

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ЯК НАЦІОНАЛЬНОГО БАГАТСТВА КРАЇН ЄВРОПИ ТА УКРАЇНИ

Сергієнко О.А., Тонєва К.В., Застьола Е.О.

ВСТУП

Для України, яка перебуває на критично складному етапі економічних, соціальних та політичних трансформацій суспільства, надзвичайно важливим є усвідомлення фундаментального значення розвитку інтелектуального капіталу держави в інтересах побудови конкурентоспроможної економіки. Актуальність цієї проблематики значно загострилася у зв'язку з повномасштабним російським вторгненням, розпочатим у 2022 році, внаслідок якого Україна втратила значну кількість висококваліфікованих фахівців через їх міграцію за кордон. Ця обставина спричинила критичну втрату інтелектуального капіталу держави та створила передумови для потенційно незворотних процесів, зокрема деградації наукової школи, руйнування інноваційних екосистем, втрати технологічних компетенцій та зниження інтелектуального потенціалу нації. Інтелектуальний капітал у сучасних умовах представляє собою найцінніше національне багатство, втрата якого може мати довгострокові катастрофічні наслідки для економічного розвитку країни¹.

Сьогодні вже немає наукових суперечок щодо того, що інтелектуальний капітал трансформується не лише у найпотужніший самостійний економічний ресурс, але й стає необхідною умовою ефективного використання усіх інших економічних активів. У сучасному глобалізованому світі здатність національної економіки генерувати та ефективно використовувати інтелектуальний капітал у визначальній мірі детермінує економічну силу нації та рівень її добробуту. Водночас, для того щоб забезпечити стратегічне управління інтелектуальним капіталом і досягти його ефективного використання, необхідним є володіння достовірними комплексними оцінками його обсягу та динаміки, а також глибоке розуміння основних структурних складових інтелектуального капіталу.

¹ Козловський С. В., Синегуб П. С. Парадигма управління інтелектуальним капіталом в умовах дигіталізації сучасної економіки. *Економіка та держава*. 2022. № 2. С. 85–92. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2022.2.85>

Проблематика вимірювання економіки знань та ступеня просування країн у напрямку її формування стала однією з фундаментальних при розробці концептуальних засад дослідження². Для того щоб євроінтеграційні процеси України відбувались максимально ефективно, необхідною умовою цього є чітке розуміння сучасного стану та можливих тенденцій розвитку інтелектуального капіталу держави у порівнянні з країнами Європи.

Мета дослідження полягає у побудові комплексу економіко-математичних моделей оцінки, аналізу та прогнозування стану інтелектуального капіталу соціально-економічної системи для забезпечення ефективного управління його розвитком. Для досягнення поставленої мети були сформульовані та вирішені наступні наукові завдання. По-перше, розкрито сутність поняття інтелектуального капіталу та його структурних складових. По-друге, проведено комплексний аналіз існуючих методологічних підходів до діагностики рівня розвитку інтелектуального капіталу. По-третє, побудовано модель кластерного аналізу для країн Європи та України. По-четверте, здійснено аналіз розпізнавання можливих станів інтелектуального капіталу України на основі використання дискримінантних методів аналізу. По-п'яте, проаналізовано можливі тенденції розвитку інтелектуального капіталу на перспективний період з використанням методів екстраполяційного прогнозування.

Об'єктом дослідження є процеси управління інтелектуальним капіталом соціально-економічної системи. Предметом дослідження виступає комплекс економіко-математичних методів і моделей оцінки, аналізу та прогнозування стану інтелектуального капіталу соціально-економічної системи.

Інформаційну базу дослідження складають законодавчі і нормативно-правові акти України з питань державної діяльності, спрямованої на захист національних інтересів і гарантування інтелектуальної безпеки від зовнішніх і внутрішніх загроз, фундаментальні теоретичні праці вітчизняних і зарубіжних науковців, матеріали періодичних наукових видань. У дослідженні використано аналітичні і статистичні матеріали Державної служби статистики України та результати власних розрахунків автора.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розширенні існуючого комплексу економіко-математичних моделей оцінки та аналізу сучасного стану інтелектуального капіталу держави та

² Диха М. В. Інтелектуальний капітал у системі забезпечення інноваційного розвитку країни. *Вісник ХНУ*. 2019. № 6(1). DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2019-276-6-45-49>

розробці методологічного інструментарію прогнозування майбутніх тенденцій його розвитку.

Практичне значення отриманих результатів дослідження характеризується наступними аспектами. Результати дослідження можуть бути використані на рівні державних органів управління для проведення комплексного аналізу актуального стану інтелектуального капіталу держави та оцінки реальних можливостей нашої країни у найближчій перспективі досягти за показниками інтелектуального капіталу рівня розвитку європейських держав.

1. Інтелектуальний капітал соціально-економічної системи: сутність, структура та сучасні європейські підходи

У сучасних умовах ефективність економіки, науково-технічний рівень виробництва та соціально-економічний прогрес детермінуються обсягом накопичених суспільством знань та ефективністю використання інтелектуальних ресурсів нації. Спостерігається підвищення значення освіти та науки, посилюється роль інтелектуальної діяльності в усіх сферах виробництва. У структурі національного багатства домінування інтелектуального капіталу стає очевидним і незаперечним фактом.

Світовий розвиток змістовно характеризують тенденції становлення постіндустріального суспільства, які виявляються у процесах глобалізації економічного буття³. В умовах соціально-економічних трансформацій мега-, макро-, мезо- та мікрорівня ключовими та безпосередніми елементами продуктивних сил стають інформація, знання та креативність, що у своїй цілісності та синергії формують інтелектуальний капітал, надаючи йому ознаки домінуючого фактора виробництва.

Досвід розвинених країн свідчить про перехід з кінця двадцятого століття до інноваційних та науково-орієнтованих моделей розвитку економіки. Це здійснюється на основі інтенсивного використання інтелектуального капіталу на всіх рівнях соціально-економічних систем суспільства.

Соціально-економічні системи являють собою складні, ймовірні, динамічні системи, що охоплюють процеси виробництва, розподілу, обміну і споживання матеріальних та інших благ. Вони представляють собою особливий клас кібернетичних систем, поведінка яких

³ Турчіна С. Г., Азаров В. В. Інтелектуальний капітал та інтелектуальна власність: визначення і особливості розвитку в умовах глобальних трансформацій. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 52. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-81>

базується на людських потребах та інтересах. Людина реалізує свої інтереси на усіх рівнях соціально-економічних систем через індивідуальну діяльність, через групи та підприємства, а також через національну та світову економіку.

Таким чином, нині спостерігається перетворення інтелектуального капіталу на провідний чинник економічного зростання та міжнародного обміну, а також радикальних структурних зрушень. Володіння ним та вміле ефективне використання у повному обсязі є гарантією успіху діяльності та функціонування економіки в цілому. Саме тому така економічна категорія як інтелектуальний капітал займає передову позицію серед інших видів капіталу і вимагає дослідження та розуміння її сутнісної характеристики.

Дослідженням сутності інтелектуального капіталу займалися та присвячували свої праці вітчизняні і зарубіжні вчені. Науковці демонструють неоднозначність поглядів стосовно визначення інтелектуального капіталу як економічної категорії, тому існують різні трактування обраного терміна⁴.

