орієнтовану дослідницьку рамку, тоді як зелена економіка розвивається як міждисциплінарна та макросистемна концепція. Водночас у обох випадках людський капітал виконує роль ресурсу, що забезпечує перехід до моделей сталого розвитку.

З метою уточнення галузевої структури досліджень додатково було здійснено аналіз розподілу публікацій за предметними галузями (Subject Area) у базі Scopus. Такий підхід дозволяє визначити, у межах яких наукових дисциплін формується досліджуваний науковий дискурс і які галузі знань відіграють провідну роль у його розвитку. Результати розподілу публікацій за тематикою «людський капітал та циркулярна економіка» за

предметними галузями представлено на рис. 3, відповідно, розподіл публікацій за тематикою «людський капітал та зелена економіка» наведено на рис. 4.

У табл. 1 наведено розподіл публікацій за предметними галузями у дослідженнях взаємозв'язку людського капіталу з циркулярною та зеленою економікою.

Аналіз розподілу публікацій за предметними областями демонструє спільне домінування екологічної компоненти в обох напрямках досліджень. Зокрема, частка Environmental Science є практично ідентичною: 23,7% для circular economy та 23,8% для green economy, що підтверджує визначальну роль екологічного дискурсу у формуванні наукового поля трансформації людського капіталу.

Водночас, дослідження у сфері green economy характеризуються значно більшою представленістю соціально-економічних дисциплін. Так, частка Social Sciences становить 16,7% (проти 13,6% у circular economy), а Economics, Econometrics and Finance – 10,8% (проти 7,4%). Крім того, вагомою є присутність галузі Energy – 13,0% порівняно з 11,3% у circular economy. Це свідчить про те, що дослідження зеленої економіки більшою мірою орієнтовані на макрорівень, включаючи питання державної політики, економічного регулювання та суспільних трансформацій.

Натомість для circular economy характерною є більша концентрація у техніко-орієнтованих галузях. Зокрема, частка Engineering становить 10,6%, що майже вдвічі перевищує відповідний показник у

