

УДК 330:331.1

В. М. Близнюк

КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ КРАЇН ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЗОНИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ НА РОЗВИТОК ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ

У статті здійснено компаративний аналіз (класифікацію) країн Європейської зони за показниками розвитку людського капіталу та цифровізації економіки з використанням ієрархічного методу кластерного аналізу, зокрема методу Варда (Ward's method) з Евклідовою відстанню як мірою схожості. На основі отриманих результатів визначено основні аспекти цифровізації економіки лідируючих кластерів країн Європи, що сприяють їхньому прогресивному розвитку. Особлива увага приділяється ролі цифрової освіти та ініціативам у сфері ІКТ-навчання, які суттєво впливають на формування конкурентоспроможного людського капіталу. Представлені висновки та рекомендації можуть стати основою для подальших досліджень і розробки стратегій цифрової трансформації для країн, що прагнуть підвищити свій рівень у глобальних індексах розвитку. Аналізуючи результати, ми можемо стверджувати, що лідируючий кластер демонструє системний підхід до освіти в цифровій сфері, що полегшує якісне зростання людського капіталу в цих країнах. Високий рівень цифрової освіти в поєднанні з активною підтримкою приватних ініціатив підприємств щодо ІКТ-навчання створює сприятливі умови для інноваційного розвитку та підвищення конкурентоспроможності економік. Подальше дослідження системних підходів у впровадженні цифрових технологій у цих країнах дозволить краще зрозуміти механізми успіху та розробити рекомендації для країн, що відстають.

Ключові слова: кластер, оцінка, інтегральний показник, цифровізація, людський капітал.

DOI 10.34079/2226-2822-2024-14-27-137-149

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Кластерний аналіз є важливим інструментом дослідження та порівняння показників цифрової економіки між різними країнами. У Європейській зоні країни мають різні рівні розвитку цифрової економіки та додаткових показників, які можуть включати соціально-економічні показники, рівень інфраструктури, освіти, інноваційність, цифрову трансформацію бізнесу тощо. Стрімкий розвиток та трансформація економік країн Європейської зони в умовах цифровізації можна описати як процес, що триває, і впливає на розвиток людського капіталу – його структуру та якість. Розвиток цифрової економіки створює нові можливості, але також і виклики для країн Європи. Країни демонструють різні рівні впровадження та використання цифрових технологій. Розрив між країнами може стати перешкодою для єдиного цифрового простору, оскільки різний рівень розвитку може вплинути на конкурентоспроможність та взаємодію. Інновації та цифрова трансформація є ключовими для підвищення продуктивності та конкурентоспроможності. Кластерний аналіз може допомогти визначити країни, які є лідерами в цих галузях, та країни, які потребують додаткової підтримки. Кластерний аналіз країн Європейської зони за показниками цифрової економіки та додатковими показниками є актуальним дослідженням, яке може допомогти виявити сильні та слабкі сторони кожної країни, а також можливості для співпраці та розвитку. У подальшому результати дослідження

можуть бути актуальними для впровадження найкращих практик для економіки України, звертаючи увагу на компоненти успіху кластерів лідируючих країн та ознаки відставання за певною компонентою країн, що тільки на шляху вступу до Європейського союзу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.

Українськими та зарубіжними вченими вже досліджувалось питання цифровізації європейських економік та контекст впливу на людський капітал. Серед них Дзюкевич К. (2024, 91-97 с.), Флегантова А. Л. (2024), досліджували сучасний стан економік країн європейської зони в аспектах цифрової економіки та суспільства, надаючи всебічний огляд цифрового розвитку в ЄС. Мельничук В. Е., Бояринова К. О. (2023), Ткачук А. (2023), Туль С. (2019) більше приділяють увагу якісним змінам людського капіталу в умовах цифровізації.

Формулювання цілей статті (постановка завдання).

Мета статті полягає в аналізі відмінностей між кластерами країн Європейської зони за показниками розвитку людського капіталу та цифровізації економіки, включаючи поширення Інтернету, індекс людського розвитку, глобальний індекс інновацій, рівень електронної комерції, використання штучного інтелекту, ІКТ-тренінги, частку ІКТ-спеціалістів, базові цифрові навички населення та активність в Інтернеті. Це дозволить виявити ключові аспекти системного підходу до цифрової освіти, які сприяють якісному зростанню людського капіталу, інноваційності та конкурентоспроможності економік у лідируючих країнах. Подальше дослідження буде спрямоване на розробку рекомендацій для країн, що відстають, на основі успішних стратегій цифрової трансформації.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Для дослідження було відібрано країни Європейського союзу (ЄС) та країни, що є в статусі претендентів на вступ, (див. табл.1). Деякі країни були виключені з переліку, хоча певним чином представляли інтерес для порівняння, і хоч формально не входили в групу країн ЄС та претендентів, проте, могли дати більше інформації для аналізу. Причиною виключення стала фактична відсутність даних для цих країн за специфічними показниками. Не було включено такі країни – Ісландія, Швейцарія, Велика Британія, Чорногорія та Північна Македонія.