Існуючий теоретичний матеріал із досліджуваної проблеми можна узагальнити та виділити три підходи до поняття визначення інтелектуального капіталу, які представлено на рис. 1.

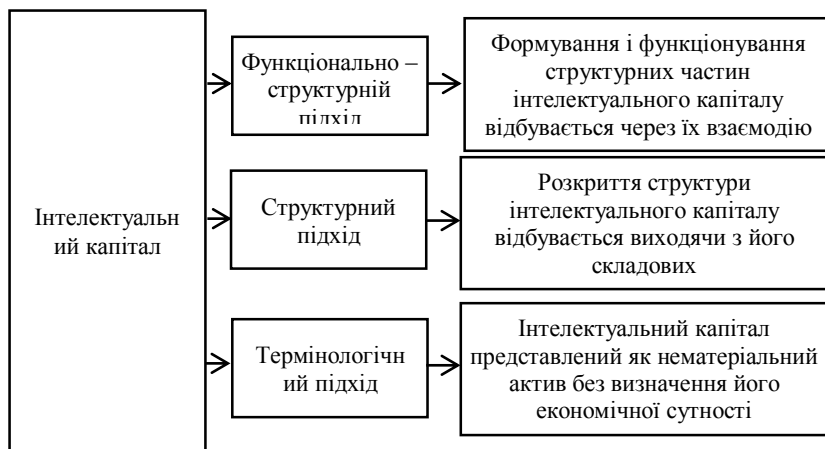


Рис. 1. Підходи до визначення категорії «інтелектуальний капітал»

Джерело: розроблено автором

⁴ Гусаковська Т. О., Святний Л. О. Інтелектуальний капітал як економічна категорія. *Бізнес-інформ*. 2025. № 1. С. 435–440. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-1-435-440>

На рис. 2 представлена модель інтелектуального капіталу суспільства у складі національного багатства країни, яка демонструє ієрархічну структуру та взаємозв'язки між основними компонентами національного багатства. Дана модель відображає комплексний підхід до розуміння місця інтелектуального капіталу в економічній системі держави.

Структура представленої моделі інтелектуального капіталу суспільства у складі національного багатства країни характеризується трирівневою архітектурою, де на вершині розташоване національне багатство як найбільш загальна категорія, що об'єднує всі форми капіталу країни. На другому рівні національне багатство структурується за двома основними напрямками: інтелектуальний капітал та фінансовий капітал, що підкреслює їх рівнозначну важливість для економічного розвитку суспільства⁵.

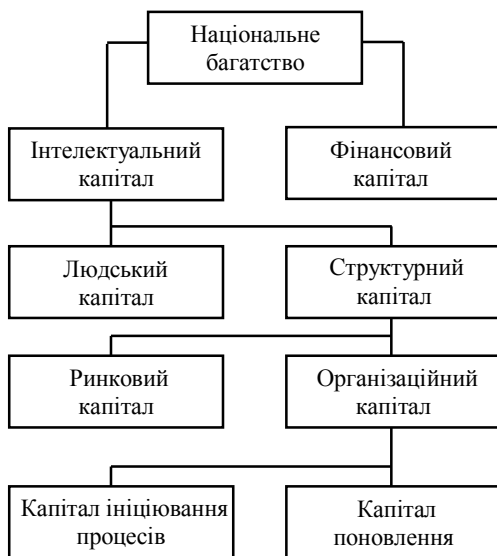


Рис. 2. Модель інтелектуального капіталу суспільства у складі національного багатства країни

Джерело: розроблено автором

⁵ Дороніна О. А. Розвиток дослідницьких компетентностей молоді в освітньому середовищі як засіб формування інтелектуального капіталу. *Економіка і організація управління*. 2023. № 2 (50). С. 5. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2023.2.1>

Зміст моделі розкривається через детальну декомпозицію інтелектуального капіталу на третьому та четвертому рівнях. Інтелектуальний капітал представлений через три фундаментальні складові: людський капітал, який відображає знання, навички та компетенції населення; ринковий капітал, що характеризує здатність економіки до комерціалізації інновацій та ефективного функціонування на ринках; структурний капітал, який включає організаційні процеси, технології та інфраструктуру підтримки інноваційної діяльності.

Найбільш деталізованим у моделі є структурний капітал, який подальше розгалужується на організаційний капітал та капітал поновлення. Організаційний капітал охоплює внутрішні процеси, системи управління та організаційну культуру, тоді як капітал поновлення відображає здатність системи до саморозвитку та адаптації до змінних умов. Окремо виділений капітал інноваційних процесів, що підкреслює критичну важливість інноваційної складової для сучасного розвитку економіки.

Паралельно з інтелектуальним капіталом модель включає фінансовий капітал як другий основний компонент національного багатства, що демонструє необхідність збалансованого розвитку як матеріальних, так і нематеріальних активів країни.

Представлена модель дозволяє зробити висновок про комплексний характер інтелектуального капіталу та його системоутворюючу роль у структурі національного багатства.

Для комплексного аналізу та оцінки стану інтелектуального капіталу держави необхідно застосовувати систему кількісних показників, які б відображали всі основні складові цієї багатогранної економічної категорії. У табл. 1 представлено детальну систему показників оцінки складових інтелектуального капіталу держави, яка охоплює всі ключові компоненти даної структури.

Аналіз представленої у табл. 1 системи показників дозволяє зробити важливі висновки щодо комплексності та багатовимірності інтелектуального капіталу держави. Людський капітал характеризується десятьма показниками, які охоплюють освітню інфраструктуру, якість освітніх послуг, рівень підготовки кадрів та доступність медичного обслуговування. Ці індикатори відображають не лише кількісні параметри освітньої системи, але й її якісні характеристики через показники завершеності освіти та державного фінансування освітньої галузі.

Таблиця 1

Показники оцінки складових інтелектуального капіталу держави

Інтелектуальний капітал			
Людський капітал	Структурний капітал		
	Ринковий капітал	Організаційний капітал	
		Капітал ініціювання процесів	Капітал поновлення
1) Рівень грамотності	1) Відкритість до різних культур	1) Кількість персональних комп'ютерів на душу населення	1) Загальні витрати на НДДКР на душу населення
2) Кількість ВНЗ на душу населення	2) Кількість іноземних мов у навчальних закладах	2) Кількість інтернет-серверів на душу населення	2) Витрати на вищу освіту як % від загального фінансування освіти
3) Кількість викладачів на душу населення	3) Приріст / відтік туризму	3) Кількість користувачів Інтернету на душу населення	3) Кількість зареєстрованих за рік патентів
4) Кількість студентів (жінки та чоловіки) на душу населення	4) Рівень довіри у ділових відносинах	4) Кількість телефонних ліній на душу населення	4) Кількість венчурних компаній
5) Кількість дипломованих спеціалістів на душу населення	5) Час запуску продукту/послуги на міжнародному рівні	5) Кількість мобільних телефонів на душу населення	5) Параметри «локомотивної» інтелектуальної галузі
6) Частка тих, хто завершив ВНЗ серед вступників	6) Міжнародні нагороди країни чи її громадян	6) Кількість телевізорів та газет на душу населення	6) Кількість аспірантів, які навчаються за кордоном і повертаються
7) Витрати держбюджету на освіту	7) Дані з імміграції та еміграції (галузі знань)	7) Витрати на програмне забезпечення на душу населення	
8) Кількість інтернет-користувачів	8) Експорт публікацій (книг, періодики)	8) Відсоток успішних венчурних проєктів	
9) Кількість виданих книг на душу населення	9) Кількість професійних спортсменів	9) Темп зростання сфери послуг	
10) Кількість лікарів і медзакладів на душу населення	10) Аспіранти за кордоном на стипендії	10) Інвестиції в технології на душу населення	
		11) Частка сфери послуг у ВВП	

Джерело: розроблено автором

Ринковий капітал представлений через десять показників, які характеризують відкритість країни до міжнародної співпраці, культурну толерантність, туристичну привабливість та міжнародне визнання. Особливо важливими є показники міграційних процесів та експорту інтелектуальної продукції, які відображають конкурентоспроможність національного інтелектуального капіталу на світовому ринку⁶.