Documents by subject area

Scopus

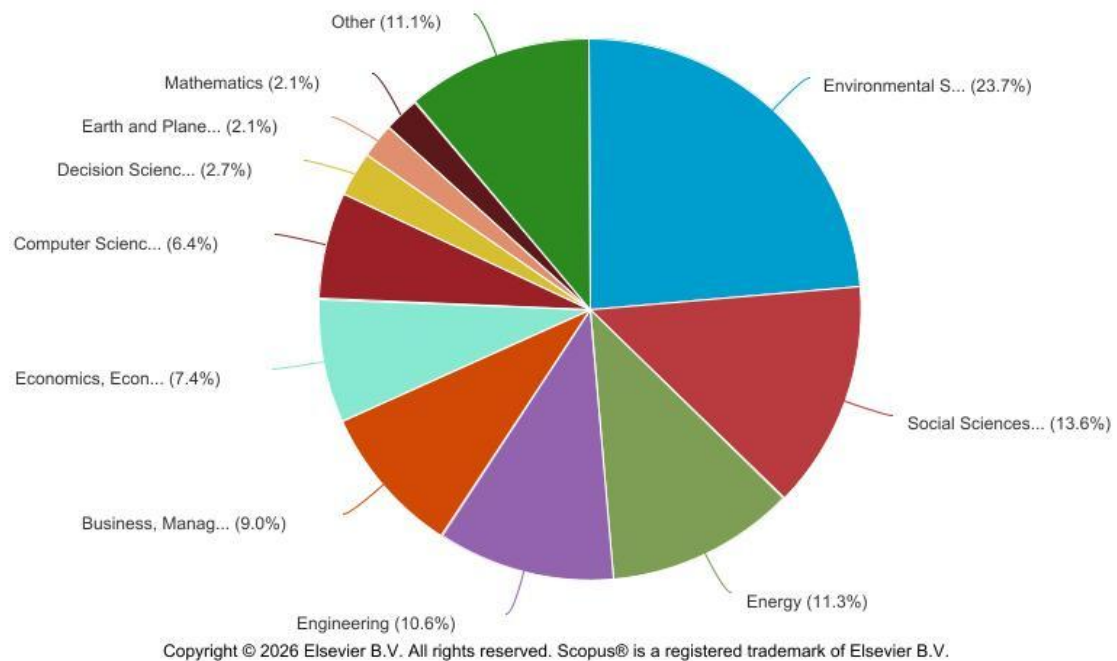


Figure 3. Subject Area Distribution of Scopus Publications on Human Capital in the Circular Economy (2020–2026)

Source: developed by the authors using Scopus Database

Documents by subject area

Scopus

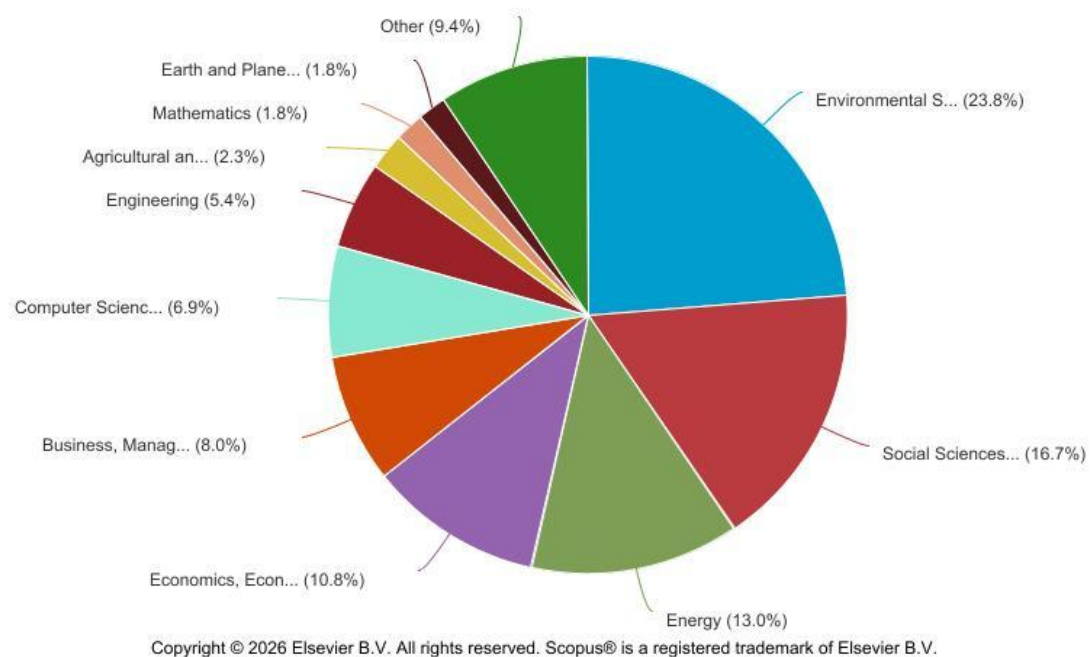


Figure 4. Subject Area Distribution of Scopus Publications on Human Capital in the Green Economy (2020–2026)

Source: developed by the authors using Scopus Database

Таблиця 1 – Розподіл наукових публікацій за предметними областями у дослідженнях людського капіталу в умовах circular та green economy

Subject Area	Circular Economy (кількість)	Green Economy (кількість)
Environmental Science	134	391
Social Sciences	77	274
Energy	64	214
Engineering	60	89
Business, Management and Accounting	51	132
Economics, Econometrics and Finance	42	178
Computer Science	36	114
Decision Sciences	15	27
Earth and Planetary Sciences	12	29
Mathematics	12	30
Agricultural and Biological Sciences	11	38
Chemical Engineering	10	12
Arts and Humanities	9	21
Physics and Astronomy	8	7
Materials Science	7	5
Medicine	5	27
Psychology	5	19
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	3	7
Multidisciplinary	3	23
Chemistry	1	1
Immunology and Microbiology	1	1
Neuroscience	–	2
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	–	2