Для аналізу було відібрано ряд показників, що можуть орієнтувати нас щодо загального розвитку економіки цих країн з акцентом загального розвитку людського капіталу, такі як – “Індекс людського розвитку”, “Глобальний індекс інновацій”. Індекс людського розвитку (англ. Human Development Index) – підсумкова міра середнього досягнення в ключових аспектах людського розвитку: довге і здорове життя, наявність знань і гідний рівень життя (United Nations Development Programme, 2023). Щодо Глобального індексу інновацій (англ. Global Innovation Index) – інтегрований показник, що показує успіх і інноваційний потенціал країн. Цей індекс базується як на суб’єктивних, так і на об’єктивних даних, отриманих із різних джерел (World Intellectual Property Organization, 2023). А також, спеціальні показники розвитку цифрової економіки, що нас зацікавили. Найбільш універсальним і базовим є показник “Поширення Інтернету” або “Проникнення Інтернету” в країнах. Далі ми визначимо показники, що у більшій мірі є специфічними, але такими, які характеризують контекст цифровізації економіки країн краще за інші. “Частка підприємств, що здійснюють електронні продажі” – за цим показником, ми можемо відстежувати на скільки в країні поширена електронна комерція. Відповідно, чим більший відсоток поширення, тим швидше та ефективніше розвивається цифрова економіка в країні (Eurostat, 2023b). Наступний показник – “Частка підприємств, що використовують технології штучного

інтелекту (ШІ)”. Наразі використання ШІ підприємствами є ознакою впровадження інноваційних змін, що можуть давати стратегічні переваги. Системи ШІ можуть використовувати так технології, як аналіз письмової мови, розпізнавання мовлення та зображень, генерація природної мови та машинне навчання, щоб збирати та використовувати дані для прогнозування, рекомендацій або прийняття найкращих дій для досягнення конкретних цілей (Eurostat, 2023c). Особливо в аспекті дослідження розвитку людського капіталу в умовах цифровізації нас цікавить показник – “Частка підприємств, що проводять навчання Інформаційно-комунікаційним технологіям (ІКТ) для своїх співробітників”. Показник особливо актуальний в часи трансформаційних процесів економіки. Ефективне поєднання технологічних, освітніх та економічних аспектів є важливим фактором для успішного розвитку трансферу знань в умовах цифровізації (Ушенко, 2023). Наступний показник – це “Частка зайнятих фахівців з ІКТ”, відповідно до цифрових цілей ЄС, до 2030 року в ЄС має бути працевлаштовано щонайменше 20 мільйонів спеціалістів з ІКТ із збалансованою часткою чоловіків і жінок. Це важливий показник для ЄС в контексті стратегії розвитку цифрової економіки (Eurostat, 2023a). Ще 2 показники виокремимо так як вони більше стосують соціально-економічної бази населення, а саме – “Частка населення з базовими або вище базових цифровими навичками” (Eurostat, n.d. (b)) та “Активність населення в мережі Інтернет” (Eurostat, n.d.(a)).

Таблиця 1

Значення показників цифрового розвитку та додаткових показників країн Європи, %

Країна	Поширення Інтернету	Індекс людського розвитку	Глобальний індекс інновацій	Підприємства, що здійснюють електронні продажі	Підприємства, які використовують технології штучного інтелекту	Підприємства, які надають навчання своїм співробітникам ІКТ	Зайняті фахівці з ІКТ	Люди з базовими або вище базових цифрових навичок	Діяльність в Інтернеті (як % людей, які користувалися Інтернетом протягом останніх 3 місяців)
Бельгія	94,48	94,2	49,9	59,0	13,8	33,0	5,4	59,39	76,67
Болгарія	88,50	79,9	39	27,3	3,6	9,1	4,3	35,52	64,16
Чехія	92,80	89,5	44,8	51,6	5,9	23,1	4,3	69,11	82,68
Данія	96,09	95,2	58,7	62,3	15,2	33,3	5,9	69,62	89,09
Німеччина	91,66	95	58,8	43,1	11,6	27,3	4,9	52,22	62,85
Естонія	93,22	89,9	53,4	52,1	5,2	18,8	6,7	62,61	80,04
Ірландія	93,92	95	50,4	49,4	8,0	23,2	6,2	72,91	83,5
Греція	86,90	89,3	37,5	32,6	4,0	13,4	2,4	52,40	76,07
Іспанія	96,45	91,1	45,9	56,7	9,2	20,7	4,4	66,18	78,76
Франція	93,34	91	56	43,0	5,9	15,1	4,7	59,67	70,16
Хорватія	89,56	87,8	37,1	47,4	7,9	20,8	4,3	58,95	78,76
Італія	91,89	90,6	46,6	47,7	5,0	19,3	4,1	45,75	71,62
Кіпр	92,30	90,7	46,3	52,9	4,7	28,4	5,4	49,46	86,9
Латвія	93,07	87,9	39,7	42,0	4,5	15,1	4,4	45,34	79,24
Литва	88,59	87,9	42	58,9	4,9	13,1	4,9	52,91	81,88
Люксембург	99,06	92,7	50,6	30,4	14,4	21,8	8,0	60,14	66,69
Угорщина	92,73	85,1	41,3	49,2	3,7	18,2	4,2	58,89	85,51
Мальта	93,54	91,5	49,1	41,0	13,2	28,4	4,7	63,02	82,9
Нідерланди	98,86	94,6	60,4	40,2	13,4	29,1	6,9	82,70	89,97
Австрія	94,98	92,6	53,2	52,8	10,8	20,1	5,3	64,68	78,67
Польща	93,30	88,1	37,7	43,5	3,7	24,7	4,3	44,30	70,47
Португалія	89,01	87,4	44,9	43,0	7,9	23,7	4,5	55,97	79,85
Румунія	92,00	82,7	34,7	25,0	1,5	8,8	2,6	27,73	59,43
Словенія	93,72	92,6	42,2	63,4	11,4	28,9	3,8	46,70	72,18
Словаччина	90,60	85,5	36,2	38,6	7,0	15,4	4,2	51,31	71,71
Фінляндія	96,78	94,2	61,2	55,4	15,1	39,8	7,6	81,99	87,93
Швеція	94,87	95,2	64,2	64,9	10,4	34,2	8,7	66,44	81,93
Норвегія	99,01	96,6	50,7	49,9	9,2	34,3	5,3	81,09	89,44
Боснія і Герцеговина	81,55	77,9	27,1	29,8	5,3	15,9	2,0	30,08	64,62
Сербія	85,39	80,5	33,1	35,8	1,8	22,2	4,3	33,61	74,74
Туреччина	95,54	85,5	38,6	31,8	5,5	16,2	1,5	33,11	75,61

Джерело: сформовано автором на основі Datareportal, UNDP, WIPO, Eurostat.