Структурний капітал деталізується через дванадцять показників, що характеризують рівень технологічного розвитку, інформаційну інфраструктуру та сферу послуг. Ці індикатори демонструють здатність економіки до сприйняття та впровадження інновацій, а також ефективність використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Капітал ініціювання процесів оцінюється через шість показників, які безпосередньо пов'язані з науково-дослідною та дослідно-конструкторською діяльністю, патентною активністю та венчурним інвестуванням⁷. Ці показники відображають інноваційний потенціал економіки та здатність до генерування нових знань та технологій. Представлена система показників свідчить про необхідність комплексного підходу до оцінки інтелектуального капіталу, який має враховувати як традиційні освітні та наукові індикатори, так і сучасні показники цифровізації, міжнародної інтеграції та інноваційної активності. Така багатокомпонентна структура показників дозволяє здійснювати об'єктивну оцінку стану інтелектуального капіталу держави та визначати пріоритетні напрями його розвитку.

2. Економіко-математичні методи дослідження інтелектуального капіталу як національного багатства (кластерний та дискримінантний аналіз інтелектуального капіталу)

У сучасних умовах ефективність економіки, науково-технічний рівень виробництва та соціально-економічний прогрес детермінуються обсягом накопичених суспільством знань та ефективністю використання інтелектуальних ресурсів нації. Спостерігається підвищення значення освіти та науки, посилюється роль інтелектуальної діяльності в усіх сферах виробництва. У структурі національного

⁶ Бобиль В. В., Марценюк Л. В., Матусевич О. О., Лебедєва В. К. Інтелектуальний капітал як складова системи управління економічними змінами в умовах воєнного часу. *Ефективна економіка*. 2024. № 2. DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.2.15>

⁷ Шестаковська Т. Л., Яровой Т. С. Управління інтелектуальним капіталом країни: світовий досвід та вітчизняні реалії. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2020. № 3(59). С. 89–96. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2020-59-89-96>

багатства домінування інтелектуального капіталу стає очевидним і незаперечним фактом.

Таким чином, нині спостерігається перетворення інтелектуального капіталу на провідний чинник економічного зростання та міжнародного обміну, а також радикальних структурних зрушень. Володіння ним та вміле ефективне використання у повному обсязі є гарантією успіху діяльності та функціонування економіки в цілому. Саме тому така економічна категорія як інтелектуальний капітал займає передову позицію серед інших видів капіталу і вимагає дослідження та розуміння її сутнісної характеристики.

Дослідження стану інтелектуального капіталу як національного багатства країн Європи та України потребує застосування сучасних методів економіко-математичного моделювання, зокрема кластерного та дискримінантного аналізу. Для цих цілей було розроблено систему стандартизованих індексів, які характеризують різні аспекти інтелектуального капіталу держави та дозволяють здійснювати порівняльний аналіз між країнами.

Індекс людського капіталу представляє собою комплексний показник, який відображає рівень освіченості, кваліфікації та професійної підготовки населення країни. Даний індекс агрегує показники освітньої інфраструктури, якості освітніх послуг та людського потенціалу нації. **Індекс капіталу поновлення** характеризує здатність економічної системи до самооновлення, адаптації до змінних умов та забезпечення сталого розвитку інтелектуальних ресурсів. **Індекс капіталу ініціювання** процесів демонструє інноваційний потенціал країни, її спроможність генерувати нові знання, технології та створювати передумови для технологічного прориву.

Індекс фінансового капіталу відображає фінансову стабільність держави, її інвестиційну привабливість та здатність забезпечувати фінансування інтелектуальної діяльності. **Індекс ринкового капіталу** характеризує конкурентоспроможність національної економіки на міжнародних ринках, відкритість до глобальних процесів та здатність до комерціалізації інтелектуальних активів.

Застосування кластерного аналізу на основі зазначених індексів дозволяє групувати країни Європи та України за схожістю профілів інтелектуального капіталу. Дискримінантний аналіз використовує індекси як незалежні змінні для класифікації країн за заздалегідь визначеними групами.

На рис. 3 представлено дендрограму класифікації країн Європи та України за рівнем інтелектуального розвитку, побудовану за методом

Уорда. По осі абсцис розташовані об'єкти дослідження (країни Європи), а по осі ординат – евклідові відстані між ними.

Аналіз дендрограми дозволяє виділити чотири основні кластери однорідних країн:

Перший кластер (рожевий) об'єднує країни з високим рівнем інтелектуального розвитку, включаючи Швейцарію, Данію, Фінляндію, Нідерланди, Швецію та Норвегію.

Другий кластер (зелений) представлений переважно країнами з добрим рівнем розвитку, серед яких Люксембург, Бельгія, Австрія, Франція та Німеччина.

Третій кластер (синій) є найбільшим і включає країни з середнім рівнем інтелектуального розвитку, зокрема більшість країн Центральної та Південної Європи.

Четвертий кластер (червоний) об'єднує країни з нижчим рівнем показників, включаючи Україну, Молдову, Боснію і Герцеговину та інші.

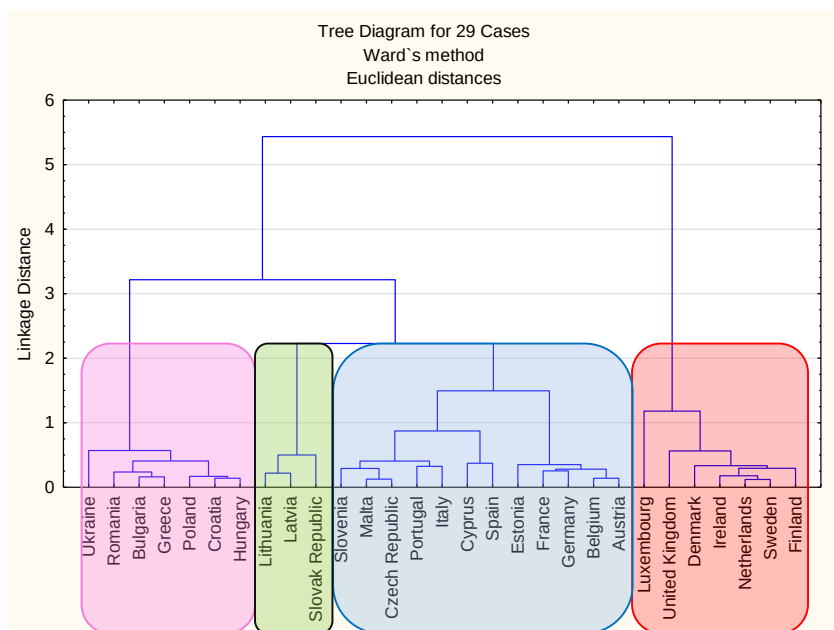


Рис. 3. Дендрограма класифікації країн Європи та України за рівнем інтелектуального розвитку

Джерело: розроблено автором

Україна потрапила до четвертого кластера, що свідчить про необхідність активізації зусиль щодо підвищення рівня інтелектуального розвитку країни.