Source: developed by the authors

green economy (5,4%). Аналогічно, вищими є частки Decision Sciences (2,7% проти 1,6%) та Chemical Engineering (1,8% проти 0,7%). Це підтверджує прикладний характер досліджень circular economy, зосереджених на оптимізації виробничих процесів, управлінні ресурсами та впровадженні технологічних інновацій.

Важливою відмінністю є також ступінь міждисциплінарності та залучення гуманітарного виміру. У дослідженнях green economy спостерігається вища частка Multidisciplinary (1,4% проти 0,5%), а також більша представленість таких галузей, як Medicine (1,6% проти 0,9%) та Psychology (1,2% проти 0,9%). Це свідчить про ширше трактування людського капіталу, яке включає поведінкові, соціальні та здоров'язбережувальні питання.

Отримані результати дозволяють виокремити дві взаємодоповнюючі моделі трансформації людського капіталу: операційну (характерну для circular economy) та системну (характерну для green economy).

Узагальнення результатів аналізу розподілу публікацій за предметними галузями свідчить про наявність як спільних, так і відмінних рис у дослідженнях людського капіталу в межах циркулярної та зеленої економіки. Спільною характеристикою є домінування екологічної складової, що підтверджується практично однаковою часткою галузі Environmental Science в обох напрямках (близько 24%), що вказує на визначальну роль екологічного дискурсу.

Дослідження циркулярної економіки відзначаються більшою концентрацією у технічних галузях, що підтверджує їх прикладну спрямованість на оптимізацію виробничих процесів і управління ресурсами. Водночас дослідження зеленої економіки мають більш виражений соціально-економічний і макросистемний характер, що проявляється у вищій представленості соціальних наук, економіки та енергетики. Це свідчить про орієнтацію на питання державної політики, регулювання та суспільних трансформацій. Крім того, для зеленої економіки характерний вищий рівень міждисциплінарності та ширше залучення гуманітарних і поведінкових питань, що розширює трактування людського капіталу.

Для виявлення змістовних характеристик трансформації людського капіталу в умовах циркулярної та зеленої економіки було здійснено відбір найбільш релевантних наукових публікацій, індексованих у базі Scopus. Для кожного з досліджуваних напрямів сформовано вибірку по 10 статей, що дозволило провести якісний аналіз підходів до трансформації людського капіталу.

Аналіз відібраних публікацій свідчить, що трансформація людського капіталу в умовах циркулярної економіки дозволяє виокремити кілька напрямів:

- інтеграція знань у виробничі системи, що забезпечує перехід до замкнених ланцюгів створення вартості та циркулярних бізнес-моделей [20]. Людський капітал у цьому контексті виступає носієм спеціалізованих знань і компетенцій;

– формування «зеленого» людського капіталу (green human capital), який забезпечує впровадження екологічних практик, зокрема у логістиці, виробництві та управлінні ресурсами [21–24];

– цифровізація та технологічні інновації, зокрема застосування штучного інтелекту, цифрових платформ і smart-рішень у циркулярних системах [25; 26];

– трансформація управлінських і організаційних компетенцій, що забезпечують реалізацію циркулярних стратегій на рівні підприємств та політики [27–29].

Таким чином, у межах циркулярної економіки трансформація людського капіталу відбувається у напрямі розвитку прикладних та технологічних компетенцій.