Для початку аналізу проведемо розрахунок методом дескриптивної статистики показників, які ми взяли для дослідження, див. табл. 2., для кращого сприйняття кожен показник відповідає значенню X та номером порядку з табл. 1.

Таблиця 2

Описова статистика показників

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Min	81,55	77,90	27,10	25,00	1,50	8,80	1,50	27,73	59,43
Max	99,06	96,60	64,20	64,90	15,20	39,80	8,70	82,70	89,97
Середнє	92,70	89,60	46,17	45,83	7,86	22,43	4,85	55,93	77,23
Варіація	3,93	4,85	9,23	10,97	4,08	7,80	1,62	14,79	8,28
Коефіцієнт варіації, %	4,23	5,42	19,99	23,94	51,90	34,75	33,47	26,44	10,72
Рівень диференціації	1,21	1,24	2,37	2,60	10,13	4,52	5,80	2,98	1,51
Перший дециль	88,50	82,70	36,20	30,40	3,70	13,40	2,60	33,61	64,62
Дев'ятий дециль	96,78	95,00	58,80	59,00	13,80	33,30	6,90	72,91	87,93
Децильна диференціація	1,09	1,15	1,62	1,94	3,73	2,49	2,65	2,17	1,36

Джерело: сформовано автором на основі розрахунків з табл.1

Зазначимо шкалу за якою будемо оцінювати коефіцієнт варіації:

Шкала оцінки коефіцієнтів варіації:

- При $C(u) < 10\%$ - слабка різноманітність ознаки;
- при $C(u) 10-20\%$ - середня різноманітність ознаки;
- при $C(u) > 20\%$ - сильна різноманітність ознаки.

За шкалою оцінки коефіцієнту варіацій, можемо констатувати, що за вибраними показниками, ми маємо сильну диференціацію – X5, X6, X7.

X3, X4, X8 – відповідно помірна різноманітність. За рештою показників – високий рівень схожості.

Обраний метод Варда вирізняється серед інших методів тим, що для оцінки відстаней між кластерами використовує методи дисперсійного аналізу. Як відстань між кластерами він бере приріст суми квадратів відстаней об'єктів до центрів кластерів, що утворюється в результаті їх об'єднання. На кожному етапі алгоритму об'єднуються ті два кластери, які призводять до мінімального збільшення цільової функції, тобто внутрішньогрупової суми квадратів. Цей метод спрямований на об'єднання близько розташованих кластерів, як результат створюються кластери невеликого розміру.

Основними проблемами при використанні ієрархічних способів кластеризації є: вибір метрики відстані, вибір методу об'єднання кластерів, інтерпретація отриманих результатів. Усі розрахунки проводились в програмному середовищі STATISTICA 12.

Метод Варда дозволив виявити 4 кластери країн, опис яких будемо робити далі. Перший кластер об'єднує найбільшу кількість держав з відносно середнім рівнем розвитку. До нього входять такі 14 держав: Німеччина, Греція, Франція, Хорватія, Італія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Угорщина, Польща, Португалія, Словенія, Словаччина.

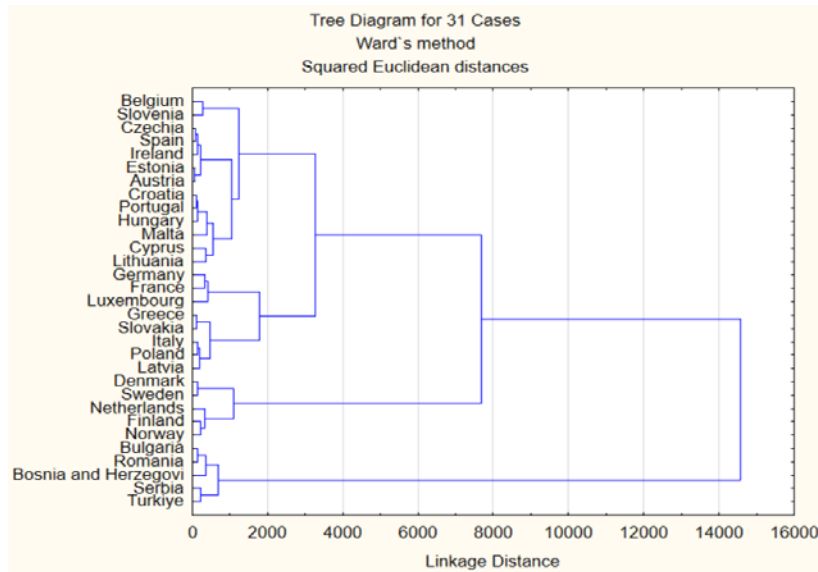


Рисунок 1. Візуалізація результатів кластеризації країн Європи за методом Варда
Джерело: побудовано автором

Другий кластер включає держави, що відстають за головними показниками, і мають низькі показники: Болгарія, Румунію, Боснія і Герцоговина, Сербія, Туреччина.

Третій кластер об'єднує лідируючі країни у сфері діджиталізація та людського капіталу – Данія, Нідерланди, Фінляндія, Швеція, Норвегія.

Четвертий кластер характеризує країни, що розвинені вище середнього та в деякій мірі наздоганяють лідерів – Бельгія, Чехія, Естонія, Ірландія, Іспанія, Мальта, Австрія. Далі спробуємо графічно показати та описати за кожним показником наскільки суттєво кластери відрізняються. Почнемо з показника “Поширення Інтернету” (IP), див. рис. 2.