Нижче наведено середні значення станів кластерів інтелектуального розвитку країн Європи (рис. 4).

Variable	Cluster Means (Spreadsheet1)			
	Cluster No. 1	Cluster No. 2	Cluster No. 3	Cluster No. 4
Opportunity Index	0,409598	0,108746	0,575851	0,750387
Market Index	0,605263	0,350740	0,747807	0,861020
Finance Index	0,705055	0,506506	0,788177	0,839503
Innovation Index	0,474933	0,096698	0,725196	0,823113
Human Capital Index	0,734345	0,495195	0,134210	0,887013

Рис. 4. Середні значення станів кластерів для аналізу інтелектуального розвитку країн

Джерело: розроблено автором

Графік середніх значень для кластерів станів приведено на рис. 5.

Згідно із результатами угруповання членів кластерів, було виділено 4 групи країн (рис. 6).



Рис. 5. Графік середніх значень станів кластерів інтелектуального капіталу

Джерело: розроблено автором

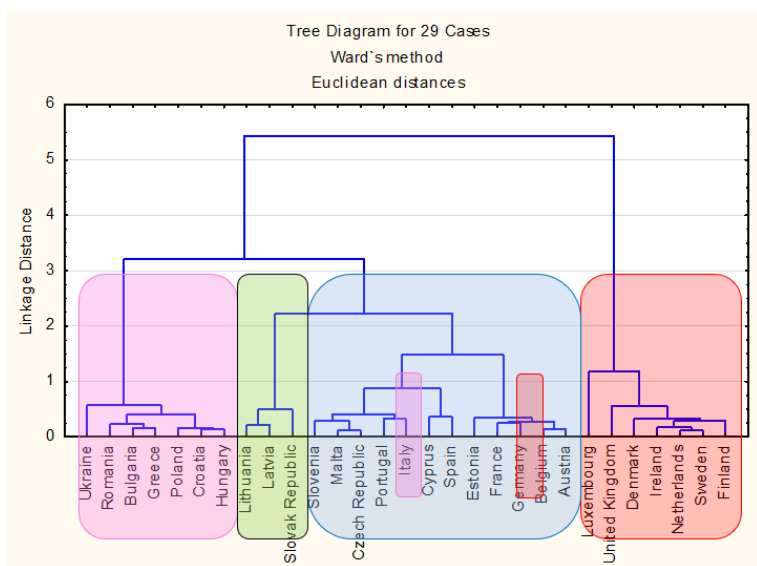


Рис. 6. Дендрограма класифікації країн Європи та України за рівнем інтелектуального розвитку за результатами дискримінантного аналізу

Джерело: розроблено автором

Результат угруповання країн Європи та України згідно з результатами кластерного аналізу представлено нижче у табл. 2.

Таблиця 2

Угрупування країн Європи та України з а результатами кластерного аналізу

Високий	Середній	Достатній	Низький
А	В	С	Д
Фінляндія Швеція Данія Нідерланди Ірландія Німеччина Велика Британія Люксембург	Австрія Бельгія Франція Іспанія Португалія Чехія Кіпр Мальта Словенія Естонія	Словаччина Латвія Литва	Угорщина Греція Польща Болгарія Румунія Хорватія Україна Італія

Джерело: розроблено автором

Результати використання дискримінантного аналізу.

Також результати показали, що Індекс поновлення та Ринковий індекс впливають на результати кластеризації у меншій мірі, ніж інші (тобто значення даних індексів для всіх країн варіюються приблизно в одному діапазоні (рис. 7).

Discriminant Function Analysis Summary (Spreadsheet1_(Recov Step 5, N of vars in model: 5; Grouping: Class (4 grps) Wilks' Lambda: ,01332 approx. F (15,58)=14,707 p< ,0000						
N=29	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove (3,21)	p-value	Toler.	1-Toler. (R-Sqr.)
Innovation Index	0,021200	0,628411	4,13920	0,018783	0,780456	0,219544
Human Capital Index	0,088184	0,151076	39,33424	0,000000	0,378753	0,621247
Finance Index	0,020388	0,653446	3,71244	0,027530	0,537364	0,462636
Market Index	0,018859	0,706418	2,90914	0,058493	0,694346	0,305654
Opportunity Index	0,017476	0,762331	2,18237	0,120239	0,589793	0,410207

Рис. 7. Аналіз змінних в моделі за методом покрокового включення

Джерело: розроблено автором

Діаграма розсіву об'єктів, тобто країн Європи та України, в просторі канонічних коренів наведена на рис. 8.

У контексті дискримінантного аналізу та попереднього кластерного дослідження країн Європи та України за рівнем інтелектуального розвитку, конвергенція представляє собою статистичний критерій, що характеризує процес збіжності ітераційних обчислень до оптимального рішення⁸.

Конвергенція в дискримінантному аналізі є фундаментальною умовою отримання стабільних та надійних результатів класифікації. Вона забезпечує математичну гарантію того, що алгоритм знаходить глобальний оптимум функції дискримінації, а не зупиняється на локальних екстремумах. Процес конвергенції полягає у поступовому зменшенні різниці між послідовними ітераціями обчислень до досягнення заданого рівня точності.

⁸ Shkola V., Troyan M., Domashenko M., Vavilichev M. Global Competitiveness of the Economy and Intellectual Capital Index: Case of EU Countries and Ukraine. *Mechanism of an Economic Regulation*. 2021. No. 91. P. 108–119. DOI: <https://doi.org/10.21272/mer.2021.91.09>