На відміну від циркулярної економіки, трансформація людського капіталу у межах зеленої економіки відбувається за такими напрямками:

– людський капітал розглядається як фактор економічного зростання та ефективності зеленої економіки [30–32];

– розподіл і накопичення людського капіталу, оскільки його неефективне використання знижує результативність зеленої трансформації [33; 34];

– енергетичний перехід та декарбонізація економіки, де людський капітал виступає драйвером розвитку відновлюваної енергетики та зниження викидів CO₂ [35; 36; 23];

– взаємодія з цифровою економікою та інноваціями, що сприяє підвищенню зеленої продуктивності та ефективності підприємств [37; 38].

У межах зеленої економіки трансформація людського капіталу має стратегічний характер і пов'язана з макроекономічними процесами, інституційними змінами та глобальними екологічними викликами.

Висновки. Отримані результати свідчать про посилення міждисциплінарного характеру досліджень, у яких людський капітал виступає інтегруючим елементом економічних, екологічних, технологічних та інституційних трансформацій.

Бібліометричний аналіз виявив, що дослідження циркулярної економіки переважно зосереджені на прикладних і технологічних питаннях, пов'язаних з підвищенням ресурсоефективності, оптимізацією виробничих процесів, розвитком інноваційних моделей управління відходами та впровадженням замкнених

ланцюгів створення вартості. Натомість дослідження зеленої економіки характеризуються більш широким макроекономічним і інституційним охопленням, що включає питання державної політики, енергетичного переходу, декарбонізації та сталого економічного зростання.

Результати контент-аналізу відібраних наукових публікацій підтвердили, що трансформація людського капіталу відбувається у напрямі зростання ролі знань, інноваційних та цифрових компетенцій. Важливого значення набуває управління знаннями та розвиток інтелектуального капіталу як базових передумов формування конкурентоспроможних організацій та економічних систем. Це узгоджується з положеннями досліджень, у яких підкреслюється роль знань, інтелектуального капіталу та підприємництва у забезпеченні інноваційного розвитку [39].

Окремо встановлено, що цифрова трансформація виступає одним із драйверів підвищення ефективності економічних систем та продуктивності підприємств. Вона змінює характер використання людського капіталу, трансформує його у напрямі цифрових компетенцій, аналітичного мислення та здатності до роботи в умовах технологічно насиченого середовища. Це підтверджується результатами досліджень, які демонструють позитивний вплив цифрової трансформації на продуктивність підприємств і їхню конкурентоспроможність [40].

Узагальнення отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що трансформація людського капіталу в умовах циркулярної та зеленої економіки має системний характер. Вона охоплює як мікрорівень (компетенції працівників та організаційні практики), так і макрорівень (інституційні зміни, державну політику та глобальні екологічні виклики). При цьому спільною тенденцією є перехід до знаннєво- та цифрово-орієнтованої моделі розвитку, що формує основу сталих економічних трансформацій.

Таким чином, результати дослідження підкреслюють, що людський капітал є не лише ресурсом економічного зростання, але й механізмом забезпечення переходу до більш стійких, інноваційних та екологічно збалансованих моделей розвитку в умовах сучасних глобальних трансформацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. ElMassah, S., & Mohieldin, M. (2020). Digital transformation and localizing the Sustainable Development Goals (SDGs). *Ecological Economics*, 169, 106490. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106490>
2. Almeida, F., Duarte Santos, J., & Augusto Monteiro, J. (2020). The Challenges and Opportunities in the Digitalization of Companies in a Post-COVID-19 World. *IEEE Engineering Management Review*, 48 (3), 97–103. DOI: <https://doi.org/10.1109/emr.2020.3013206>
3. Fukuda, K. (2020). Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0. *International Journal of Production Economics*, 220, 107460. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.033>
4. de Oliveira, C. T., & Oliveira, G. G. A. (2023). What Circular economy indicators really measure? An overview of circular economy principles and sustainable development goals. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, 106850. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106850>
5. Melnyk, L. H., & Derevianko, Yu. M. (Eds.). (2026). Sustainable development: Textbook. Universytetska Knyha. ISBN 978-617-521-148-9 332 p. Available at: https://econ.biem.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2026/03/melnyk_derevianko_sustainable_development_pidruchnyk_2026_ua.pdf

6. Voronenko, V. I., Omelianenko, V. A., Lytvynenko, S. M., Kulyk, A. K., Treus, A. A., Ponomarenko, I. O., Kyrylenko, M. V., Yaremenko, A. H. (2025). Digital transformations for ensuring ecological-economic development and civil protection. In O. V. Kubatko & V. I. Voronenko (Eds.), Sumy State University. ISBN 978-966-446-008-5. 195 p. Available at: https://econ.biem.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2026/03/kubatko_voronenko_digital_transformations_monograph_2025_ua.pdf
7. Díaz-Chao, Á., Ficapal-Cusi, P., & Torrent-Sellens, J. (2021). Environmental assets, industry 4.0 technologies and firm performance in Spain: A dynamic capabilities path to reward sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125264. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125264>
8. Del Vecchio, P., Secundo, G., Mele, G., & Passiante, G. (2021). Sustainable entrepreneurship education for circular economy: emerging perspectives in Europe. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 27 (8), 2096–2124. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijebr-03-2021-0210>
9. Luo, J., Zhuo, W., & Xu, B. (2023). The bigger, the better? Optimal NGO size of human resources and governance quality of entrepreneurship in circular economy. *Management Decision*. DOI: <https://doi.org/10.1108/md-03-2023-0325>
10. Pamucar, D., Deveci, M., Gokasar, I., Işık, M., & Zizovic, M. (2021). Concepts in urban mobility alternatives using integrated DIBR method and fuzzy Dombi CoCoSo model. *Journal of Cleaner Production*, 129096. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129096>
11. Lin, B., & Ma, R. (2022). Green technology innovations, urban innovation environment and CO₂ emission reduction in China: Fresh evidence from a partially linear functional-coefficient panel model. *Technological Forecasting and Social Change*, 176, 121434. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121434>
12. Ren, S., Li, L., Han, Y., Hao, Y., & Wu, H. (2022). The emerging driving force of inclusive green growth: Does digital economy agglomeration work? *Business Strategy and the Environment*. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2975>
13. Dian, J., Song, T., & Li, S. (2023). Facilitating or inhibiting? Spatial effects of the digital economy affecting urban green technology innovation. *Energy Economics*, 107223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107223>
14. Huang, S.-Z., Chien, F., & Sadiq, M. (2021). A gateway towards a sustainable environment in emerging countries: the nexus between green energy and human Capital. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 1–18. DOI: <https://doi.org/10.1080/1331677x.2021.2012218>
15. Obobisa, E. S., & Ahakwa, I. (2024). Stimulating the adoption of green technology innovation, clean energy resources, green finance, and environmental taxes: The way to achieve net zero CO₂ emissions in Europe? *Technological Forecasting and Social Change*, 205, 123489. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123489>
16. Melnyk, L. H. (2025). Economics of development. Universytetska knyha. ISBN 978-617-521-106-9. 416 p. Available at: https://econ.biem.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2026/04/Melnyk_Development_-_Economics_handbook_2025_ua.pdf
17. Karintseva, O. I., & Melnyk, L. H. (Eds.). (2025). Management of business organization development. Universytetska knyha. ISBN 978-617-521-119-9. 336 p. Available at: https://econ.biem.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2026/04/karintseva_melnyk_development_management_handbook_2025_ua.pdf
18. Melnyk, L. H., & Karintseva, O. I. (Eds.). (2021). Economics and business. Universytetska knyha. ISBN 978-966-680-987-5. Available at: https://econ.biem.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2026/04/melnyk_karintseva_economics_business_pidruchnyk_2021_ua.pdf
19. Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2023). VOSviewer manual for VOSviewer version 1.6.20. Universiteit Leiden: Centre for Science and Technology Studies (CWTS). https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.20.pdf
20. Zheng, G., Ul Haq, M. Z., Huo, B., Zhang, Y., & Yue, X. (2024). Leveraging intellectual capital for building a supply chain circular economy system: A knowledge-based view. *International Journal of Production Economics*, 109225. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109225>
21. Cheng, Y., Masukujjaman, M., Sobhani, F. A., Hamayun, M., & Alam, S. S. (2023). Green Logistics, Green Human Capital, and Circular Economy: The Mediating Role of Sustainable Production. *Sustainability*, 15 (2), 1045. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15021045>
22. Kumari, R., Dash, S. P., & Chatterjee, R. (2025). Advancing Circular Economy Through Green Human Capital: the Critical Role of Sustainability. *Circular Economy and Sustainability*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43615-025-00583-7>
23. Masruchiyah, N., Damayanti, N., Santoso, P. Y., & Marfu, A. (2025a). Harnessing green human capital and circular economy in urbanization: Advancing water resilience through resource conservation and green technology. *Environmental Challenges*, 20, 101227. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101227>
24. Marrucci, L., Daddi, T., & Iraldo, F. (2021). The contribution of green human resource management to the circular economy and performance of environmental certified organisations. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128859. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128859>
25. Singh, R., Joshi, A., Francis, G., Dsilva, J. (2025). Empowering Sustainable Human Capital for Digital Circular Economy in the Gulf Cooperation Council HealthCare Sector. In: Singh, R., Kumar, V. (eds) Sustainable Innovations and Digital Circular Economy. Springer, Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-96-1064-8_11
26. Gariba, M. I., Odei, S. A., Arthur, E. E., & soukal, I. (2025). Driving circular economy transformation through technological innovation: the moderating role of regulatory environment, human capital, and technological capacity. *Humanities and Social Sciences Communications*. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-06414-2>
27. Othman, R., & Ameer, R. (2023). Human Capital Transformation for Circular Economy and Sustainable Development: A Government-Linked Company Experience. In Sustainable Development Goals Series (pp. 307–358). Springer Nature Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-99-3083-8_11
28. Arthur, E. E., Gyamfi, S., Gerstlberger, W., Stejskal, J., & Prokop, V. (2023). Towards Circular Economy: Unveiling Heterogeneous Effects of Government Policy Stringency, Environmentally Related Innovation, and Human Capital within OECD Countries. *Sustainability*, 15 (6), 4959. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15064959>