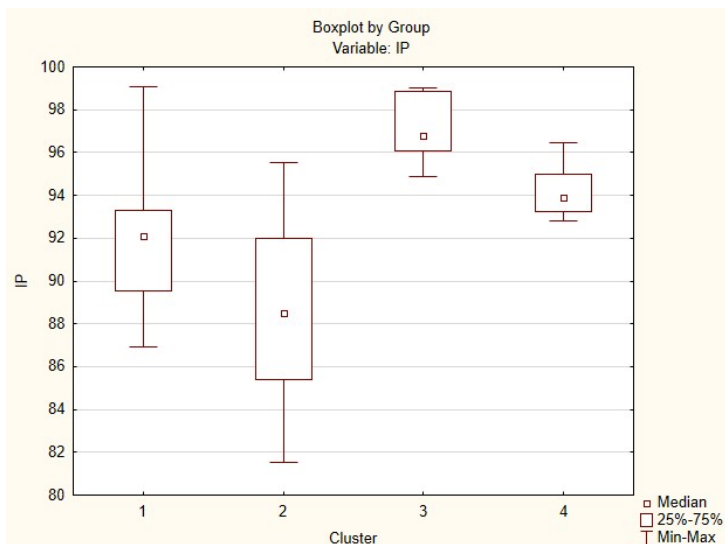


Рисунок 2. Коробковий графік різниці між кластерами в аспекті поширення Інтернету
Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 2 демонструє незначну перевагу лідируючого кластера, і невеликі відмінності між іншими кластерами. За цим показником різниця між кластерами незначна.

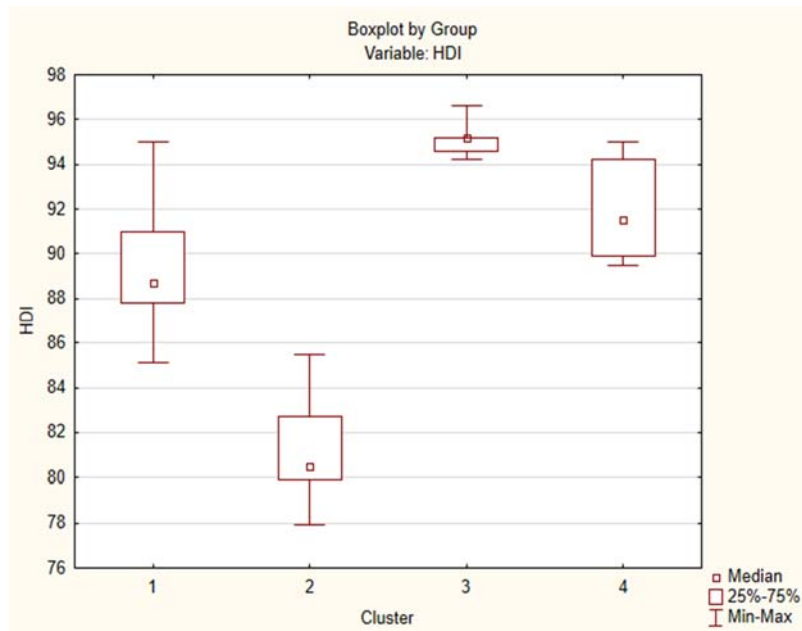


Рисунок 3. Коробковий графік різниці між кластерами в аспекті Індексу людського розвитку
Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 3 демонструє відставання кластера №2 за показником Індексом людського розвитку. Інші кластери не мають критичної різниці між собою, і можуть сприйматись як рівні або помірні.

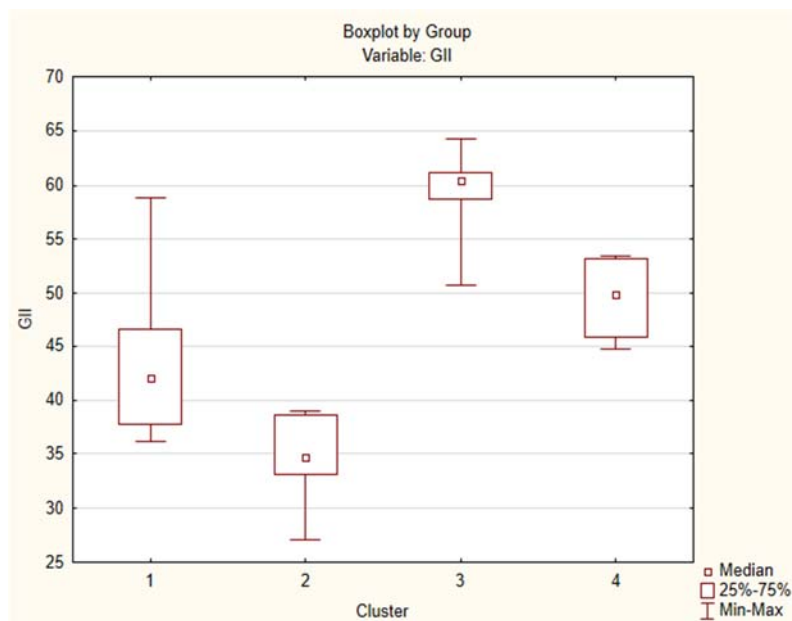


Рисунок 4. Коробковий графік різниці між кластерами в аспекті Глобального індексу інновацій
Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 4 демонструє відставання кластеру № 2 та № 1 за показником Глобального індексу інновацій. Кластер №4 не може зрівнятись за цим показником з лідируючим.