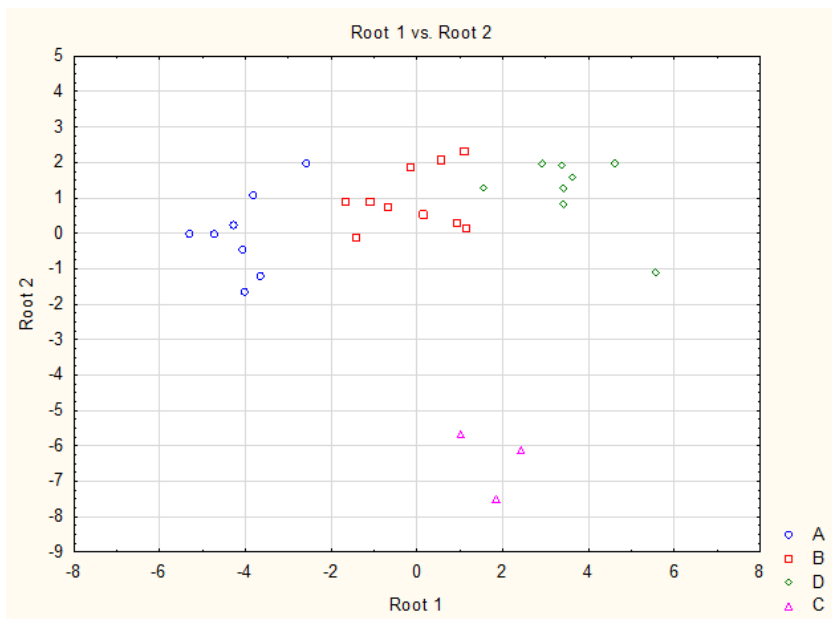


Рис. 8. Діаграма розсіву об'єктів в просторі канонічних коренів

Джерело: розроблено автором

Необхідність забезпечення конвергенції в дискримінантному аналізі обумовлена кількома ключовими факторами. По-перше, вона гарантує стійкість отриманих дискримінантних функцій та їх здатність до адекватного розмежування об'єктів між групами. По-друге, конвергенція забезпечує відтворюваність результатів аналізу при повторних обчисленнях на тих самих даних. По-третє, досягнення конвергенції свідчить про коректність специфікації моделі та відсутність серйозних порушень базових припущень методу.

Порівняльний аналіз методів тестування глобальної та кластерної конвергенції соціально-економічного розвитку регіонів наведено в табл. 3.

Модель безумовної конвергенції ґрунтується на постулаті про універсальність траєкторії економічного зростання, що передбачає прагнення всіх територіальних одиниць до єдиної довгострокової рівноважної траєкторії. Натомість концепція умовної конвергенції визнає плюралістичний характер регіонального розвитку, допускаючи формування множинних траєкторій зростання відповідно до специфічних характеристик територіальних утворень.

Таблиця 3

Порівняльна таблиця методів аналізу конвергенції

Критерій	Аналіз глобальної конвергенції (тестування безумовної конвергенції)	Аналіз кластерної конвергенції (тестування умовної конвергенції)
Характеристика підходу	Під глобальною конвергенцією розуміється зближення рівнів розвитку регіонів по сукупності в цілому. Передбачається, що в довгостроковому періоді регіони прагнуть до єдиної для всіх рівноважної траєкторії пропорційного зростання	Локальна (кластерна, клубна) конвергенція передбачає існування декількох регіонів на одних кластерах, у середині яких існує відносна стабільність знаходження операцій щодо поведінки. Робиться припущення про різні напрями траєкторій зростання для різних регіонів, що є більш реалістичним в умовах істотних відмінностей між територіями.
Модель	Модель Баумоля	Модель Квадрато-Роура
Математична формула	$\ln(Y(T)/Y(0)) = C + b \ln Y(0) + \varepsilon_i$	$\Delta Y_i \square - \Delta Y \square \square = \alpha + \delta(Y_i \square - Y \square \square) + \varepsilon_i \square$
Додаткова формула	-	$\ln[Y(T)/Y(0)] = \alpha + \delta \ln Y(0) + \sum_{i=1}^n \gamma_i d_i \square + \varepsilon_i \square$
Умова конвергенції	β – темп конвергенції, що показує швидкість в наблизенні темпів зростання при збільшенні першопочаткових умов на 1% за $\delta < 1$ – конвергенція; якщо $\delta > 1$ – дивергенція.	$d_i \square$ – dummy змінні, що відображають приналежність регіону до одного із відібраних кластерів;
Параметри моделі	Y_0 – логарифми регіонів у початковому році t ; α, δ – параметри моделі; $\beta < 1$;	$Y_i \square$ – логарифми регіонів у початковому році t ; α, δ – параметри моделі; $\beta < 1$;

Джерело: розроблено автором

У випадку аналізу країн за рівнем інтелектуального розвитку, конвергенція дискримінантного аналізу дозволяє отримати статистично обґрунтовані критерії для віднесення України та інших країн до відповідних груп розвитку, що має важливе значення для формування стратегій національного розвитку та міжнародного співробітництва.

Результати аналізу безумовної β -конвергенції за показником індексу людського капіталу. перевірки представлені на рис. 9.

Regression Summary for Dependent Variable: Var1 (Spreadsheet2 R= ,34225315 R²= ,11713722 Adjusted R²= ,08443859 F(1,27)=3,5823 p<,06916 Std.Error of estimate: ,05152						
N=29	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(27)	p-value
Intercept			0,294952	0,161427	1,82716	0,078750
Var2	-0,342253	0,180828	-0,080041	0,042289	-1,89270	0,069164

Рис. 9. Перевірка гіпотези про β -конвергенцію за людським розвитком

Джерело: розроблено автором

Графік розсіювання рівнів розвитку інтелектуального капіталу країн Європи та України за показником індексу людського розвитку представлено на рис. 10.

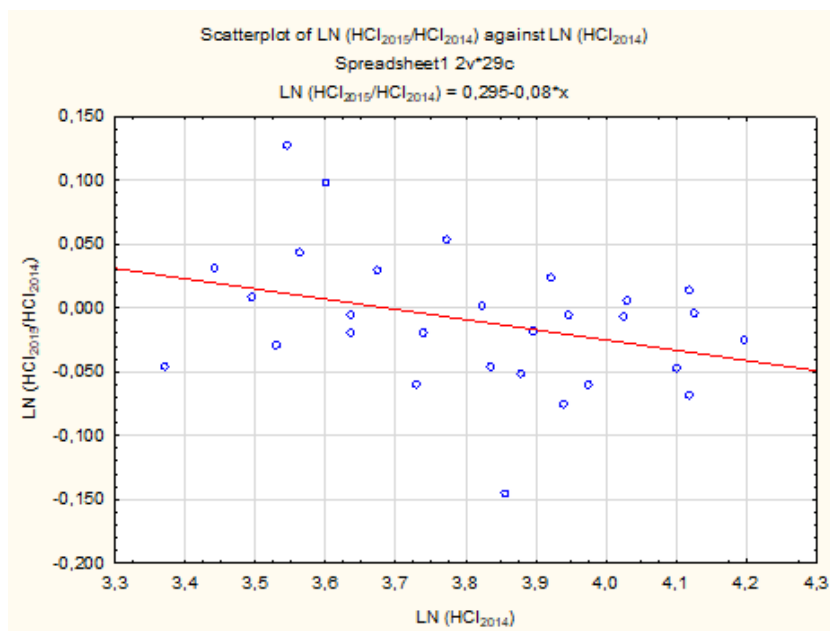


Рис. 10. Графік розсіювання країн Європи та України за індексом людського розвитку

Джерело: розроблено автором

Результати перевірки на безумовну β -конвергенцію на основі моделі Баумоля країн Європи та України за індексом капіталу поновлення

представлені на рис. 11. Отримані результати демонструють дивергентний розвиток по всій сукупності даних спостережень.

Regression Summary for Dependent Variable: Var1 (Spreadsheet2)						
R= ,03811765 R²= ,00145296 Adjusted R²= ----- F(1,27)=,03929 p<,84437 Std.Error of estimate: ,02205						
N=29	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(27)	p-value
Intercept			0,030904	0,101709	0,303845	0,763575
Var2	-0,038118	0,192310	-0,005190	0,026182	-0,198209	0,844366

Рис. 11. Перевірка гіпотези про β -конвергенцію за індексом капіталу поновлення

Джерело: розроблено автором

Графік розсіювання рівнів розвитку інтелектуального капіталу країн за показником індексу капіталу поновлення представлено нижче на рис. 12.