29. Wiredu, I., Zhu, N., Agyemang, A. O., & Borgi, H. (2025). Driving Circular Economy Strategies for Sustainable Development: The Role of Board Capital and Innovation Capacity in Emerging Markets. *Business Strategy and the Environment*. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.4256>
30. Wang, X., Wang, Y., Zheng, R., Wang, J., & Cheng, Y. (2022). Impact of human capital on the green economy: empirical evidence from 30 Chinese provinces. *Environmental Science and Pollution Research*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22986-x>
31. Soto, G. H. (2024). The role of high human capital and green economies in environmental sustainability in the Asia-Pacific region, 1990–2022. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. DOI: <https://doi.org/10.1108/meq-01-2024-0052>
32. Ding, X., Huang, Y., Gao, W., & Min, W. (2021). A Comparative Study of the Impacts of Human Capital and Physical Capital on Building Sustainable Economies at Different Stages of Economic Development. *Energies*, 14 (19), 6259. DOI: <https://doi.org/10.3390/en14196259>
33. Lu, W., Peng, L., & Fang, N. (2024). The impact of human capital misallocation on green economy efficiency: Empirical analysis of Chinese urban agglomerations. *Heliyon*, 10 (12), e32695. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32695>
34. Atiku, S. O., & Lawal, I. O. (2021). Human Capital Development Strategy for a Sustainable Economy. Y Human Resource Management Practices for Promoting Sustainability (c. 116–133). IGI Global. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4522-5.ch007>
35. Amin, A., Yusoff, N. Y. b. M., Isik, C., & Osabohien, R. (2025). Decarbonizing the U.S economy: the roles of renewable energy, technology innovation, human capital, and green growth. *Clean Technologies and Environmental Policy*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10098-025-03283-w>
36. Jin, D., & Zafar, M. W. (2025). Fostering green progress: The dual influence of natural resource rent and human capital on emerging economy energy transition. *Natural Resources Forum*. DOI: <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12405>
37. Chen, H., Yu, Z., & Hu, S. (2025b). Digital economy, human capital accumulation, and corporate green total factor productivity: Based on strategic emerging industries. *International Review of Financial Analysis*, 104152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104152>
38. Wang, X., Gan, Y., Zhou, Y., Si, D., Cui, X., & Yan, J. (2024). Country-level Risk and Green Energy Transition: Evaluating Political Risk and Human Capital in OECD Economies. *Politická ekonomie*. DOI: <https://doi.org/10.18267/j.polek.1470>
39. Paoloni, M., Coluccia, D., Fontana, S., & Solimene, S. (2020). Knowledge management, intellectual capital and entrepreneurship: a structured literature review. *Journal of Knowledge Management*, 24 (8), 1797–1818. DOI: <https://doi.org/10.1108/jkm-01-2020-0052>
40. Du, X., & Jiang, K. (2022). Promoting Enterprise Productivity: The Role of Digital Transformation. *Borsa Istanbul Review*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bir.2022.08.005>