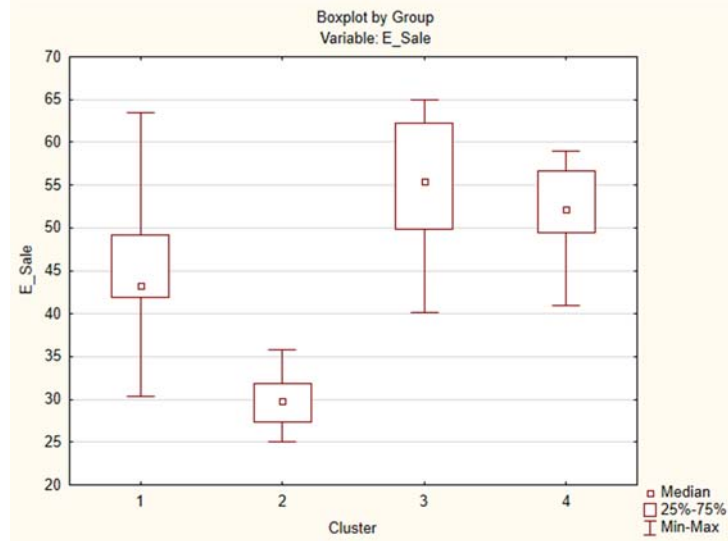


Рисунок 5. Коробковий графік різниці між кластерами в аспекті Е-торгівлі

Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 5 демонструє відставання кластеру №2 та №1 за показником Глобального індексу інновацій. Кластер №4 не може зрівнятись за цим показником з лідируючим.

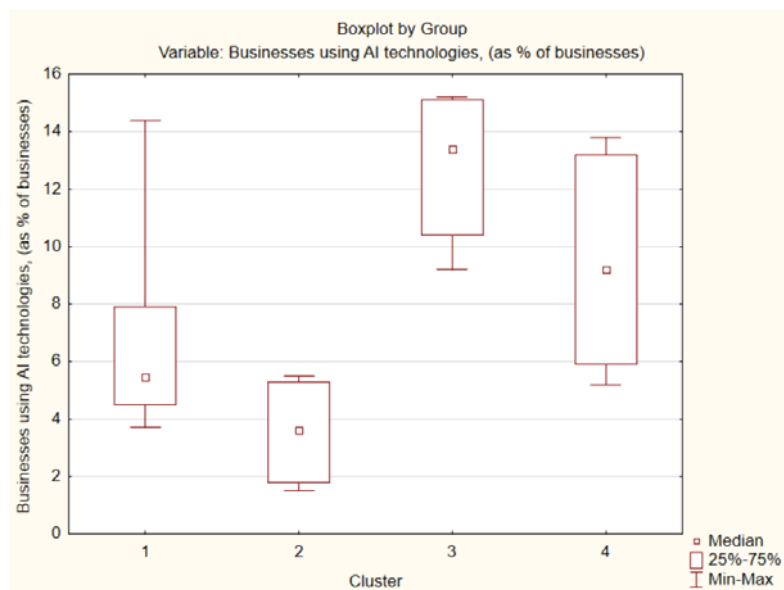


Рисунок 6. Візуалізація різниці між кластерами в аспекті залучення ШІ-технологій підприємствами

Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 6 демонструє лідерство кластера №3, зокрема, в показниках використання технологій Штучного Інтелекту (ШІ) в роботі підприємств. Їх частка більша, ніж в інших країнах. Аналіз за критерієм Крускала-Уоллеса показав значну відмінність між кластерами в цьому аспекті. Також, потрібно відмітити кластер №4, який намагається наздогнати лідируючий кластер. Певним чином – це характеризує підхід, що схожий на революційне впровадження, коли країни зосереджуються на точкових проривах в певному аспекті, не демонструючи системні зміни в інших аспектах.

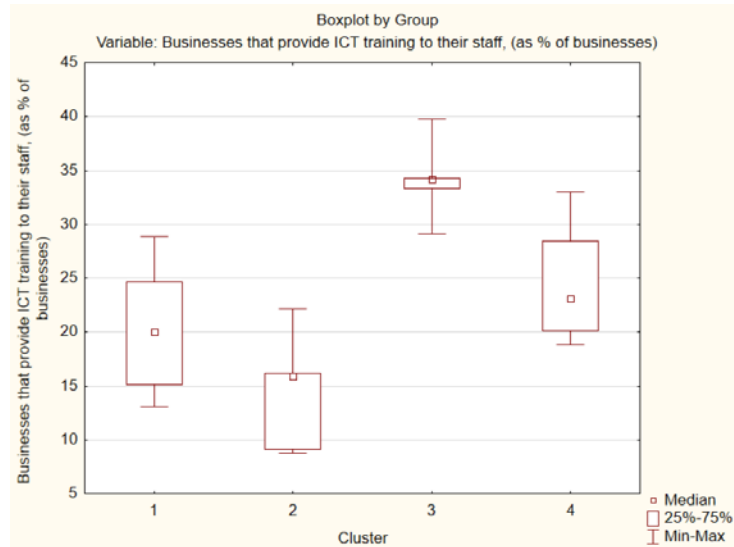


Рисунок 7. Візуалізація різниці між кластерами в аспекті проведення ІКТ-тренінгів для персоналу

Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 7 демонструє, що країни кластеру №3 значно випереджають інші країни та не відстають один від одного в своєму кластері. Цій компоненті розвитку приділяється значна увага, що безпосередньо впливає на якість людського капіталу.

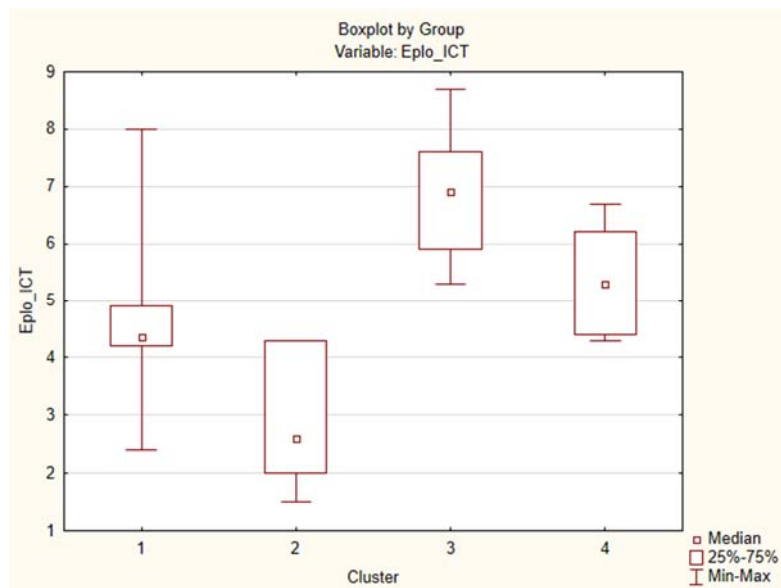


Рисунок 8. Візуалізація різниці між кластерами в аспекті наявних спеціалістів з ІКТ на підприємствах

Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 8 показує, що країни кластеру №3 лідирують в аспекті зайнятості ІКТ-спеціалістів на підприємствах. Проте, деякі країни кластеру №4 вже конкурують в цьому показнику з лідерами.