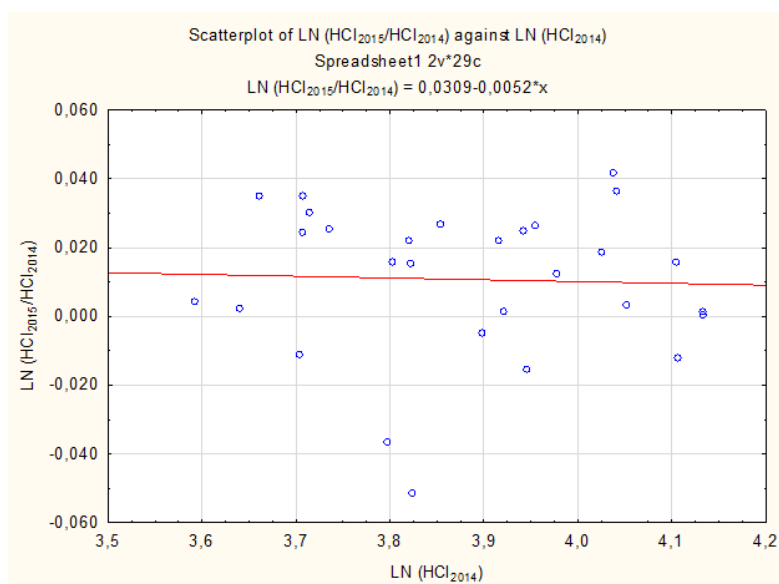


Рис. 12. Графік розсіювання країн Європи та України за індексом капіталу поновлення

Джерело: розроблено автором

Результати перевірки на безумовну β -конвергенцію на основі моделі Баумоля країн Європи та України за індексом капіталу поновлення представлені на рис. 13.

Regression Summary for Dependent Variable: Var1 (Spreadsheet2 R= ,71799533 R ² = ,51551730 Adjusted R ² = ,49757349 F(1,27)=28,730 p<,00001 Std.Error of estimate: ,04188						
N=29	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(27)	p-value
Intercept			1,009986	0,187215	5,39479	0,000011
Var2	-0,717995	0,133954	-0,250697	0,046772	-5,35999	0,000012

Рис. 13. Перевірка гіпотези про β -конвергенцію за індексом ринкового капіталу

Джерело: розроблено автором

Графік розсіювання рівнів розвитку інтелектуального капіталу країн Європи та України за показником індексу ринкового капіталу представлено нижче на рис. 14.

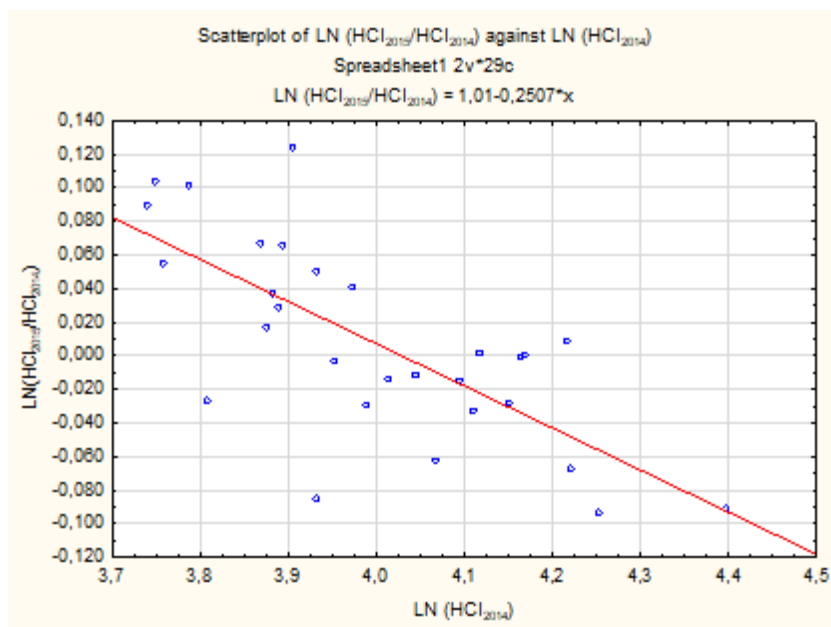


Рис. 14. Графік розсіювання країн за індексом капіталу поновлення

Джерело: розроблено автором

Отже, у моделі Баумоля про безумовну–конвергенцію передбачається, що в довгостроковому періоді регіони (у нашому випадку країни-учасниці Європи та Україна) приходять до єдиної для всіх траєкторії пропорційного зростання. При наявності конвергенції оцінки параметра повинні знаходитися в діапазоні від 0 до 1. Якщо дана умова не виконується, то спостерігаються дивергентні процеси, тобто поляризація рівнів інтелектуального розвитку регіонів.

Результати моделі Баумоля наведені у табл. 4.

Таблиця 4

Результати моделі Баумоля			
Значення параметру	Значення критерію Стьюдента	Висновок	R ²
Індекс людського розвитку			
C = 0.29	t _c = 1.83	Не значущий	0.117
b = - 0.08	t _b = -1.89	Не значущий	
Індекс капіталу поновлення			
C = 0.03	t _c = 0.30	Значущий	0.002
b = - 0.01	t _b = -1.98	Не значущий	
Індекс ринкового капіталу			
C = 1.00	t _c = 5.39	Не значущий	0.516
b = - 0.25	t _b = - 5.35	Не значущий	

Джерело: розроблено автором

Фрагмент даних для побудови моделі Баумоля наведено у табл. 5.

Таблиця 5

Фрагмент для моделі Квадрато-Роура							
Country	Human capital index 2014	Human capital index	y _{i,t-1} = ln(Y _{i,t-1})	y _{it} = ln(Y _{it})	Δy _{it} = y _{it} -y _{i,t-1}	y _{i,t-1} - уср(t-1)	Δy _{it} - Δусрt
Угорщина	37,90	37,70	3,63	3,63	-0,01	-0,18	0,00
Греція	43,50	45,90	3,77	3,83	0,05	-0,04	0,06
Польща	37,90	37,20	3,63	3,62	-0,02	-0,18	-0,01
Румунія	29,10	27,80	3,37	3,33	-0,05	-0,44	-0,04
Хорватія	35,30	36,90	3,56	3,61	0,04	-0,25	0,05
Україна	36,60	40,40	3,60	3,70	0,10	-0,21	0,11

Джерело: розроблено автором

Результати перевірки статистичної значущості параметрів моделі Квадрато-Роура, де у якості залежних змінних виступають індекси

людського капіталу, капіталу поновлення та ринкового капіталу, представлені на рис. 15.