SYSTEMATIC BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF HUMAN CAPITAL TRANSFORMATION IN THE CONTEXT OF CIRCULAR AND GREEN ECONOMIES

Oleksandra Kubatko

PhD in Economics Sciences, Associate Professor,
Sumy State University

Inna Balahurovska

PhD student, Sumy State University;
Silesian University of Technology

Yevhen Kovalenko

Associate Professor of the Department of Economics,
Entrepreneurship and Business Administration,
Sumy State University

Alina Stognieva

Student, Sumy State University

Evgenia Lozhechnyk

Student, Sumy State University

The article carries out a systematic bibliometric analysis of scientific research devoted to the transformation of human capital in the conditions of circular and green economies. The relevance of the study is due to the intensification of global environmental challenges, the need to achieve the Sustainable Development Goals, the spread of digital technologies and the transition of economic systems to more resource-efficient and environmentally balanced models of functioning. Particular attention is paid to the role of human capital as a factor in ensuring innovative development and the implementation of the principles of sustainable management. The methodological basis of the study was the bibliometric analysis of publications indexed in the Scopus database using VOSviewer software. Based on the analysis of keyword co-occurrence networks, the industry structure of scientific publications and content analysis of the most relevant sources, the main thematic areas of modern research were identified. It was established that human capital acts as

an integrating element of the interaction of economic, environmental, technological and institutional components of development. The results of the study indicate that there are significant differences between scientific approaches to the study of human capital within the circular and green economies. Research on the circular economy is characterized by a predominantly applied focus and focuses on issues of resource efficiency, waste management, optimization of production processes, development of circular business models and implementation of technological innovations. In contrast, research on the green economy is more comprehensive in nature and covers the issues of green financing, decarbonization, energy transition, state regulation and ensuring sustainable economic growth. It is determined that the transformation of human capital occurs in the direction of the development of digital, innovative, managerial and environmental competencies, as well as strengthening the role of knowledge. It is generalized that human capital is not only a resource for economic development, but also a strategic mechanism for ensuring the transition to sustainable, competitive and environmentally friendly business models in the context of modern global transformations.

Keywords: green economy, circular economy, human capital, bibliometric analysis, industry structure.

JEL Classification: Q56, J24, L16, C89

Дата надходження статті: 15.06.2026

Дата прийняття статті до публікації: 20.07.2026

Дата публікації статті: 30.07.2026