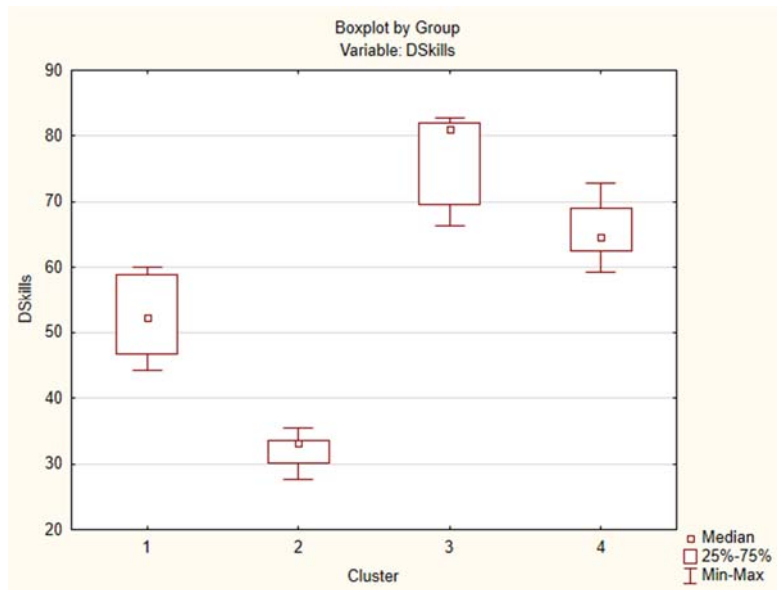


Рисунок 9. Візуалізація різниці між кластерами в аспекті цифрових навичок населення
Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 9 демонструє сильне розходження кластерів №3 та №4 з кластером №2.

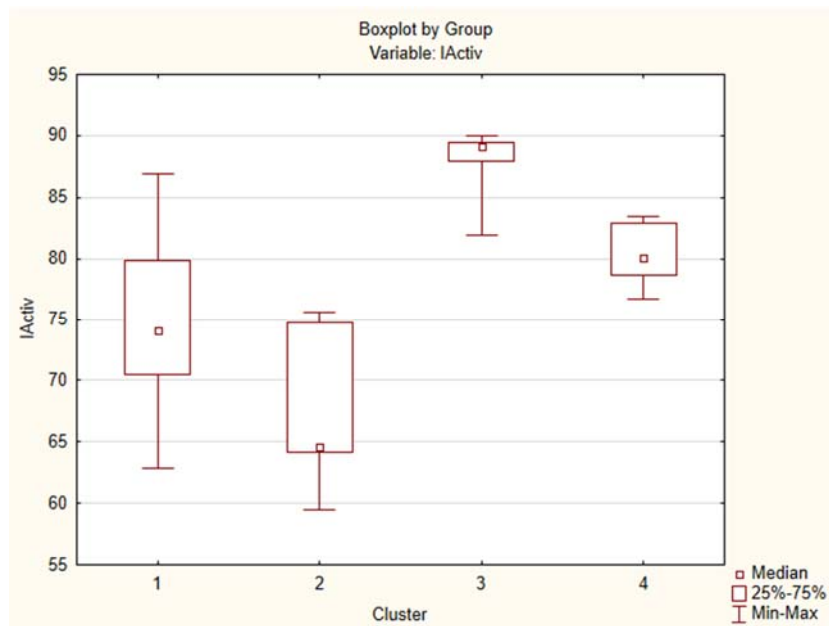


Рисунок 10. Візуалізація різниці між кластерами в аспекті активності користування мережею Інтернет
Джерело: побудовано автором

Графік на рис. 10 демонструє помірне розходження кластеру №3 відносно інших. Також в середині кластеру розходження невелике.

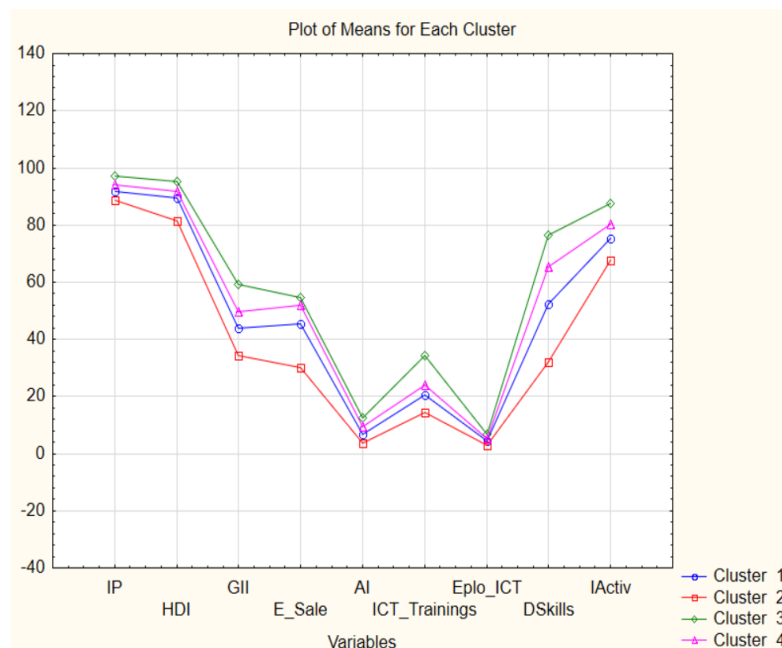


Рисунок 11. Візуалізація кластеризації K-середніх: графік середніх для кожного кластера
Джерело: побудовано автором

За критерієм Крускала-Уоллеса значні відмінності між лідируючим кластером та іншими кластерами показує аспект навчання підприємствами своїх працівників інформаційно-комунікаційним технологіям. Це значно підвищує якість людського капіталу, і утворює лідерські позиції кластеру. Показник, що ми розглядаємо можемо назвати одним із пріоритетних для якісного зростання економіки в умовах цифровізації. Також, відмічаємо важливий показник залучення ІІІ в роботу підприємств економік країн та залучення ІКТ-спеціалістів на підприємство.

Додатково опишемо сформовані 4 кластери методом описової статистики (табл. 3).

Таблиця 3

Описова статистика отриманих кластерів

Кластер	Статистичні оцінки	Характеристики кластеру (індикатори)								
		IP	HDI	GII	E_Sale	AI	ICT_Trainings	Eplo_ICT	DSkills	IActiv
1	Середнє	91,84	89,40	44,06	45,41	6,90	20,37	4,58	52,43	75,28
	Варіація	2,94	2,84	7,03	9,00	3,38	5,58	1,20	5,64	7,05
	Коефіцієнт варіації, %	3,20	3,17	15,96	19,82	49,02	27,39	26,17	10,75	9,36
2	Середнє	88,60	81,30	34,50	29,94	3,54	14,44	2,94	32,01	67,71
	Варіація	5,47	2,91	4,84	4,16	1,88	5,61	1,30	3,09	7,12
	Коефіцієнт варіації, %	6,18	3,57	14,04	13,89	53,10	38,83	44,26	9,65	10,51
3	Середнє	97,12	95,16	59,04	54,54	12,66	34,14	6,88	76,37	87,67
	Варіація	1,79	0,91	5,07	9,94	2,74	3,81	1,35	7,72	3,30
	Коефіцієнт варіації, %	1,84	0,96	8,59	18,23	21,64	11,17	19,62	10,10	3,76
4	Середнє	94,20	91,97	49,53	51,80	9,44	23,90	5,29	65,41	80,46
	Варіація	1,24	2,08	3,29	5,76	3,36	5,08	0,91	4,49	2,61
	Коефіцієнт варіації, %	1,31	2,26	6,65	11,13	35,56	21,26	17,18	6,86	3,24

Джерело: побудовано автором

Кластер №1 має високий коефіцієнт варіації для показників підприємств із впровадженням ІІІ – 49,02%, частки підприємств з ІКТ-тренінгами – 27,39 та показником залучених ІКТ-спеціалістів – 26,17. За цими показниками кластер демонструє сильну різноманітність.

Кластер №2 повторює ситуацію кластера №1, де коефіцієнт варіації за згаданими показниками навіть вищий, відповідно 53,10%, 38,83% та 44,26%.

Кластер №3 в середині себе демонструє сильну різноманітність лише за одним показником – це частка підприємств із впровадженням ШІ – 21,64%.

Кластер №4 показує сильну різноманітність за показниками частки підприємств із впровадженням ШІ – 35,56% та частка підприємств, що проводять ІКТ-тренінги для співробітників – 21,26%.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Аналізуючи результати, можемо стверджувати, що лідируючий кластер переважає в аспектах системного підходу до освіти в цифровій сфері, що полегшує якісне зростання людського капіталу в цих країнах. Високий рівень цифрової освіти в поєднанні з активною підтримкою приватних ініціатив підприємств щодо ІКТ-навчання для своїх працівників створює сприятливі умови для інноваційного розвитку та підвищення конкурентоспроможності економік.

Ці країни показують приклад успішної взаємодії між державою, бізнесом та громадянським суспільством у реалізації діджитал-трансформацій. Подібний системний підхід до розвитку цифрових навичок сприяє не лише індивідуальному зростанню, але й підвищенню загальної продуктивності та адаптивності економіки до нових викликів.

Для подальших досліджень перспективним є детальне вивчення країн лідируючого кластеру щодо наявності системних підходів до впровадження цифрових технологій на різних рівнях суспільства. Це дозволить глибше зрозуміти механізми та стратегії, які використовуються для досягнення успіху, та розробити рекомендації для країн, що відстають. Таким чином, результати дослідження можуть стати основою для формування стратегій цифрової трансформації в інших країнах, спрямованих на подолання цифрового розриву та забезпечення сталого розвитку.

Бібліографічний список

- Дзюкевич, К., 2024. Сучасний стан цифровізації країн-членів ЄС. *Економічний простір*, 189, 91-97.
- Мельничук, В. Е. та Бояринова, К. О., 2023. Цифровізація розвитку людського капіталу. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*, 25, 21-25.
- Мельничук, В. Е., 2023. Роль людського капіталу в цифровому економічному середовищі. Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи, 46-47.
- Ткачук, А., 2023. Вплив діджиталізації праці на ефективність використання людського капіталу. *Управління персоналом у системі менеджменту: тенденції та перспективи розвитку*, 84.
- Туль, С. І., 2019. Системна трансформація бізнесу та ринку праці в умовах цифровізації. *Проблеми системного підходу в економіці*, 3(71), 35-41.
- Ушенко, Н. В., 2023. Соціально-економічні умови забезпечення розвитку трансферу знань у сфері вищої освіти в контексті цифрової трансформації. *Проблеми сучасних трансформацій*, 10.
- Флегантова, А. Л., 2024. Кластерний аналіз економічного розвитку країн Європи. *Вплив глобалізаційних процесів та цифрової трансформації на формування міжнародного економічного клімату та фінансової екосистеми* : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 28 березня 2024 року). Полтава : ПУЕТ, с. 432–434.
- Eurostat, 2023a. Digital skills In: *Digitalisation in Europe – 2023 edition* [online] Available at: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2023#digital-skills>> (Accessed 09.05.2024).
- Eurostat, 2023b. E-commerce. In: *Digitalisation in Europe – 2023 edition* [online] Available at: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2023#e-commerce>> (Accessed 09.05.2024).

- Eurostat, 2023c. Technology uptake in businesses. In: *Digitalisation in Europe – 2023 edition* [online] Available at: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2023#technology-uptake-in-businesses>> (Accessed 09.05.2024).
- Eurostat, n.d.(a) Individuals - internet activities [online] Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ci_ac_i/default/table?lang=en> (Accessed 09.05.2024).
- Eurostat, n.d. (b) Individuals' level of digital skills (from 2021 onwards). [online] Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_sk_dskl_i21/default/table?lang=en> (Accessed 09.05.2024).
- United Nations Development Programme, 2023. Human Development Index 2023. [online] Available at: <<https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>> (Accessed 09.05.2024).
- World Intellectual Property Organization, 2023. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty. Geneva: WIPO. [online] Available at: <<https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf>> (Accessed 09.05.2024).

References

- Dzyukevich, K., 2024. Suchasnyi stan tsyfrovizatsii krain-chleniv YeS., [The current state of digitization of the EU member states]. *Ekonomichnyi prostir*, 189, pp. 91-97. (in Ukrainian).
- Eurostat, 2023a. Digital skills In: *Digitalisation in Europe – 2023 edition* [online] Available at: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2023#digital-skills>> (Accessed 09.05.2024).
- Eurostat, 2023b. E-commerce. In: *Digitalisation in Europe – 2023 edition* [online] Available at: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2023#e-commerce>> (Accessed 09.05.2024).
- Eurostat, 2023c. Technology uptake in businesses. In: *Digitalisation in Europe – 2023 edition* [online] Available at: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2023#technology-uptake-in-businesses>> (Accessed 09.05.2024).
- Eurostat, n.d.(a) Individuals - internet activities [online] Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ci_ac_i/default/table?lang=en> (Accessed 09.05.2024).
- Eurostat, n.d. (b) Individuals' level of digital skills (from 2021 onwards). [online] Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_sk_dskl_i21/default/table?lang=en> (Accessed 09.05.2024).
- Flegantova, A. L., 2024. Klasternyi analiz ekonomichnoho rozvytku krain Yevropy. [Cluster Analysis of the Economic Development of European Countries]. *Vplyv hlobalizatsiinykh protsesiv ta tsyfrovoy transformatsii na formuvannia mizhnarodnoho ekonomichnoho klimatu ta finansovoi ekosystemy* : zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (m. Poltava, 28 bereznia 2024 roku). Poltava : PUET, c. 432–434. (in Ukrainian).
- Melnichuk, V. E., & Boyarinova, K. O., 2023. Tsyfrovizatsiia rozvytku liudskoho kapitalu. [Digitization of human capital development]. *Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy* «Kyivskiy politekhnichnyi instytut», 25, pp. 21-25. (in Ukrainian).
- Melnichuk, V. E., 2023. Rol liudskoho kapitalu v tsyfrovomu ekonomichnomu seredovyschi. [The role of human capital in the digital economic environment]. *Biznes, innovatsii, menedzhment: problemy ta perspektyvy*, 46-47. (in Ukrainian).

- Tkachuk, A. Vplyv didzhitalizatsii pratsi na efektyvnist vykorystannia liudskoho kapitalu. [The effect of digitalization of labor on the efficiency of use of human capital]. *Upravlinnia personalom u systemi menedzhmentu: tendentsii ta perspektyvy rozvytku*, 84 (in Ukrainian).
- Tul, S. I., 2019. Systemna transformatsiia biznesu ta rynku pratsi v umovakh tsyfrovizatsii. [Systemic transformation of business and labor market in the conditions of digitalization]. *Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi*, 3(71), pp. 35-41. (in Ukrainian).
- United Nations Development Programme, 2023. Human Development Index 2023. [online] Available at: <<https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>> (Accessed 09.05.2024).
- Ushenko, N.V., 2023. Sotsialno-ekonomichni umovy zabezpechennia rozvytku transferu znan u sferi vyshchoi osvity v konteksti tsyfrovoi transformatsii. [Socio-economic conditions for ensuring the development of knowledge transfer in the field of higher education in the context of digital transformation]. *Problemy suchasnykh transformatsii*, 10. (in Ukrainian).
- World Intellectual Property Organization, 2023. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty. Geneva: WIPO. [online] Available at: <<https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf>> (Accessed 09.05.2024).

Стаття надійшла 08.06.2024

Blyzniuk V.

CLUSTER ANALYSIS OF EUROPEAN ZONE COUNTRIES BASED ON INDICATORS OF THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT

The article conducts a comparative analysis (classification) of European zone countries based on human capital development and digitalization indicators, using the hierarchical cluster analysis method, specifically Ward's method with Euclidean distance as a measure of similarity. The main aspects of digitalization in the economies of the leading clusters of European countries are identified, contributing to their progressive development. Special attention is paid to the role of digital education and ICT training initiatives, which significantly impact the formation of competitive human capital. The presented conclusions and recommendations can serve as a basis for further research and the development of digital transformation strategies for countries aiming to improve their standing in global development indexes. Analyzing the results, we can assert that the leading cluster demonstrates a systematic approach to education in the digital sphere, facilitating the qualitative growth of human capital in these countries. The high level of digital education, combined with the active support of private ICT training initiatives, creates favorable conditions for innovative development and enhances the competitiveness of economies. Further research into the systematic approaches to the implementation of digital technologies in these countries will allow for a better understanding of the mechanisms of success and the development of recommendations for countries that are lagging behind.

Key words: cluster, assessment, integral indicator, digitalization, human capital.