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,34225315 R?= ,11713722 Adjusted R?= ,08443859 F(1,27)=3,5823 p<,06916 Std.Error of estimate: ,05152						
N=29	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(27)	p-value
Intercept			-0,000000	0,009567	-0,000000	1,000000
X	-0,342253	0,180828	-0,080041	0,042289	-1,89270	0,069164

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,03811765 R?= ,00145296 Adjusted R?= ----- F(1,27)=,03929 p<,84437 Std.Error of estimate: ,02205						
N=29	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(27)	p-value
Intercept			-0,000000	0,004095	-0,000000	1,000000
X	-0,038118	0,192310	-0,005190	0,026182	-0,198209	0,844366

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,71799533 R?= ,51551730 Adjusted R?= ,49757349 F(1,27)=28,730 p<,00001 Std.Error of estimate: ,04188						
N=29	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(27)	p-value
Intercept			-0,000000	0,007777	-0,000000	1,000000
X	-0,717995	0,133954	-0,250697	0,046772	-5,35999	0,000012

Рис. 15. Перевірка гіпотези про β -конвергенцію країн за допомогою моделі Квадрато-Роура

Джерело: розроблено автором

Результати моделі Квадрато-Роура, що наведені у табл. 6, співпадають з результатами моделі Баумоля.

Таблиця 6

Результати моделі Квадрато-Роура			
Значення параметру	Значення критерію Стьюдента	Висновок	R ²
Індекс людського розвитку			
$\alpha = 0.00$	$t_{\alpha} = 0.00$	Не значущий	0.117
$\beta = -0.08$	$t_{\beta} = -1.89$	Не значущий	
Індекс капіталу поновлення			
$\alpha = 0.00$	$t_{\alpha} = 0.00$	Не значущий	0.002
$\beta = 0.01$	$t_{\beta} = -0.19$	Не значущий	
Індекс ринкового капіталу			
$\alpha = 0.00$	$t_{\alpha} = 0.00$	Значущий	0.516
$\beta = -0.25$	$t_{\beta} = -5.36$	Значущий	

Джерело: розроблено автором

Отже, отримані результати абсолютної конвергенції, або безумовної збіжності, говорять про те, що країни із низьким розвитком інтелектуального капіталу, на даному етапі, не мають тенденцію зростати швидше багатих, низький початковий рівень інтелектуального капіталу не є, нажаль, гарантом більш високого темпу зростання. Наслідком цього є те, що процес зближення рівнів розвитку країн за показником інтелектуального капіталу може бути дуже довгим.

Неокласична теорія економічного зростання вказує на наявність абсолютної конвергенції, яка найчастіше виникає між країнами однієї групи, в яких учасники мають рівний доступ до однакових технологій, мають однакові переваги, управляються загальними центральними інститутами, мають єдину інфраструктуру та законодавчу систему. І дійсно, дані висновки знайшли підтвердження у подальшому аналізі. Країнам, що знаходяться усередині одного і того ж кластеру притаманні процеси безумовної збіжності.

З графіків розсіюванні країн Європи та України за індексами інтелектуального капіталу чітко видно, що дивергенція у реформах відобразилася у розходженні економічних показників, що підкреслює переваги стратегії радикальних реформ. Висновки за результатами глобальної конвергенції приведені у табл. 7.

Таблиця 7

Результатами глобальної конвергенції			
Показник	Індекс людського капіталу	Індекс капіталу поновлення	Індекс ринкового капіталу
Результат	Дивергенція по всій сукупності даних		

Джерело: розроблено автором

Перейдемо до аналізу умовної β -конвергенції, яка припускає, що менш розвинені країни мають зростати швидше більш розвинених при інших рівних (за умови схожості структурних параметрів і виробничої функції), тобто при однаковому стійкому стані. У разі якщо стійкі стани відрізняються, умовна конвергенція означає, що країна росте тим швидше, чим далі вона знаходиться від власного стійкого стану. Порівняємо по черзі кластер D, у якому знаходиться Україна, з трьома іншими кластерами, та зробимо висновок, чи притаманна умовна конвергенція між кластерами за індексами

інтелектуального капіталу. Результати оцінки параметрів для аналізу умовної β -конвергенції між кластерами А і D наведені на рис. 16.

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet6)						
R= ,54320938 R ² = ,29507643 Adjusted R ² = ,17758917						
F(2,12)=2,5116 p<,12270 Std.Error of estimate: ,01980						
N=15	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(12)	p-value
Intercept			0,809976	0,369342	2,19302	0,048743
X	-2,08624	0,960207	-0,217621	0,100161	-2,17270	0,050550
d	2,15199	0,960207	0,091007	0,040607	2,24117	0,044703

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1)						
R= ,54320938 R ² = ,29507643 Adjusted R ² = ,17758917						
F(2,12)=2,5116 p<,12270 Std.Error of estimate: ,01980						
N=15	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(12)	p-value
Intercept			0,809976	0,369342	2,19302	0,048743
X	-2,08624	0,960207	-0,217621	0,100161	-2,17270	0,050550
d	2,15199	0,960207	0,091007	0,040607	2,24117	0,044703

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1)						
R= ,86694492 R ² = ,75159350 Adjusted R ² = ,71019242						
F(2,12)=18,154 p<,00023 Std.Error of estimate: ,03841						
N=15	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(12)	p-value
Intercept			1,718815	0,363764	4,72509	0,000493
X	-1,34807	0,294953	-0,437327	0,095685	-4,57047	0,000643
d	0,61186	0,294953	0,084529	0,040748	2,07442	0,060215

Рис. 16. Перевірка гіпотези про умовну β -конвергенцію між кластерами А і D за індексами інтелектуального капіталу

Джерело: розроблено автором

Отже, у моделі умовної β -конвергенції робиться припущення про різні стійкі траєкторії зростання для різних регіонів, що є більш реалістичним в умовах істотних відмінностей між територіями.

У цій моделі враховуються специфічні фактори регіонального розвитку. Одним із можливих підходів до відображення впливу специфічних факторів є введення в модель *dummy*-змінної: $d=0$ для менш інтелектуально розвинених регіонів та $d=1$ – для більш розвинених.

Результати оцінки параметрів для аналізу умовної β -конвергенції між кластерами В і D за індексом людського капіталу, індексу

капіталу поновлення та індексу ринкового капіталу наведені на рис. 17.

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,50394124 R ² = ,25395677 Adjusted R ² = ,15448434 F(2, 15)=2,5530 p<,11110 Std.Error of estimate: ,05040						
N=18	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(15)	p-value
Intercept			0,544579	0,298112	1,82676	0,087701
X	-0,543113	0,309593	-0,146029	0,083242	-1,75428	0,099783
d	0,059070	0,309593	0,006454	0,033826	0,19080	0,851241

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,06001892 R ² = ,00360227 Adjusted R ² = ----- F(2, 15)=,02711 p<,97330 Std.Error of estimate: ,02554						
N=18	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(15)	p-value
Intercept			0,097181	0,387849	0,250565	0,805550
X	-0,122342	0,529942	-0,024279	0,105169	-0,230859	0,820543
d	0,099025	0,529942	0,004745	0,025393	0,186860	0,854274

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,63348877 R ² = ,40130802 Adjusted R ² = ,32148242 F(2, 15)=5,0273 p<,02133 Std.Error of estimate: ,04521						
N=18	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(15)	p-value
Intercept			0,830365	0,488903	1,69843	0,110068
X	-0,516142	0,326333	-0,203440	0,128626	-1,58164	0,134583
d	-0,140942	0,326333	-0,015419	0,035701	-0,43190	0,671961

Рис. 17. Перевірка гіпотези про умовну β -конвергенцію між кластерами В і D за індексами інтелектуального капіталу

Джерело: розроблено автором

Перейдемо до аналізу конвергенції між кластерами із низьким й достатнім рівнем інтелектуального капіталу.

