

УДК 330.46:519.237

**Савіна Світлана Станіславівна***кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри штучного інтелекту,  
моделювання та статистики**Київський національний економічний  
університет імені Вадима Гетьмана*

ORCID: 0000-0003-0227-7081

<https://doi.org/10.25313/3083-7782-2026-4-1>

## КЛАСТЕРИЗАЦІЯ КРАЇН СВІТУ ТА ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ ІНДЕКСУ ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ

**Анотація.** Вступ. Оцінка реальної якості життя, що виходить за межі суто економічних показників, є актуальним завданням, оскільки дозволяє вимірювати ефективність соціальної політики країн, слугує основою для моніторингу доступу до охорони здоров'я, освіти та екологічної безпеки. Одним з найбільш важливих напрямків щодо оцінки якості життя для будь-якої країни є визначення рівня розвитку людського потенціалу. Найбільш поширеним інтегральним показником для такого аналізу є Індекс людського розвитку (ІЛР). Незважаючи на широке використання ІЛР, важливо аналізувати не лише кінцеве значення індексу, але й структуру та взаємозв'язки між показниками, що його визначають. Застосування для цього методів кластерного аналізу дозволяє виділити типологічні групи країн зі схожими характеристиками соціального розвитку та проаналізувати структурні відмінності між ними. Зіставлення сформованих кластерів зі значеннями Індeksu людського розвитку дозволяє визначити групи країн, які мають подібні соціальні та демографічні характеристики, навіть якщо їхні загальні значення ІЛР відрізняються. Водночас таке порівняння дозволяє виявити випадки, коли країни з однаковими значеннями ІЛР належать до різних кластерів, що свідчить про відмінності у структурі факторів людського розвитку.

**Мета.** Метою дослідження є застосування кластерного аналізу для проведення групування країн на основі ключових показників розвитку людського потенціалу та порівняння отриманих кластерів із значеннями Індeksu людського розвитку. Результати такого співставлення дозволяють оцінити ступінь відповідності агрегованого індикатора ІЛР об'єктивній картині соціально-економічного розвитку країн.

**Матеріали і методи.** Статистичною базою дослідження є масив даних для 74 країни світу у 2023 році за наступними показниками: тривалість життя, очікувана тривалість навчання, середня тривалість навчання та Індекс людського розвитку. Дослідження ґрунтується на використанні методів багатовимірної статистики, зокрема ієрархічних агломеративних методів та методу k-середніх. Реалізація розрахунків здійснювалась засобами ППП Statistica.

**Результати.** У статті обґрунтовано поділ наявного масиву даних на 5 кластерів. Для кожного кластера наведено кількість та перелік елементів, а також визначено характерні особливості на основі середніх значень використаних показників. Кластери впорядковано за рівнем розвитку людського потенціалу у порядку його зниження. Виділено такі групи країн: країни з найвищим рівнем людського розвитку (11 країн), країни з високим рівнем розвитку (20 країн), країни із середнім та вище середнього рівнем людського розвитку (12 країн), країни з помірним та неоднорідним рівнем людського розвитку (11 країн), країни з помірно нижчим рівнем людського розвитку (20 країн).

Отримані результати свідчать, що структура кластерів загалом узгоджується з ієрархією країн за ІЛР. Водночас виявлено певні розбіжності між результатами кластеризації та рейтингом ІЛР, що пояснюється відмінностями у структурі факторів розвитку. Важливим



Copyright © The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

результатом кластерного аналізу є встановлена закономірність, що країни з однаковими значеннями ІЛР можуть бути віднесені до різних кластерів. Це свідчить про те, що ІЛР як інтегральний показник не завжди повною мірою відображає структурні відмінності між країнами. Застосування кластерного аналізу дозволяє доповнити ІЛР, виявити приховані відмінності між країнами та підвищити аналітичну інформативність оцінювання рівня людського розвитку.

*Перспективи.* У подальших дослідженнях пропонується проведення кластерного аналізу у динаміці, що дозволить оцінити зміни у структурі людського розвитку країн у часі. Доцільним є також уточнення кластерної структури шляхом збільшення кількості кластерів та розширення системи показників. Окремим напрямом є включення до аналізу даних по Україні, що дасть змогу визначити її місце серед країн світу за структурними характеристиками людського розвитку.

**Ключові слова:** розвиток людського потенціалу, Індекс людського розвитку, кластерний аналіз, кластеризація, інформаційні технології.

**Постановка проблеми.** Оцінка реальної якості життя, що виходить за межі суто економічних показників, є актуальним завданням, оскільки дозволяє вимірювати ефективність соціальної політики країн, слугує основою для моніторингу доступу до охорони здоров'я, освіти та екологічної безпеки. Обробка таких даних засобами сучасних інформаційних та цифрових технологій дає змогу виявити наявні соціальні проблеми та формувати стратегії благополуччя населення. Одним з найбільш важливих напрямків щодо оцінки якості життя для будь-якої країни є визначення рівня розвитку людського потенціалу. Це ключовий показник соціально-економічного прогресу країн, що відображає рівень добробуту, можливості та якості життя населення. У сучасних економічних дослідженнях все більша увага приділяється аналізу факторів, що визначають відмінності в рівні розвитку людського потенціалу між країнами. Найбільш поширеним інтегральним показником для такого аналізу є Індекс людського розвитку (ІЛР), який інтегрує кілька важливих вимірів розвитку, включаючи тривалість життя, освіту та рівень доходів.

Незважаючи на широке використання ІЛР, важливо аналізувати не лише кінцеве значення індексу, але й структуру та взаємозв'язки між показниками, що його визначають. Країни з подібними значеннями ІЛР можуть суттєво відрізнятися за структурою та інтенсивністю факторів, що впливають на розвиток людського потенціалу. Застосування багатовимірних статистичних методів, що активно реалізуються з використанням сучасних інформаційних технологій, дозволяє виявити приховані закономірності та групувати країни за схожістю їх соціально-економічних характеристик. Одним з найбільш ефективних інструментів багатовимірного статистичного аналізу для групування об'єктів є кластерний аналіз. Застосування методів кластерного аналізу у дослідженні розвитку людського потенціалу дозволяє виділити типологічні групи країн зі схожими характеристиками соціального розвитку та проаналізувати структурні відмінності між ними.

Основним завданням дослідження є кластеризація країн за ключовими показниками розвитку людського потенціалу із застосуванням інформаційних технологій обробки статистичних даних та подальше зіставлення сформованих кластерів зі значеннями Індексу людського розвитку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У наукових дослідженнях широко застосовуються методи інтелектуального аналізу даних та інформаційні технології для дослідження країн і регіонів за показниками людського розвитку. У роботі [1] запропоновано підхід до оцінки та порівняння європейських країн з використанням показників фізичної активності дітей та індексу людського розвитку. Застосовано підхід багатокритеріального прийняття рішень. Робота [2] присвячена дослідженню лише одного показника — індексу людського розвитку, на основі якого проводиться групування азіатських країн. У роботі [3] застосовано одновимірний кластерний аналіз на основі ІЛР для окремих регіонів, а саме штатів Бразилії. У праці [4] здійснено критичний аналіз Індексу людського розвитку, визначено його основні обмеження та проблеми агрегування показників, що обґрунтовує необхідність застосування додаткових методів аналізу соціально-економічного розвитку. Схожою є робота [5], у якій розглядаються проблеми використання Індексу людського розвитку, зокрема наявність компромісів між його складовими, що може призводити до спотворення порівняльної оцінки країн. Автор підкреслює обмеженість інтегральних показників та необхідність більш детального аналізу структури розвитку.

Загалом, у більшості зарубіжних досліджень кластеризація здійснюється на основі одного показника або обмеженого набору факторів, що не дає змоги комплексно оцінити структуру людського розвитку. Водночас недостатньо дослідженим залишається взаємозв'язок між отриманими кластерами та інтегральним показником ІЛР, що обмежує можливості інтерпретації результатів. Теоретичні дослідження підтверджують доцільність застосування додаткових методів для більш коректної оцінки рівня людського розвитку.

У вітчизняних дослідженнях є ряд робіт, де Індекс людського розвитку розглядається як важливий інтегральний показник соціально-економічного розвитку. Зокрема, у роботах українських науковців здійснюється аналіз динаміки ІЛР та проводиться порівняльний аналіз. Так, у дослідженні М. Л. Вдовина та Х. В. Сухович [6] ІЛР використовується як один із базових індикаторів оцінки добробуту населення та здійснено порівняльний аналіз України з іншими країнами світу. У роботі [7] автором також оцінюється

місце України у світовому співтоваристві держав на основі дослідження динаміки ІЛР. Однак у зазначених роботах відсутнє використання методів кластерного аналізу для дослідження структури показників людського розвитку, що обмежує можливості виявлення типологічних груп країн та аналізу їх внутрішньої неоднорідності.

**Метою статті** є застосування кластерного аналізу з використанням інформаційних технологій обробки статистичних даних для проведення групування країн на основі ключових показників розвитку людського потенціалу та порівняння отриманих кластерів із значеннями Індексу людського розвитку. Результати такого співставлення дозволяють оцінити ступінь відповідності агрегованого індикатора ІЛР об'єктивній картині соціально-економічного розвитку країн та виявити приховані відмінності між ними.

**Матеріали і методи.** Статистичною базою дослідження є масив даних для 74 країни світу у 2023 році за наступними показниками: тривалість життя від народження, очікувана тривалість навчання, середня тривалість навчання та індекс людського розвитку [8]. Дослідження ґрунтується на використанні методів багатовимірної статистики, зокрема ієрархічних агломеративних методів та методу k-середніх. Реалізація розрахунків здійснювалась засобами ППП Statistica.

**Виклад основного матеріалу.** На першому етапі дослідження використовується класичний підхід для проведення кластерного аналізу на основі застосування ієрархічних агломеративних методів. Для агломеративних методів характерним є перебір можливих комбінацій співвідношення обраної міри відстані між об'єктами та відстані між класами об'єктів. Не кожне поєднання вказаних двох мір дає можливість легко виокремити кластери на побудованих дендрограмах. Тому у дослідженні було розглянуто ряд дендрограм на основі найбільш поширених мір відстані між об'єктами, таких як: зважена евклідова відстань, відстань city-block (Хемінгова), відстань Мінковського. Для розрахунку відстані між об'єктами використовувались такі [9]:

- відстань, що вимірюється за принципом «найближчого сусіда»:

$$\rho_{S_i S_k} = \min_{X^i \in S_i, X^k \in S_k} \rho(X^i, X^k), \quad (1)$$

- відстань, що вимірюється за принципом «найдалшого сусіда»:

$$\rho_{S_i S_k} = \max_{X^i \in S_i, X^k \in S_k} \rho(X^i, X^k), \quad (2)$$

- відстань, що вимірюється за «центрами тяжіння» груп:

$$\rho_{S_i S_k} = \rho(C^i, C^k), \quad (3)$$

$C^i, C^k$  — середні арифметичні векторних спостережень, що входять відповідно до групи  $S_i$  та  $S_k$ .

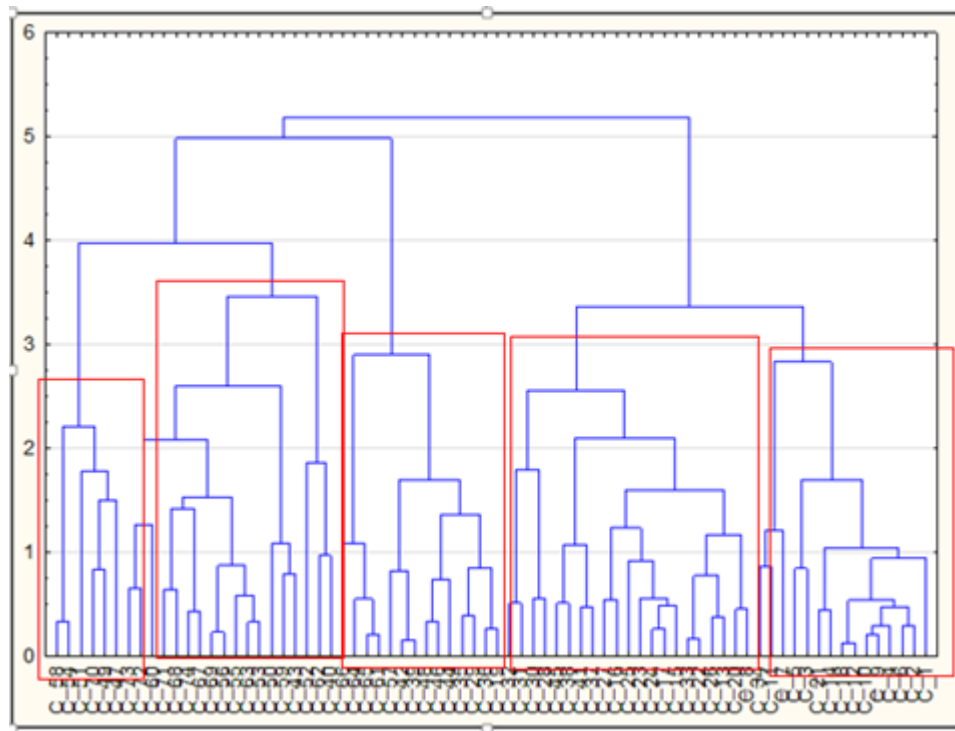


Рис. 1. Дендрограма об'єднання країн на основі застосування методу найдалшого сусіда та евклідової відстані

Джерело: розроблено автором за даними [8]

Аналіз побудованих дендрограм дозволяє виявити найбільш стабільний варіант зображення для всіх можливих комбінацій відстаней. Одна з таких дендрограм представлена на рис. 1.

На рис. 1 червоними прямокутниками виділено п'ять кластерів, що відповідають оптимальному розподілу досліджуваних об'єктів. Отримані результати ієрархічного агломеративного аналізу стали основою для подальшого застосування методу k-середніх. Оскільки використання цього методу потребує попереднього визначення кількості кластерів, за результатами ієрархічної кластеризації було обрано п'ять кластерів.

Одним із інструментів оцінювання результатів кластеризації є графік середніх, який наведено на рис. 2.

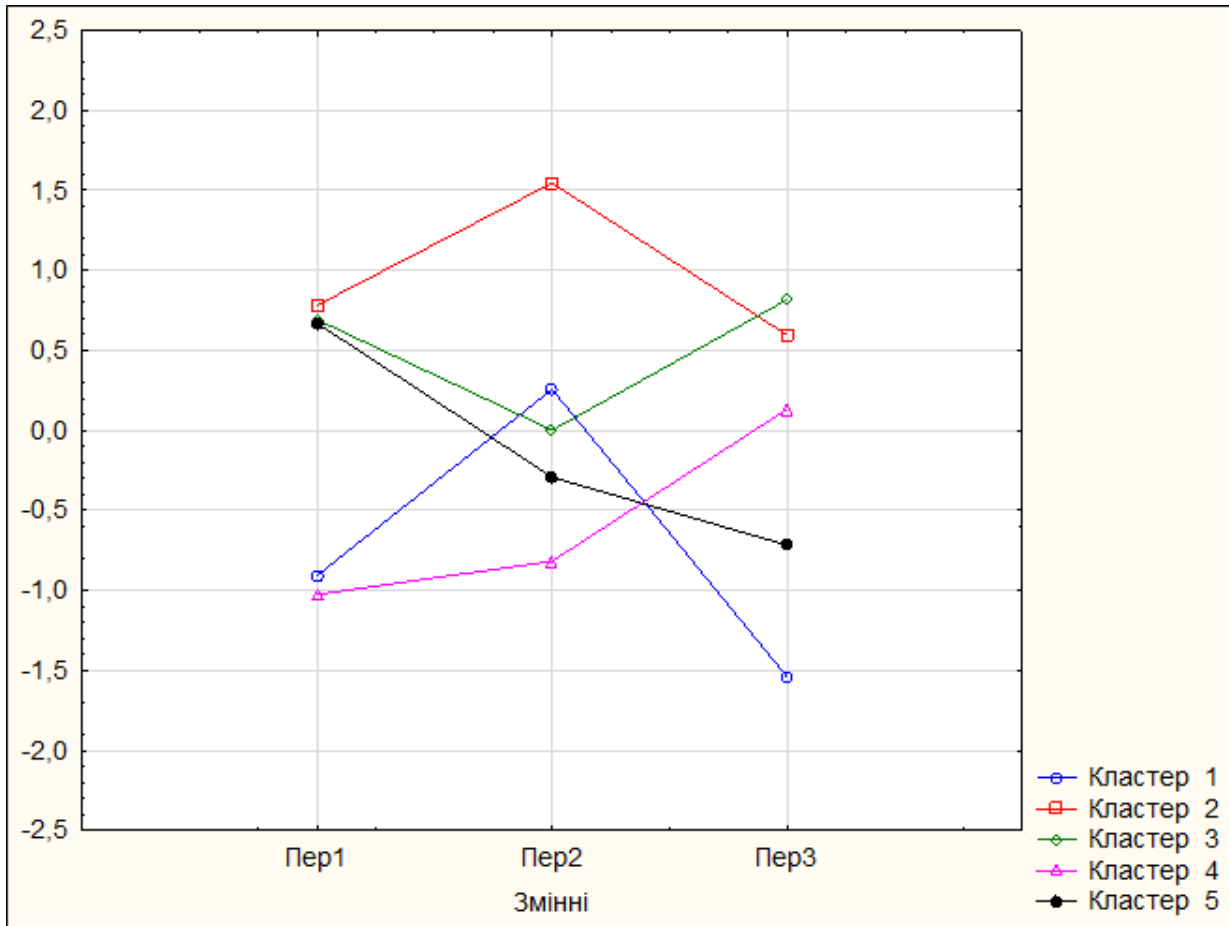


Рис. 2. Графік середніх для 5 кластерів  
Джерело: розроблено автором за даними [8]

Аналіз графіка вказує, що змінні очікувана тривалість навчання (на рис. 2 позначена Пер 2) та середня тривалість навчання (Пер 3) відіграють найбільшу роль у розподілі об'єктів на кластери. Для кожного кластера середні значення цих змінних суттєво відрізняються, що забезпечує чітке розмежування кластерів. Змінна, що описує тривалість життя від народження (Пер 1) візуально має меншу диференціюючу здатність і не забезпечує настільки чіткого розподілу об'єктів.

Розташування ліній на графіку дозволяє визначити кластери 2 та 3 як такі, що характеризуються найвищими значеннями досліджуваних показників, а отже відповідають найвищому рівню людського розвитку.

Середньому рівню людського розвитку відповідає кластер 5. Кластери 4 та 1 характеризуються нижчими значеннями досліджуваних показників, що свідчить про відносно нижчий рівень розвитку людського потенціалу.

Важливим інструментом оцінювання якості кластеризації є дисперсійний аналіз, результати якого наведено в табл. 1[10].

За даними табл. 1 для кожної змінної значення F-критерію є статистично значущими ( $p - value < 0,05$ ). Це підтверджує адекватність проведеної кластеризації. Незважаючи на те, що змінна тривалості життя демонструє меншу візуальну диференціацію кластерів, результати дисперсійного аналізу підтверджують

Таблиця 1

## Результати дисперсійного аналізу при поділі на 5 кластерів

Фактори	Міжгрупова SS	Ступені свободи	Внутрішньо-групова SS	Ступені свободи	F	p-value
Тривалість життя	51,9	4	21,1	69	42,29	0,000
Очікувана тривалість навчання	41,4	4	31,6	69	22,58	0,000
Середня тривалість навчання	49,9	4	23,1	69	37,30	0,000

Джерело: розраховано автором за даними [8]

її статистичну значущість. Така ситуація пояснюється відносно невеликими відмінностями значень показника між кластерами, що зумовлено його загалом низькою варіативністю.

У результаті кластеризації сформовано 5 кластерів, для кожного з яких визначено характерні особливості на основі середніх значень показників. Опис кластерів наведено у порядку зниження рівня розвитку людського потенціалу.

Кластер 2 — країни з найвищим рівнем людського розвитку. До кластеру входять 11 країн: Iceland, Norway, Denmark, Sweden, Australia, Netherlands, Belgium, Ireland, Finland, New Zealand, Greece

Більшість із них займає високі позиції у рейтингу ІЛР та належить до групи країн із дуже високим рівнем людського розвитку. Для цих країн характерні найвищі показники очікуваної тривалості життя, високий рівень освіти населення, розвинена система охорони здоров'я та соціального захисту, а також високий рівень економічного розвитку. Це свідчить про узгодженість результатів кластерного аналізу з міжнародними рейтингами. Включення Греції до даного кластеру свідчить про те, що країни з подібними значеннями ІЛР можуть мати різну структуру показників. Незважаючи на нижчу позицію у рейтингу, за окремими характеристиками Греція є близькою до групи країн із найвищим рівнем розвитку, що і обумовило її належність до цього кластеру. Це підтверджує, що кластеризація на основі окремих показників дозволяє виявити приховану подібність між країнами, яка не завжди відображається у ранжуванні за інтегральним індексом.

Кластер 3 — країни з високим рівнем розвитку. До кластеру входять 20 країн: Switzerland, Germany, Hong Kong, (SAR, China), Singapore, United Kingdom, United Arab Emirates, Canada, Liechtenstein, United States, Korea (Republic of), Slovenia, Austria, Japan, Malta, Luxembourg, Israel, Czechia, Cyprus, Poland, Estonia

Більшість із них займає високі позиції у рейтингу ІЛР та належить до групи країн із дуже високим рівнем людського розвитку. Країни цієї групи характеризуються високим рівнем освіти, значною тривалістю життя та розвинутою економікою, проте відзначаються більшою структурною неоднорідністю показників порівняно з кластером 2. Наявність у кластері країн із різними інституційними та економічними моделями (Європа, Азія, Близький Схід) свідчить про подібність структури факторів людського розвитку, незважаючи на відмінності у рівні доходів та економічній спеціалізації, що підтверджує існування різних моделей досягнення подібного рівня людського розвитку за рахунок різної комбінації соціально-економічних факторів.

Кластер 5 — країни із середнім та вище середнього рівнем людського розвитку. До кластеру входять 12 країн: France, Spain, Italy, San Marino, Andorra, Saudi Arabia, Bahrain, Portugal, Qatar, Chile, Panama, Albania.

Більшість із них переважно займає середні позиції у рейтингу ІЛР. Для країн цього кластеру характерні відносно висока тривалість життя, помірний рівень освіти та значна диференціація економічних показників.

Особливістю даного кластера є поєднання країн Південної Європи, Близького Сходу та Латинської Америки, що свідчить про подібність структури чинників людського розвитку, незважаючи на відмінності в економічній структурі та рівні доходів. Кластер також характеризується підвищеною внутрішньою неоднорідністю, що зумовлено включенням країн із різними рівнями економічного розвитку.

Кластер 1 — країни з помірним та неоднорідним рівнем людського розвитку. До кластеру належить 11 країн: Argentina, Uruguay, Türkiye, Kuwait, Seychelles, Saint Kitts and Nevis, Brunei Darussalam, Costa Rica, North Macedonia, Barbados, Mauritius. Більшість із них займає позиції у другій половині рейтингу ІЛР.

Для країн цього кластеру характерні середній рівень освіти, помірні значення тривалості життя та наявність структурних економічних дисбалансів. Кластер є досить неоднорідним і включає країни з різними моделями розвитку, зокрема ресурсно орієнтовані економіки та країни з домінуванням сфери послуг. Географічно він охоплює країни Латинської Америки, Близького Сходу, Європи та острівні держави. Це свідчить про наявність різних траєкторій формування середнього рівня людського розвитку.

Кластер 4 — країни з помірно нижчим рівнем людського розвитку. До кластеру входять 20 країн: Lithuania, Croatia, Latvia, Slovakia, Hungary, Montenegro, Oman, Antigua and Barbuda, Bulgaria, Romania, Georgia, Kazakhstan, Serbia, Russian Federation, Belarus, Bahamas, Malaysia, Armenia, Trinidad and Tobago, Bosnia and Herzegovina. Більшість країн займає середні або нижчі позиції у рейтингу ІЛР. Для них ха-

рактерні відносно нижчі значення окремих показників освіти та доходів, а також помітна неоднорідність соціально-економічного розвитку. Важливу роль відіграють історичні та інституційні особливості розвитку.

Кластер поєднує постсоціалістичні країни, держави Карибського регіону та окремі країни Азії, що свідчить про подібність структури факторів людського розвитку, незважаючи на географічні відмінності.

Отримані результати свідчать, що структура кластерів загалом узгоджується з ієрархією країн за ІЛР: країни з високими значеннями індексу формують кластери високого рівня розвитку, тоді як країни із середніми значеннями утворюють окремі групи. Це підтверджує, що використані показники є ключовими факторами формування Індексу людського розвитку. Водночас виявлено певні розбіжності між результатами кластеризації та рейтингом ІЛР, що пояснюється відмінностями у структурі факторів розвитку. Країни з близькими значеннями ІЛР можуть суттєво відрізнятися за окремими складовими, зокрема рівнем освіти, доходів або тривалістю життя. Це зумовлює формування кластерів, які об'єднують країни з різних регіонів світу на основі подібності структури соціально-економічних характеристик, а не географічної близькості.

Важливим результатом кластерного аналізу є виявлена закономірність, що країни з однаковими значеннями рейтингу ІЛР можуть бути віднесені до різних кластерів. Однакові рейтинги спостерігаються у 11 випадках, і лише у 3 з них країни входять до одного кластеру, тоді як у 8 випадках вони належать до різних кластерів. При цьому в усіх випадках йдеться про «сусідні» кластери за рівнем розвитку.

Наприклад, згідно з рейтингом ІЛР, Німеччина та Швеція займають однакову позицію (5 місце), проте кластерний аналіз відносить їх до різних кластерів. Швеція належить до кластеру найрозвиненіших країн із найвищими значеннями показників тривалості життя та освіти, тоді як Німеччина входить до групи країн із дещо іншою структурою факторів розвитку людського потенціалу. Подібна ситуація спостерігається для Чехії та Італії, які мають однаковий рейтинг ІЛР (29 місце), але належать до різних кластерів. Це пояснюється відмінностями у структурі соціально-економічних показників, зокрема тривалості життя та рівня освіти.

Іншим прикладом є Аргентина (47 місце) та Угорщина (46 місце). Незважаючи на близькі значення ІЛР, ці країни віднесені до різних кластерів через відмінності у співвідношенні показників охорони здоров'я, освіти та економічного розвитку.

Отримані результати свідчать, що ІЛР як інтегральний показник не завжди повною мірою відображає структурні відмінності між країнами. Виявлені розбіжності між кластеризацією та рейтингом ІЛР дозволяють оцінити інформативність даного індексу та встановити, що країни з однаковими значеннями ІЛР можуть суттєво відрізнятися за структурою його складових.

Таким чином, кластерний аналіз виступає ефективним інструментом доповнення ІЛР, дозволяючи виявити приховані відмінності між країнами та підвищити аналітичну інформативність оцінки рівня людського розвитку.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Отримані результати свідчать, що виявлені відмінності між кластерною структурою та рейтингом Індексу людського розвитку можуть бути використані для поглибленого аналізу соціально-економічного розвитку країн. Кластеризація дозволяє здійснити більш детальну типологію країн за структурою факторів людського розвитку та виявити групи держав зі схожими характеристиками навіть за різних значень ІЛР. Це розширює можливості порівняльного аналізу та створює підґрунтя для дослідження різних моделей розвитку. Поєднання рейтингового підходу та кластерного аналізу дозволяє оцінити інформативність ІЛР як інтегрального показника та виявити його обмеження. Зокрема, встановлено, що країни з подібними значеннями ІЛР можуть суттєво відрізнятися за структурою складових індексу. Використання кластерного аналізу дає змогу виявити приховану гетерогенність та підвищує аналітичну інформативність оцінки людського розвитку, що є важливим для обґрунтування управлінських рішень та формування ефективної соціально-економічної політики.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з проведенням кластерного аналізу у динаміці, що дозволить оцінити зміни у структурі людського розвитку країн у часі. Доцільним є також уточнення кластерної структури шляхом збільшення кількості кластерів та розширення системи показників. Окремим напрямом є включення до аналізу даних по Україні, що дасть змогу визначити її місце серед країн світу за структурними характеристиками людського розвитку.

### **ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ**

**ФІНАНСУВАННЯ:** Автори не отримували фінансування для цього дослідження.

**ЗАЯВА ПРО ДОСТУПНІСТЬ ДАНИХ:** Не застосовується.

**КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ:** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

### Література

1. Krylovas A., Kosareva N., Dadelo S. European countries ranking and clustering solution by children's physical activity and Human Development Index using entropy-based methods. *Mathematics*. 2020. Vol. 8, No. 10. P. 1705. DOI: <https://doi.org/10.3390/math8101705>
2. Saifuddin M., Hassan M. Long-run homogeneity in Asian countries pertaining to economic development indicators: A study based on Human Development Index. *New Zealand Journal of Asian Business and Research*. 2021. Vol. 3, No. 1. P. 35–48. URL: <https://www.nzjabr.ac.nz/index.php/nzjabr/article/view/35-48> (дата звернення: 01.02.2026).
3. de Santana L. C., Santos G. C. Cluster analysis applied to the Human Development Index of Brazilian states. *Research, Society and Development*. 2022. Vol. 11, No. 7. Article e25747. URL: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/25747> (дата звернення: 01.02.2026).
4. Klugman J., Rodríguez F., Choi H.-J. The HDI 2010: New controversies, old critiques. *Journal of Economic Inequality*. 2011. Vol. 9. P. 249–288.
5. Ravallion M. Troubling tradeoffs in the Human Development Index. *Journal of Development Economics*. 2012. Vol. 99. P. 201–209.
6. Вдовин М. Л., Сухович Х. В. Аналіз індексу людського розвитку: порівняння України з іншими країнами світу. *Трансформаційна економіка*. 2024. № 8(2). URL: <https://transformations.in.ua/index.php/journal/article/view/114> (дата звернення: 12.02.2026).
7. Ясінська Т. В. Розвиток людського капіталу як основа соціально-економічного відновлення України. *Освітня аналітика України*. 2022. № 2 (18). URL: [https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/7\\_Yasinska.pdf](https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/7_Yasinska.pdf) (дата звернення: 20.02.2026).
8. United Nations Development Programme. Human Development Index and its components. *Human Development Report Data Center*. URL: <https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads> (дата звернення: 01.02.2026).
9. Кількісні методи в економіці: навч. посіб. / Г. І. Великоіваненко, О. В. Піскунова, С. С. Ващаєв та ін. Київ : КНЕУ, 2024. 392 с.
10. Клебанова Т. С., Гур'янова Л. С., Чаговець Л. О., Панасенко О. В., Сергієнко О. А., Яценко Р. М. Бізнес-аналітика багатомірних процесів: мультимед. навч. посіб. Харків, ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2024. URL: <http://ebooks.git-elt.hneu.edu.ua/babap/index.html> (дата звернення: 02.03.2026).

### References

1. Krylovas, A., Kosareva, N., & Dadelo, S. (2020). European countries ranking and clustering solution by children's physical activity and Human Development Index using entropy-based methods. *Mathematics*, 8(10), 1705. <https://doi.org/10.3390/math8101705>
2. Saifuddin, M., & Hassan, M. (2021). Long-run homogeneity in Asian countries pertaining to economic development indicators: A study based on Human Development Index. *New Zealand Journal of Asian Business and Research*, 3(1), 35–48. <https://www.nzjabr.ac.nz/index.php/nzjabr/article/view/35-48>
3. de Santana, L. C., & Santos, G. C. (2022). Cluster analysis applied to the Human Development Index of Brazilian states. *Research, Society and Development*, 11(7), e25747. <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/25747>
4. Klugman, J., Rodríguez, F., & Choi, H.-J. (2011). The HDI 2010: New controversies, old critiques. *Journal of Economic Inequality*, 9, 249–288.
5. Ravallion, M. (2012). Troubling tradeoffs in the Human Development Index. *Journal of Development Economics*, 99, 201–209.
6. Vdovyn, M. L., & Sukhovych, Kh. V. (2024). Analiz indeksu ljudskoho rozvytku: porivniannia Ukrainy z inshymy krainamy svitu. *Transformatsiina ekonomika*, 8(2). <https://transformations.in.ua/index.php/journal/article/view/114>
7. Yasinska, T. V. (2022). Rozvytok ljudskoho kapitalu yak osnova sotsialno-ekonomichnoho vidnovlennia Ukrainy. *Osvitnia analityka Ukrainy*, 2(18). [https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/7\\_Yasinska.pdf](https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/7_Yasinska.pdf)
8. United Nations Development Programme. (n.d.). Human Development Index and its components. *Human Development Report Data Center*. <https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads>
9. Velykoivanenko, H. I., Piskunova, O. V., Vashchaiev, S. S., et al. (2024). *Kilkisni metody v ekonomitsi*. Kyiv: KNEU.
10. Klebanova, T. S., Hurianova, L. S., Chahovets, L. O., Panasencko, O. V., Serhienko, O. A., & Yatsenko, R. M. (2024). *Biznes-analitsika bahatovymirnykh protsesiv*. Kharkiv: KhNEU im. S. Kuznetsia. <http://ebooks.git-elt.hneu.edu.ua/babap/index.html>

Дата першого надходження статті до видання: 04.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 05.04.2026

Дата публікації: 10.04.2026

**Savina Svitlana**

*Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor  
Department of Artificial Intelligence,  
Modeling and Statistics  
Kyiv National Economic University  
named after Vadym Hetman*

## **CLUSTERING OF COUNTRIES OF THE WORLD AND ASSESSMENT OF THE INFORMATIVENESS OF THE HUMAN DEVELOPMENT INDEX**

**Summary.** Introduction. Assessing the real quality of life beyond purely economic indicators is an important task, as it enables the evaluation of the effectiveness of social policies and serves as a basis for monitoring access to healthcare, education, and environmental safety. One of the most important directions in assessing the quality of life in any country is determining the level of human development. The most widely used integral indicator for such analysis is the Human Development Index (HDI). Despite its widespread use, it is important to analyze not only the final value of the index but also the structure and interrelationships between the indicators that determine it. The application of cluster analysis methods makes it possible to identify typological groups of countries with similar characteristics of social development and to analyze structural differences between them. Comparing the obtained clusters with HDI values allows identifying groups of countries with similar socio-demographic characteristics, even if their overall HDI values differ. At the same time, such a comparison makes it possible to reveal cases where countries with identical HDI values belong to different clusters, which indicates differences in the structure of human development factors.

**Purpose.** The purpose of the study is to apply cluster analysis to group countries based on key indicators of human development and to compare the obtained clusters with Human Development Index values. The results of such a comparison make it possible to assess the degree of correspondence between the aggregated HDI indicator and the actual socio-economic development of countries.

**Materials and Methods.** The statistical basis of the study is a dataset covering 74 countries in 2023, including the following indicators: life expectancy, expected years of schooling, mean years of schooling, and the Human Development Index. The study is based on the application of multivariate statistical methods, in particular hierarchical agglomerative methods and the k-means method. The calculations were performed using the Statistica software package.

**Results.** The study substantiates the division of the dataset into five clusters. For each cluster, the number and composition of elements are provided, and key characteristics are identified based on the average values of the selected indicators. The clusters are ordered according to the level of human development in descending order. The following groups of countries are identified: countries with the highest level of human development (11 countries), countries with a high level of development (20 countries), countries with a medium and above-average level of human development (12 countries), countries with a moderate and heterogeneous level of human development (11 countries), and countries with a moderately lower level of human development (20 countries).

The results show that the cluster structure generally corresponds to the ranking of countries by HDI. At the same time, certain discrepancies between the clustering results and the HDI ranking have been identified, which can be explained by differences in the structure of

development factors. An important finding of the cluster analysis is the observed pattern that countries with identical HDI values may belong to different clusters. This indicates that the HDI, as an integral indicator, does not always fully reflect structural differences between countries. The use of cluster analysis complements the HDI by revealing hidden differences between countries and increasing the analytical informativeness of human development assessment.

*Discussion.* Further research may involve conducting cluster analysis in dynamics, which would allow assessing changes in the structure of human development over time. It is also advisable to refine the cluster structure by increasing the number of clusters and expanding the system of indicators. A separate direction of research is the inclusion of data on Ukraine, which would make it possible to determine its position among countries of the world in terms of the structural characteristics of human development.

**Key words:** human development, Human Development Index, cluster analysis, clustering, information technologies.