Результати оцінки параметрів для аналізу умовної β -конвергенції між кластерами В і D за індексом людського капіталу, індексу капіталу поновлення та індексу ринкового капіталу наведені на рис. 18.

N=10		Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,50770411 R ² = ,25776346 Adjusted R ² = ,04569588 F(2,7)=1,2155 p<,35229 Std.Error of estimate: ,04824					
		b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(7)	p-value
		Intercept					
		X					
		d					
N=10		Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,55316829 R ² = ,30599516 Adjusted R ² = ,10770806 F(2,7)=1,5432 p<,27846 Std.Error of estimate: ,02176					
		b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(7)	p-value
		Intercept					
		X					
		d					
N=10		Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1) R= ,72623468 R ² = ,52741680 Adjusted R ² = ,39239303 F(2,7)=3,9061 p<,07256 Std.Error of estimate: ,03926					
		b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(7)	p-value
		Intercept					
		X					
		d					

Рис. 18. Перевірка гіпотези про умовну β -конвергенцію між кластерами С і D за індексами інтелектуального капіталу

Джерело: розроблено автором

Узагальнені результати перевірки умовної β -конвергенції між кластерами наведені у табл. 8.

Таблиця 8

Результати перевірки умовної β -конвергенції між кластерами

Індекси	Кластери	А	В	С
Індекс людського капіталу	D	дивергенція	дивергенція	конвергенція
Індекс капіталу поновлення		дивергенція	дивергенція	дивергенція
Індекс ринкового капіталу		дивергенція	дивергенція	дивергенція

Джерело: розроблено автором

Отже, процес умовної конвергенції на даному етапі відбувається лише за показником індексу людського розвитку між кластерами з низьким рівнем (D) та достатнім рівнем (C) розвитку інтелектуального капіталу.

ВИСНОВКИ

Отримані результати дивергенції між кластерами за показниками інтелектуального капіталу говорять про те, що Європейський Союз може служити яскравим прикладом зростання міжрегіональної диференціації внаслідок поступового укрупнення наддержавного об'єднання країн-членів: загальне економічне зростання відбувається за рахунок поляризації економічного розвитку, поглиблюючи різницю в показниках в європейських регіонах. В нашому випадку, в показниках розвитку інтелектуального капіталу.

Отже, використовуючи ієрархічні (деревовидні) методи аналізу стану соціально-економічної макросистеми, були побудовані моделі кластерного аналізу, що поділяють країни Європи за рівнем інтелектуального капіталу на 4 основні кластери. Склад кожного кластеру було проаналізовано за допомогою графічної та числової інтерпретації. Результати методу k – середніх підтвердили гарну якість моделей та дали незначні відхилення. Завдяки моделі скорочення просторових ознак, у кожному кластері було виявлено країну – репрезентанта, що у подальшому аналізі дало змогу проводити експерименти та аналізувати конвергентно-дивергентні особливості груп.

Дані емпіричних досліджень вказують на посилення дивергентних тенденцій в економічному розвитку країн світу, тоді як спостерігається міждержавна конвергенція всередині груп однорідних країн, так званих «конвергентних клубах», де конвергенція відбувається між цими підгрупами країн.

Після нещодавньої світової фінансової кризи процес конвергенції інтелектуального капіталу в Європі загальмувався і його активізація потребує вжиття відповідних заходів державного регулювання, пов'язаних насамперед, з підвищенням освітньо-професійного рівня робочої сили, прискоренням розвитку науково-дослідної сфери, стимулюванням інноваційної активності, створенням необхідної виробничої інфраструктури, поліпшенням системи ліцензування і захисту майнових прав на інтелектуальну власність тощо⁹.

⁹ Яворська О. Г. Інтелектуальний капітал: економічна сутність, формування та управління. *Економічний вісник. Серія: фінанси, облік, оподаткування*. 2020. № 6. DOI: <https://doi.org/10.33244/2617-5932.6.2020.185-193>

Особливість людського капіталу в країнах Європи є нерівномірність розподілу і участь у інвестуванні в людський капітал. Розуміючи визначальну роль, яку відіграє у побудові загальноєвропейської економіки знань конвергенція інтелектуального капіталу країн Європи, ними застосовуються комплексні підходи для прискорення цього процесу. На поточному етапі вони реалізуються в межах інноваційної, науково-технічної, промислової, підприємницької та ін. видів політики державного регулювання Європи.

Врахування теоретико-емпіричних напрацювань у галузі регіонального розвитку дозволить розробити ефективну методологію скорочення міжрегіональної диференціації, що дозволить зменшити негативні наслідки для соціально-економічного розвитку України в процесі євроінтеграції.

Література

1. Бобиль В. В., Марценюк Л. В., Матусевич О. О., Лебедева В. К. Інтелектуальний капітал як складова системи управління економічними змінами в умовах воєнного часу. *Ефективна економіка*. 2024. № 2. DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.2.15>
2. Гусаковська Т. О., Святний Л. О. Інтелектуальний капітал як економічна категорія. *Бізнес-інформ*. 2025. № 1. С. 435–440. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-1-435-440>
3. Диха М. В. Інтелектуальний капітал у системі забезпечення інноваційного розвитку країни. *Вісник ХНУ*. 2019. № 6(1). DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2019-276-6-45-49>
4. Дороніна О. А. Розвиток дослідницьких компетентностей молоді в освітньому середовищі як засіб формування інтелектуального капіталу. *Економіка і організація управління*. 2023. № 2 (50). С. 5. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2023.2.1>
5. Козловський С. В., Синегуб П. С. Парадигма управління інтелектуальним капіталом в умовах дигіталізації сучасної економіки. *Економіка та держава*. 2022. № 2. С. 85–92. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2022.2.85>
6. Турчина С. Г., Азаров В. В. Інтелектуальний капітал та інтелектуальна власність: визначення і особливості розвитку в умовах глобальних трансформацій. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 52. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-81>
7. Шестаковська Т. Л., Яровой Т. С. Управління інтелектуальним капіталом країни: світовий досвід та вітчизняні реалії. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2020. № 3(59). С. 89–96. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2020-59-89-96>

8. Яворська О. Г. Інтелектуальний капітал: економічна сутність, формування та управління. *Економічний вісник. Серія: фінанси, облік, оподаткування*. 2020. № 6. DOI: <https://doi.org/10.33244/2617-5932.6.2020.185-193>

9. Shkola V., Troyan M., Domashenko M., Vavilichev M. Global Competitiveness of the Economy and Intellectual Capital Index: Case of EU Countries and Ukraine. *Mechanism of an Economic Regulation*. 2021. No. 91. P. 108–119. DOI: <https://doi.org/10.21272/mer.2021.91.09>

Information about the author:

Olena Serhiienko

Doctor of Economic Sciences, Professor,
National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”
2, Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine

Krystyna Tonieva

PhD in Economics, Associate Professor,
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
9a, Prospect Nauky, Kharkiv, 61165, Ukraine

Yevhen Zastola

PhD student,
National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”
2, Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine