

УДК 330.341

JEL Classification: C15, C38, O57, P5

DOI: 10.15587/2312-8372.2019.169381

ДОСЛІДЖЕННЯ МІСЦЯ УКРАЇНИ В РЕАЛІЗАЦІЇ ЦІЛЕЙ МОДЕЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Козик В. В., Воробець С. Й., Мусійовська О. Б.

1. Вступ

У 2015 році Організація Об'єднаних Націй (ООН) визначила нові Цілі сталого розвитку світової спільноти. Зважаючи на це, Концепція сталого розвитку відіграє все важливішу роль в контексті визначення ключових напрямків державної політики як на національному, так і глобальному рівні.

Ця Концепція об'єднує різні, але взаємопов'язані області людського розвитку, починаючи від захисту навколишнього середовища, вплив на нього сталих темпів економічного зростання, до ключових тенденцій соціальної інтеграції.

На сьогоднішній день надзвичайно актуальним є запровадження у практику державного управління доктрини поступального збалансованого соціально-економічного розвитку. Ця доктрина повинна мати чітко ідентифіковані стратегічні цілі і потенційні можливості їх реалізації, та гармонійно поєднати їх з глобальними трендами світового розвитку.

Тому актуальним є дослідження щодо побудови ефективних моделей стратегічного розвитку як окремих національних держав, так і всієї світової спільноти у контексті визначених стратегічних цілей. Для окремої країни такі моделі можуть бути використані як інструмент розробки планів стратегічного розвитку.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є система процесів визначення рівня розвитку країни в контексті моделі сталого розвитку.

193 країни світу у 2015 році затвердили Глобальні Цілі Сталого Розвитку (ЦСР) до 2030 р. Було визначено 17 цілей і 169 завдань розвитку, яких на сьогодні дотримуються всі країни світу, встановлюючи при цьому власні показники розвитку. Кожна країна адаптує їх до своїх пріоритетів і намагається досягати, виходячи з власних можливостей та наявних ресурсів.

15 вересня 2017 року Уряд України представив Національну доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна», яка визначає базові показники для досягнення ЦСР. За сприяння системи ООН, в Україні було проведено адаптацію ЦСР. Враховуючи усі фактори впливу з використанням інформаційних, статистичних та аналітичних матеріалів, розроблено національну систему ЦСР (86 завдань розвитку та 172 показники для моніторингу їх виконання).

Аналіз наявної в Україні інформаційної бази для моніторингу глобальних показників досягнення ЦСР свідчить, що наразі органи державної статистики збирають інформацію щодо 96 показників. При цьому інформація збирається та розробляється: за 52 показниками – у повній відповідності до існуючих

міжнародних стандартів, та за 44 показниками – у неповній відповідності (частковій) до існуючих міжнародних стандартів.

Слід зазначити, що 35 глобальних показників не підлягають кількісному вимірюванню і, як правило, можуть бути розраховані міжнародними організаціями. Решта показників залишаються невизначеними (щодо їх наявності потрібні додаткові консультації з органами державної влади) або потребують методологічних пояснень від Міжвідомчої групи експертів.

Проблеми, які можуть ускладнювати проведення якісного моніторингу ЦСР:

1) на глобальному рівні:

- відсутність методології для визначення ряду індикаторів;
- ряд індикаторів потребує організації та запровадження спеціальних обстежень;
- наявна методологія розпорошена між міжнародними організаціями;

2) на національному рівні:

- відсутність методології та методики обчислення ряду індикаторів;
- відсутність методики аналізу відповідності національних індикаторів міжнародним стандартам;

– відсутність нормативного акта, що визначає ЦОВВ (центральні органи виконавчої влади), який є відповідальним за розробку порядку ведення моніторингу як на міжнародному, так і на національному рівні, а також ЦОВВ, відповідальні за надання інформації;

– недостатність української інформаційної бази, що спричинює необхідність запровадження спеціальних обстежень.

Отже, одним з найбільш проблемних місць дослідження є помилково побудовані чи неправильно інтерпретовані композитні показники, які можуть стати причиною спрощених аналітичних чи політичних висновків.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – ідентифікувати місце України в порівнянні з іншими європейськими державами на основі ключових індикаторів (I-indicator) реалізації Стратегії сталого розвитку, які визначені як пріоритетні для України.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Визначити множину ключових індикаторів з повної множини індикаторів з використанням методів описової статистики.

2. Визначити систему композитних показників (SCI-indicator) та на їх основі провести попарне порівняння країн в напрямках реалізації окремих цілей їх розвитку на основі системи композитних показників.

3. Сформувати групи країн, які близькі за значеннями інтегрального показника і оцінити відносну віддаленість України як від держав, які є близькими за своїм соціально-економічним розвитком, так і високорозвинутих європейських країн.

4. Визначити інтегральну оцінку країн (GCI-indicator) в системі індикаторів сталого розвитку.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Однією з перших спроб використання композитних показників (SCI) як інструментів аналізу політики та публічного спілкування було запропоновано в [1].

Розглядалось більше 160 індикаторів, які б дали можливість порівнювати між собою розвиток країн. Одночасно вказувалось на можливість їх застосування при дослідженні складних систем таких, як окремі суспільні області діяльності, економічні системи, технологічний розвиток і т. п.

Композитні показники як інструменти ідентифікації тенденцій розвитку окремих країн, а також для порівняльного аналізу ефективного управління представлено в [2]. Переваги і недоліки застосування композитних показників, якщо вони помилково побудовані чи неправильно інтерпретовані можуть стати причиною спрощених аналітичних чи політичних висновків. Саме можливості застосування таких показників у контексті оцінювання ефективності політики (економічної, соціальної та ін.) представлено в [3].

Надзвичайно важливий аспект у визначенні композитного індикатора має існування відповідної базової формалізованої моделі їх формування. На необхідність формування цілісної множини композитних показників для оцінювання багатовимірних складних систем вказується в [4].

В питанні використання композитних показників існує два протилежні підходи: перший, що відстоює ефективність можливості їх використання, проводить аналогію їх побудови з побудовою математичних чи обчислювальних моделей. І успіх їх застосування, у визначальній мірі, залежить від досконалості застосованої моделі, за якою будуються такі показники. В меншій мірі залежать від загальноприйнятих наукових правил їх побудови [5].

Другий підхід, відстоює думку про необхідність визначення виключно якнайповнішої множини показників без подальшої їх інтеграції в композитні показники. Такий напрям наукової думки ідентифікують як «антиагрегаційний». І найбільш повно він представлений в [6].

Широке застосування композитних індикаторів спостерігається в країнах Європейського Союзу (ЄС). Зокрема, використовується прийнята керівними органами Євросоюзу методика ранжування рівня розвитку країн членів спільноти, в основі якої є розрахунок інтегрального показника, який базується на системі вхідних індикаторів. Чітко формалізована ієрархічна модель розрахунку композитних показників за цілями розвитку, і вже на їх основі здійснюється розрахунок інтегрального показника для кожної з країн. В основі розрахунку композитних показників покладено концепцію баз знань. Достатньо повно ця методика представлена в [7].

В рамках ООН працюють експертні групи, які займаються спектром завдань, що стосується реалізації Концепції сталого розвитку. Розроблена системи індикаторів і методик розрахунку композитних показників, на основі яких і проводиться щорічне ранжування країн – членів організації. Аналітичний звіт за результатами розвитку країн у 2017 році достатньо повно представлений в [8].

В Україні у рамках Стратегії розвитку країни до 2030 року розроблена система показників [9]. Методика їх розрахунку розроблялась під егідою Міністерства економічного розвитку та торгівлі і представлена в [10]. Однак, дана система індикаторів визначена в рамках Стратегії розвитку держави слабо узгоджується з системою індикаторів, визначених в рамках ООН. При цьому в Україні спостерігається значна зацікавленість наукової спільноти щодо питань

реалізації програм та проектів для досягнення Цілей сталого розвитку на національному рівні. Концептуальні підходи до реалізації такої стратегії розвитку країни найбільш повно представлені в [11].

Таким чином, результати літературного аналізу дозволяють зробити висновок про те, що не повністю дослідженими є методики поточного оцінювання реалізації цілей сталого розвитку з точки зору їх пріоритетності для України. Має місце невідповідність системи індикаторів, за якими визначається реалізація Цілей сталого розвитку в Україні та в інших країнах, зокрема європейських, що ускладнює використання зарубіжних методик.

5. Методи досліджень

У якості теоретичної бази дослідження застосовано економіко-статистичні методи і моделі:

– методи описової статистики – розрахунок ключових статистик системи вхідних індикаторів, для попереднього аналізу множини вхідних індикаторів на відповідність їх нормальному розподілу;

– методи кореляційного аналізу і зв'язані з ними методики аналізу кореляційної матриці, які знайшли своє застосування як на етапі попередньої фільтрації системи вхідних індикаторів розвитку, так і в більшості методів, використаних в дослідженні;

– методи факторного аналізу, зокрема метод головних компонент, як інструмент побудови композитних показників. А також методики оцінювання статистичної значущості системи факторів, які виступають в ролі композитних індикаторів методики представлення індивідуальних значень досліджуваних країн через визначену систему головних компонент;

– методи кластерного аналізу, зокрема метод k -середніх, для повнішої ідентифікації відносного місця України у порівнянні з сусідніми європейськими країнами, на основі індивідуальних значень центровано-нормованих головних компонент;

– методики розрахунку інтегрального показника розвитку для кожної з досліджуваних країн на основі попереднього поділу всієї множини вхідних індикаторів на дві підмножини – індикатори-стимулятори і індикатори-дестимулятори.

Як інструмент реалізації більшості вищеперерахованих методів і методик використано професійну систему статистичного оброблення даних Statistica for Windows.

6. Результати досліджень

Дослідження проведено на основі даних, представлених ООН та іншими міжнародними організаціями, у розрізі системи індикаторів, які визначені цими організаціями для моніторингу виконання стратегії досягнення Цілей сталого світового розвитку [10]. Згідно з [11–13] система моніторингу реалізації Стратегії сталого розвитку світу визначається як ієрархічна система показників. Її можна формально представити в виді взаємозв'язаної системи цілей, завдань і відповідної множини індикаторів (рис. 1).



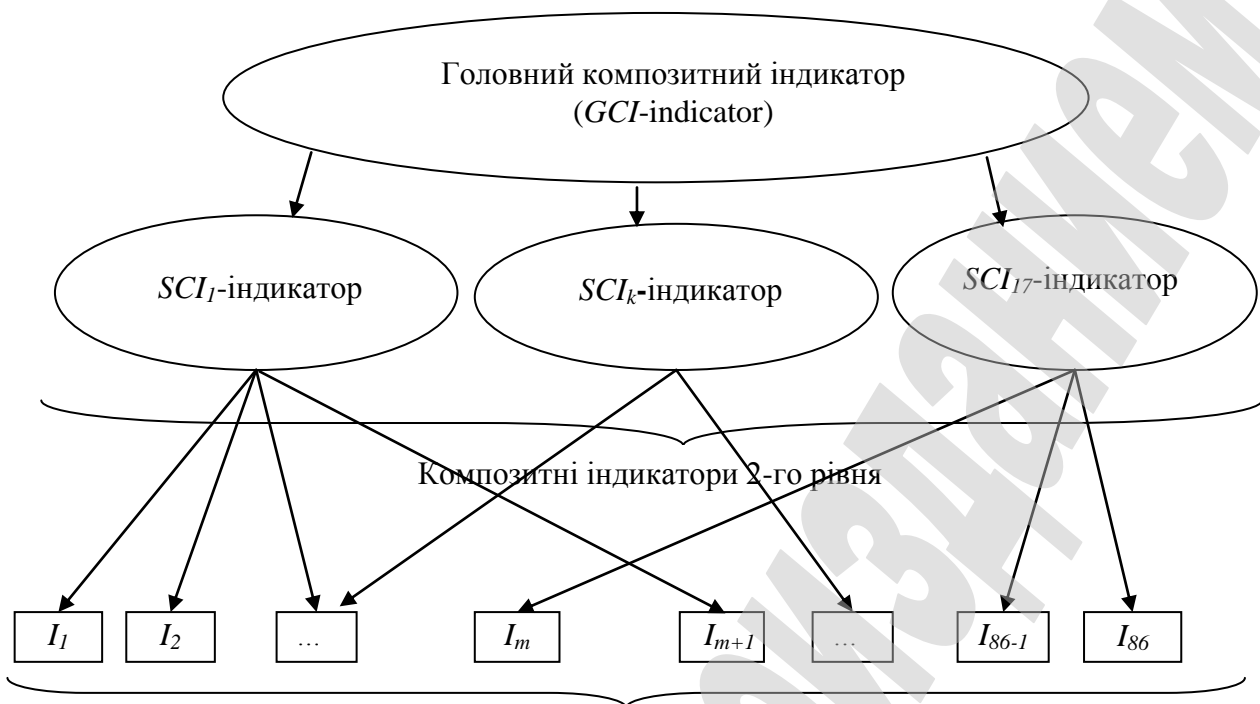
ГЛОБАЛЬНІ ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ



Рис. 1. Глобальні Цілі сталого розвитку 2030 р. [9]

Логіка запропонованого підходу до вирішення головних завдань в рамках визначеної мети дослідження полягає на основі обґрунтовано вибраної множини індикаторів сформувати статистично значущу множину факторів, які пояснюють визначений рівень дисперсії вихідної множини індикаторів. Надалі, на основі визначених факторів ідентифікувати відносне місце України відносно сусідніх європейських країн в напрямку реалізації Стратегії сталого розвитку. При цьому спочатку кількісно визначити тісноту зв'язку між індикаторами і факторами з подальшим обґрунтуванням рангових оцінок впливу кожного з факторів на інтегральний показник оцінки кожної з досліджуваних країн в напрямку виходу її на траєкторію сталого розвитку. Таку логіку добре ілюструє рис. 2, на якому подано ієрархічну трьохрівневу модель індикаторів, яка демонструє взаємозв'язок вхідних даних (I_k -індикаторів) зі знаннями в виді множини композитних $\{SCI_k\}$, ($k=1,17$) з подальшим визначенням Головного композитного індикатора – GCI.

Використання композитних показників дозволяє оцінювати ефективність управління країною, здійснювати порівняння її з іншими країнами, і є ефективним інструментом аналізу політики державного будівництва, що представляється особливо перспективним для України. Насправді, композитні показники повинні розглядатися як засіб ініціювання, обговорення та стимулювання суспільних інтересів [8, 12, 14]. При дослідженні побудови системи аналітичних композитних індикаторів використано методичні рекомендації для проведення подібних досліджень, які достатньо повно викладені в [7, 12].



Кожен з композитних факторів (SCI_k ($k=1,17$)) є синтезом множини вхідних індикаторів (I_m , ($m=1,86$))

Рис. 2. Ієрархічна трьохрівнева модель індикаторів, яка демонструє взаємозв'язок вхідних даних (I_k -індикаторів) зі знаннями в виді множини композитних $\{SCI_k\}$, ($k=1,17$) з подальшим визначенням Головного композитного індикатора – GCI

Відповідно до цих рекомендацій, проведене дослідження представляє собою взаємозв'язану послідовність кроків, які можна ідентифікувати наступним чином:

- 1) обґрунтований вибір теоретичної основи дослідження;
- 2) відбір вхідних масивів даних, на основі яких і будується ієрархічна система композитних показників з подальшою їх перевіркою на повноту і розмірність, відповідно до вимог вибраних теоретико-методологічних методик аналізу;
- 3) приведення вхідних даних до нормалізованого виду, щоб зробити їх порівнюваними між собою;
- 4) реалізація відповідних процедур агрегування в рамках визначених теоретичних підходів;
- 5) обов'язкове оцінювання невизначеності та чутливості розрахованих композитних показників;
- 6) змістовна інтерпретація одержаних композитних показників на основі вивчення тісноти їх зв'язку з вхідними індикаторами;
- 7) проведення кластерного аналізу на множині композитних показників з подальшим візуальним представленням результатів кластеризації;
- 8) визначення інтегрального показника для кожної з досліджуваних країн з метою їх рейтингового оцінювання на основі системи отриманих композитних показників, їх вагомості, відображення характеристик відповідних кластерів.

В якості досліджуваних країн, окрім України, вибрано 32 країни. У цій вибірці усі колишні республіки СРСР, на сьогоднішній день незалежні держави,

країни-члени колишнього соцтабору, розвинуті європейські держави – Німеччина, Франція, Швеція, а також країни географічно близькі до нас – Туреччина, Греція, тощо. Як джерела вхідної інформації послужили дані [8, 9, 15]. Детальне опрацювання даних з цих джерел інформації на початковому етапі дослідження дозволило виокремити 32 вхідних індикатори, кожен з яких обов'язково належить до однієї з 17 Цілей сталого розвитку країни.

За теоретичну базу дослідження вибрано методи факторного аналізу, зокрема метод головних компонент. Їх застосування в якості теоретичної бази дослідження пояснюється тим, що:

– по-перше, це дозволило суттєво зменшити розмірність задачі, не втрачаючи при цьому інформативності опису досліджуваних об'єктів;

– по-друге, реалізувати можливості візуалізації вхідних даних через використання спеціалізованих програмних інструментів, а саме, Statistica for Windows.

За результатами дослідження кореляційної матриці повної множини вхідних індикаторів проведено їх попередню фільтрацію. Ключовими критеріями вибору фільтрів слугувало змістовне значення відповідного індикатора і його пріоритетність в системі цільових показників стратегічного розвитку України. Такі фільтри відобразили експертну оцінку досліджуваної сукупності індикаторів з використанням відповідних методик узгодження суджень експертів. З початкової множини індикаторів (їх кількість складала 86) за результатами експертної оцінки вибрано 32 індикатори. Так як вхідна система індикаторів суттєво різниться одиницями вимірювання, то для дальшого їх опрацювання було застосовано класичні методи нормалізації [16]. На початковому етапі дослідження для нормалізованої системи індикаторів застосовано методи кореляційного аналізу. Його часткові результати в виді кореляційної матриці представлені на рис. 3.

Correlations (Stal_rozv_26_10_18(Standart))															
Marked correlations are significant at $p < ,05000$															
N=32 (Casewise deletion of missing data)															
Variable	Induk1	Induk2	Induk3	Induk4	Induk5	Induk6	Induk7	Induk8	Induk9	Induk10	Induk11	Induk12	Induk13	Induk14	Induk15
Induk1	1,00	-0,23	-0,26	-0,07	0,20	-0,28	-0,33	-0,11	-0,41	-0,08	-0,17	0,25	0,26	-0,18	
Induk2	-0,23	1,00	0,28	0,06	0,00	0,34	0,29	-0,27	0,23	0,40	0,03	-0,34	-0,07	-0,30	
Induk3	-0,26	0,28	1,00	0,18	-0,21	0,37	0,40	-0,12	0,25	0,61	0,34	-0,42	0,01	-0,14	
Induk4	-0,07	0,06	0,18	1,00	-0,36	0,34	0,32	0,21	0,42	0,30	0,48	-0,41	0,09	-0,22	
Induk5	0,20	0,00	-0,21	-0,36	1,00	-0,45	-0,57	-0,15	-0,63	-0,46	-0,63	0,56	0,12	0,29	
Induk6	-0,28	0,34	0,37	0,34	-0,45	1,00	0,82	0,11	0,53	0,73	0,59	-0,69	0,07	-0,27	
Induk7	-0,33	0,29	0,40	0,32	-0,57	0,82	1,00	0,34	0,68	0,70	0,66	-0,74	-0,19	-0,37	
Induk8	-0,11	-0,27	-0,12	0,21	-0,15	0,11	0,34	1,00	0,39	-0,07	0,14	-0,09	-0,14	0,03	

Рис. 3. Фрагмент оцінювання системи вхідних індикаторів з використанням методів кореляційного аналізу

За результатами такого аналізу проведено:

– попередню фільтрацію масиву досліджуваної вхідної інформації;

– перед проведенням факторного аналізу доцільно переконались, що досліджувана сукупність є нормально-розподіленою і на визначеному рівні значимості ($\alpha=0,05$) кореляційна матриця системи досліджених індикаторів не є

діагональною. Це дозволило зробити висновок, що досліджувана матриця парних коефіцієнтів кореляції системи вхідних індикаторів є статистично значуща [16]. При проведенні аналізу кореляційної матриці вибраної системи індикаторів (R) на предмет її діагональності, використано статистику χ^2 :

$$\chi^2 = -\left(n - \frac{1}{6}(2m + 11)\right) \ln |\hat{R}|, \quad (1)$$

де n – об'єм вибірки (число країн); m – кількість вибраних індикаторів; $|\hat{R}|$ – визначник кореляційної матриці, який визначається як добуток оцінок власних значень кореляційної матриці $|\hat{R}| = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \dots \cdot \gamma_m$.

Тільки після цього, було реалізовано методи факторного аналізу, зокрема методу головних компонент (PCA-аналіз). Реалізація його здійснювалась засобами Statistica for Windows. За результатами проведеного аналізу отримано власні значення (eigenvalues) кореляційної матриці $\hat{R} = \{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \dots \cdot \gamma_m\}$. Отримане число власних значень досліджуваної матриці, на основі яких і було визначено кількість ключових факторів (головних компонент) для досліджуваної множини індикаторів.

На рис. 4 представлено кінцевий результат таблиці факторних навантажень, отриманий в результаті послідовності дій за допомогою ортогонального обертання (Quartimax raw). Це дало можливість адекватно інтерпретувати кожен з чотирнадцяти головних компонент через множину вхідних індикаторів.

За результатами побудови довірчих інтервалів власних чисел λ_i кореляційної матриці \hat{R} з ймовірністю $\alpha = 0,95$, розрахованих за формулою (2) було з'ясовано, що оцінки власних чисел головних компонент не перетинаються між собою [17]. Це дало можливість стверджувати про статистичну значимість отриманих результатів факторного аналізу. Для побудови інтервалу довіри власних чисел γ_i використано статистику $\sqrt{N-1} \cdot (\hat{\gamma}_i - \gamma_i)$, яка є нормально розподіленою при $N \rightarrow \infty$ з параметрами $(0, 2\alpha_i^2)$:

$$\frac{\hat{\gamma}_i}{1 + \delta \sqrt{\frac{2}{N-1}}} \leq \frac{\gamma_i}{1 - \delta \sqrt{\frac{2}{N-1}}}, \quad (2)$$

де $\hat{\gamma}_i$ – точкова оцінка власного числа γ_i ; $\delta - q$ – квантиль стандартного нормального розподілу, $1 - \frac{\alpha}{2}$; тоді як $\alpha = 1 - \alpha$.

Variable	Factor Loadings (Varimax raw) (Stal_rozv_30_10_18(Standart))										
	Extraction: Principal components										
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9	Factor 10	Factor 11
Співвідношення показників бідності на	0,2664	-0,0237	0,0851	0,1521	-0,0170	0,0521	-0,0727	-0,0557	0,0434	0,1914	-0,1233
Поширеність не доїдання (% населення)	0,4332	-0,0424	0,0357	0,1972	0,0199	0,0106	-0,8282	0,1164	0,0367	0,0987	0,0173
Врожайність зернових (т / га)	-0,4800	0,0428	-0,2037	0,0093	0,0329	-0,0997	0,0071	0,0465	-0,1397	0,0490	0,0859
Рівень материнської смертності (на 1000 живонароджених)	0,6531	-0,0430	0,2409	0,1473	-0,6018	-0,0979	-0,0341	-0,0988	0,0755	-0,0907	0,0244
Частота туберкульозу (на 100 000 населення)	0,7184	0,0979	-0,0283	0,1927	-0,4021	0,1560	-0,1266	-0,1264	0,0392	-0,2887	-0,0552
Поширеність ВІЛ (на 1000 осіб)	0,0646	0,1278	-0,0172	0,0547	-0,0470	0,1011	0,0928	0,1284	0,1134	-0,9359	-0,0125
діабет та хронічні респіраторні захворювання	0,7738	0,0560	0,2232	-0,0222	0,0453	0,2358	0,0197	-0,0022	0,1667	-0,2941	-0,1111
Стандартизована смертність від віку, стандартизована	0,8683	-0,1048	0,0507	0,1431	-0,1500	-0,1135	-0,2128	0,0618	-0,2197	0,0681	-0,1030
Рівень смертності на трафіку (на 100 осіб)	0,7362	-0,0155	0,0419	-0,0165	-0,2177	-0,0685	-0,1191	0,1162	-0,1610	-0,0874	0,0109
Універсальний індекс трафіку охорони здоров'я	-0,9289	0,1371	-0,1649	-0,0444	0,0232	-0,0718	0,0330	0,0836	-0,0016	0,0558	0,1734
Суб'єктивне благополуччя (середній бал)	0,0381	0,0130	-0,0407	-0,0701	0,0248	-0,9832	0,0109	0,0353	0,0112	0,0578	-0,0411
Вивчення рівня грамотності 15-24-річних	-0,4722	0,1756	0,2118	0,1424	-0,0218	0,0671	-0,0252	0,1014	0,0459	0,0042	0,7906
Жінка до чоловіків - середні роки навчання	-0,2039	0,6304	0,0671	-0,0695	-0,1662	-0,0423	0,1481	0,2830	0,5323	-0,1544	0,0575
Рівень участі жіночої статі до чоловічої	-0,4006	0,7606	-0,1428	0,1311	0,1837	0,0085	0,1384	-0,1005	0,1626	-0,0465	0,0126
Зняття прісної води у % від загальної кількості	0,3472	-0,0352	0,7875	0,1719	-0,0432	0,0924	-0,1021	0,0300	0,1147	0,1056	0,0880
Імпортне виснаження підземних вод (млн м ³)	0,0124	-0,1283	-0,0397	-0,1519	0,0423	0,0494	0,0747	0,0257	-0,9551	0,0346	0,0470
Доступ до електрики (% населення)	-0,2106	-0,0082	0,0706	-0,0270	0,9589	-0,0398	-0,0167	-0,0588	-0,0300	0,0063	-0,0084
Доступ до чистих видів палива та техніки	-0,4371	0,0810	0,1288	-0,0249	0,0782	0,1797	0,1017	-0,0628	0,6377	-0,1728	0,2980
Викиди CO2 від спалювання палива / в тисячі тонн	0,2168	0,0390	0,3778	-0,0939	0,1137	0,1154	0,2136	0,0246	0,0139	-0,0687	0,0413
Скоригований ріст ВВП (%)	-0,0575	-0,1588	0,5039	0,0821	0,1345	0,1429	-0,0126	0,0589	0,0071	0,4881	-0,0938
Дорослі (15 років +) з рахунком у банках	-0,8785	0,1130	-0,1938	-0,0475	0,1142	0,1755	0,0034	0,2405	0,0425	-0,0327	-0,0137
Рівень безробіття (% загальної робочої сили)	-0,0292	-0,9656	-0,0386	-0,0358	0,0298	-0,0096	0,0793	0,0605	-0,0258	0,0778	-0,0857
Частка населення, що використовує Інтернет	-0,6939	0,2442	-0,4213	0,0149	0,2482	-0,0290	0,3551	-0,0328	0,0884	0,1151	0,0596
Якість загальної інфраструктури (1 = найгірше)	0,1390	0,0643	0,5564	0,0414	0,0413	0,0051	0,0272	0,0780	0,0368	-0,1440	0,0536
Індекс продуктивності логістики: якісний	0,1001	0,0448	-0,0299	0,0518	0,0226	0,0385	0,0713	-0,9786	0,0125	0,0725	-0,0523
Рейтинги вищих навчальних закладів (1 = найгірше)	-0,8481	0,0146	-0,0716	0,3491	0,0602	0,0523	0,0930	-0,0421	0,0938	-0,1072	0,1359
Витрати на дослідження та розробки (% ВВП)	0,1011	0,0541	0,9150	-0,1291	-0,0110	0,0061	-0,0312	0,0068	0,0031	-0,0884	0,1097
Коефіцієнт Джині, скоригований на доходи	0,3554	-0,1118	0,7083	0,0728	0,0642	-0,0314	0,1081	-0,0104	0,0693	0,1216	-0,0040
Щорічна середня концентрація твердих частинок	0,6095	-0,4428	0,1473	-0,0517	0,2180	0,1807	-0,2511	-0,0048	-0,3005	0,2208	-0,0877
Покращене джерело води, труби поповнення	-0,5363	-0,0424	-0,4153	0,1104	-0,1325	0,1070	0,2445	0,2587	-0,0054	0,4996	-0,0601
Задоволення громадським транспортом	0,0310	0,1730	0,0226	0,7339	-0,1510	0,1600	-0,3210	-0,1176	0,2805	-0,0526	0,1688
Expl. Var	7,8255	2,3775	3,3678	0,9694	1,7966	1,2936	1,2777	1,3092	1,9843	1,8143	0,9064
Prp. Totl	0,2524	0,0767	0,1086	0,0313	0,0580	0,0417	0,0412	0,0422	0,0640	0,0585	0,0292

Рис. 4. Фрагмент матриці факторних навантажень (factor loadings) і значення оцінок її власних значень (eigenvalues)

Вклад кожної з головних компонент в сумарну дисперсію всієї множини вхідних індикаторів представлено у табл. 1, з якої видно, що 14 головних компонент у підсумку пояснюють 93,36 % дисперсії вхідних даних.

Таблиця 1

Головні компоненти (власні значення) і відсотки пояснення дисперсії вхідних індикаторів

№ з/п головної компоненти	Власні значення	% пояснення дисперсії вхідних індикаторів	% пояснення дисперсії вхідних індикаторів з наростаючим підсумком
1	2	3	4
1	7,8255013	25,24 %	25,24 %
2	3,3678313	10,86 %	36,11 %
3	2,3774946	7,67 %	43,78 %

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
4	1,9843274	6,40 %	50,18 %
5	1,8143343	5,85 %	56,03 %
6	1,7966142	5,80 %	61,83 %
7	1,6802418	5,42 %	67,25 %
8	1,3091561	4,22 %	71,47 %
9	1,2935523	4,17 %	75,64 %
10	1,2804188	4,13 %	79,77 %
11	1,2776968	4,12 %	83,89 %
12	1,057993	3,41 %	87,31 %
13	0,9693691	3,13 %	90,43 %
14	0,9064276	2,92 %	93,36 %

Особливістю методу головних компонент є те, що перші за порядком фактори пояснюють найбільшу частку дисперсії досліджуваних індикаторів. Якщо співставити самі фактори з цілями сталого розвитку, то однозначна інтерпретація ними визначеної цілі спостерігається з 4-го до 14-го факторів включно.

Зв'язок нормалізованих значень вхідних індикаторів x_i з відповідними значеннями головних компонент представляються в виді наступної залежності:

$$x_i = \sum_{j=1}^m (a_{ij} \cdot f_j), \quad (3)$$

де $\{x_i\}-i=(1, n)$ – множина стандартизованих вхідних індикаторів; $\{f_j\}-j=(1, m)$ – множина стандартизованих головних компонент; a_{ij} – факторні навантаження.

Результуюча матриця індивідуальних значень головних компонент для кожної з досліджуваних країн представлена на рис. 5.

Отримавши індивідуальні значення центровано-нормованих головних компонент для кожної з досліджуваних країн і визначивши змістовну інтерпретацію головних компонент, можна провести попарний порівняльний аналіз в межах досліджуваної множини країн. Так, наприклад, ідентифікуємо першу головну компоненту (f_1) як «Рівень фізичного здоров'я країни» і представимо її графічну інтерпретацію для вибраної групи країн. Тоді другу головну компоненту (f_2) можна ідентифікувати як «Оцінка ринку праці». Третю головну компоненту (f_3) визначимо як «Рівень популяризації доступу до матеріальних благ» (рис. 6).

Case	Factor Scores (Std_rozv_30_10_18(Standart))								
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9
Литва	0,181	0,440	-0,585	0,627	0,668	-0,445	-1,426	0,699	-0,238
Гаджикистан	-1,864	-1,059	0,635	-1,873	-0,896	1,416	2,852	0,592	1,625
Туркменістан	-2,262	3,048	-2,259	1,528	-1,223	-0,779	1,085	-1,202	-0,570
Узбекистан	-1,627	0,994	-1,538	-3,064	0,587	-0,404	-0,434	1,413	-0,239
Киргизстан	-1,507	-0,115	2,783	-0,878	-2,622	-0,367	-2,123	-0,848	-2,099
Естонія	0,732	0,589	0,004	0,154	0,122	-0,305	-0,957	0,455	0,370
Чехія		0,042	-0,555	-0,585	-0,378	0,130	0,438	0,030	-0,381
Польща	0,473	0,273	-0,675	0,329	-0,244	-0,121	-0,283	0,101	0,021
Азербайджан	-0,471	-0,068	0,537	0,054	2,756	1,029	0,842	-2,393	-1,286
Угорщина	0,443	0,143	-0,242	-0,173	-0,145	0,002	-0,121	0,164	-0,130
Румунія	-0,540	-0,284	0,165	-0,876	2,584	0,249	-0,398	-1,830	-0,974
Болгарія	-0,182	-0,674	-0,167	-0,062	0,996	-0,485	-0,609	0,979	0,556
Словаччина	0,672	-0,101	-0,401	-0,104	-0,147	-0,142	0,264	0,213	-0,112
Україна	-0,329	0,641	1,864	1,503	-0,094	1,500	1,113	0,460	0,870
Білорусь	0,030	0,909	0,435	1,105	0,399	0,461	0,144	1,654	0,387
Росія	-0,101	0,578	1,135	1,086	0,161	0,795	-0,552	0,482	0,495
Казахстан	-0,465	0,746	0,632	1,054	0,573	0,329	-0,605	0,494	0,252
Латвія	0,290	0,352	0,146	0,240	0,321	-0,015	-0,716	0,621	0,366
Швеція	1,580	0,316	0,156	-0,500	-0,540	-0,042	0,500	-0,302	-0,172
Данія	1,388	0,319	-0,157	-0,316	-0,384	0,114	0,534	-0,016	-0,463

Рис. 5. Фрагмент матриці індивідуальних значень центровано-нормованих головних компонент для кожної з досліджуваних країн

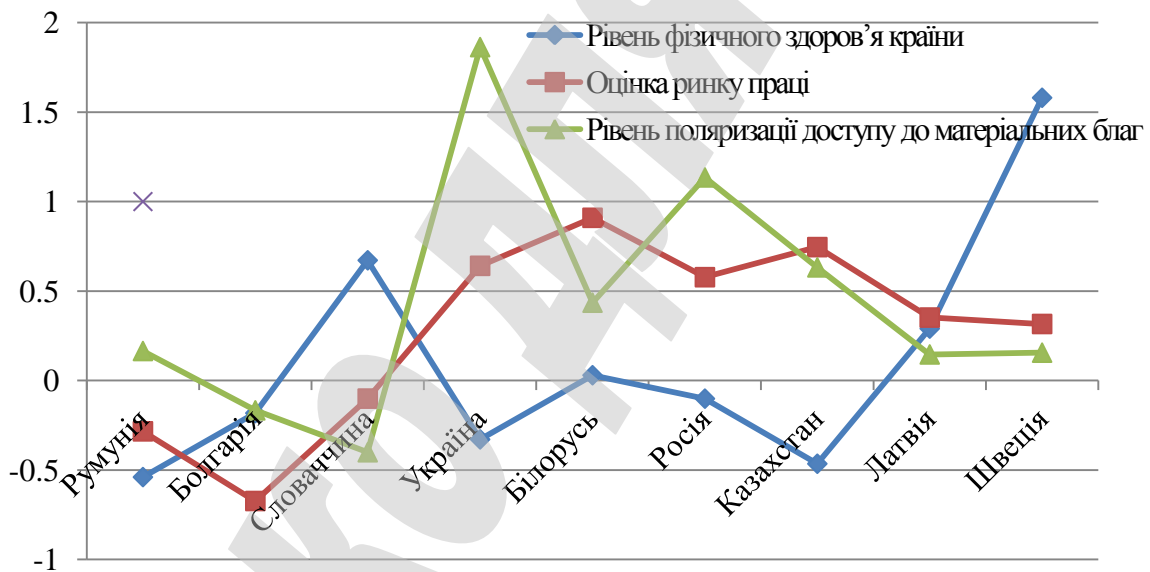


Рис. 6. Фрагмент графічного представлення індивідуальних значень центровано-нормованих головних компонент для кожної з досліджуваних країн

Для повнішої ідентифікації відносного місця України у порівнянні з сусідніми європейськими країнами проведемо кластерний аналіз, але вже на основі індивідуальних значень центровано-нормованих головних компонент, представлених на рис. 5. Для цього використаємо один з методів кластеризації – метод *k*-середніх. Метою цього алгоритму є оптимальне «розбиття» всього набору досліджуваних країн на *k* кластерів. В основу цієї процедури покладено алгоритм переміщення об'єктів з одного кластера в інший, мінімізуючи внутрікластерну дисперсію з одночасною максимізацією

міжкластерної дисперсії. Результати кластерного аналізу за методом k -середніх в припущені, що вся сукупність досліджуваних країн розбивається на 5 кластерів. Склад країн членів кожного з п'яти кластерів і індивідуальні відстані до центра кластера представлено на рис. 7. Центри кластерів по кожному із 10 композитних показників визначені у назвах рисунків.

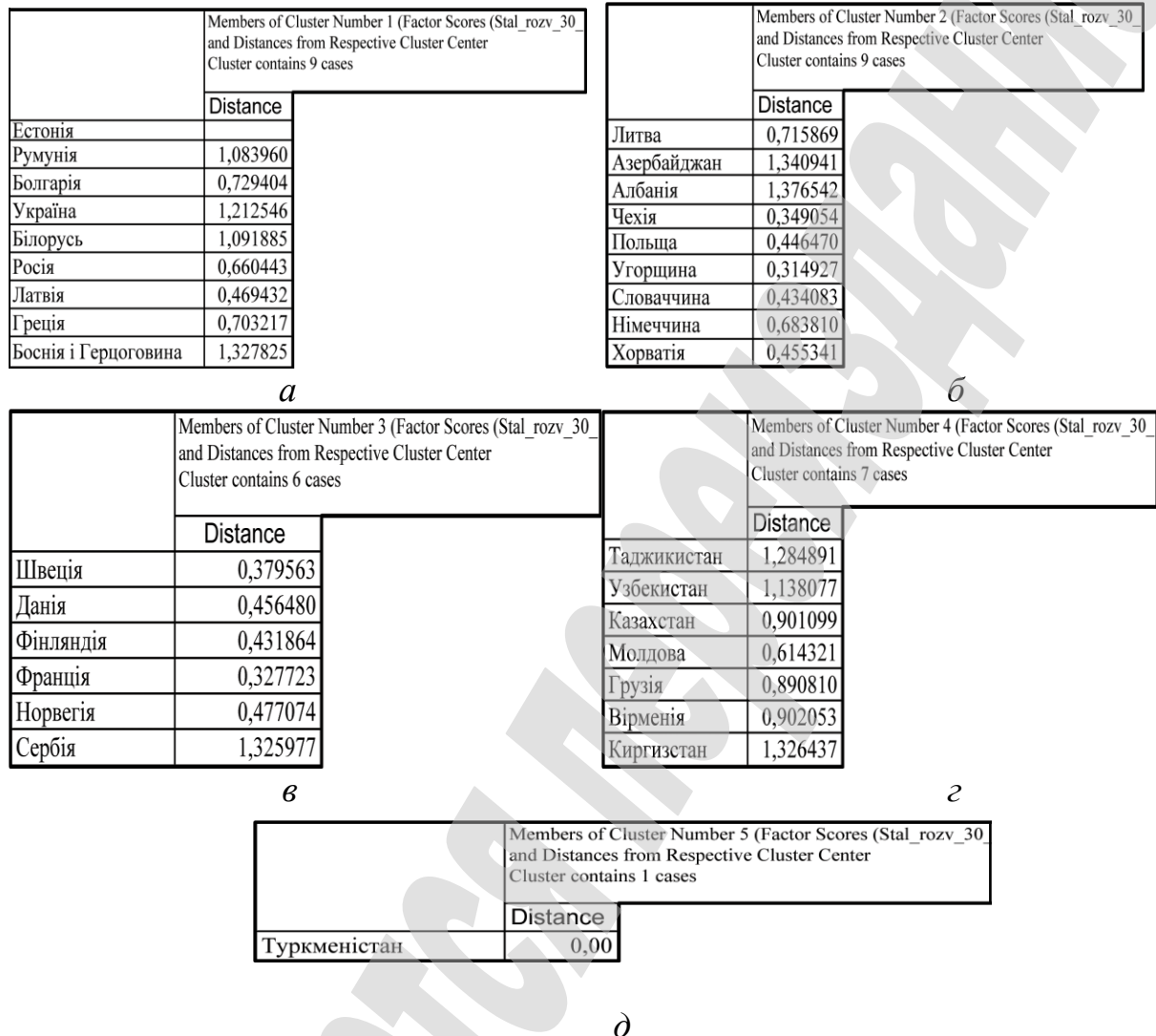


Рис. 7. Розподіл країн за кластерами на основі індивідуальних значень центровано-нормованих головних компонент за методом k -середніх:

а – країни 1-го кластеру з середніми значеннями композитних показників для найвпливовіших перших трьох композитних показників $\{0,7975;-0,2595;-0,4218\}$;

б – країни 2-го кластеру з середніми значеннями композитних показників для найвпливовіших перших трьох композитних показників $\{0,5152;0,1240;1,7229\}$;

в – країни 3-го кластеру з середніми значеннями композитних показників для найвпливовіших перших трьох композитних показників $\{-1,0743;0,2327;-0,0947\}$;

г – країни 4-го кластеру з середніми значеннями композитних показників для найвпливовіших перших трьох композитних показників $\{0,5517;-0,2224;-0,3574\}$;

д – країни 5-го кластеру з середніми значеннями композитних показників для найвпливовіших перших трьох композитних показників $\{0,4945;0,1778;-0,1802\}$

Аналіз міжкластерних відстаней (рис. 8) вказує на те, що перший кластер, до якого входить Україна найбільше віддалений від третього кластера, до якого входять найрозвинутіші країни Європи. При цьому не враховується відстань до п'ятого кластера, у який одноосібно входить Туркменістан.

Cluster Number	Euclidean Distances between Clusters (Factor Scores (Stal_rozv_30_10_18(Standart)) in Стали Distances below diagonal Squared distances above diagonal				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
No. 1	0,000000	0,429246	0,510887	0,465529	2,377757
No. 2	0,655169	0,000000	0,495281	0,502596	2,380199
No. 3	0,714763	0,703765	0,000000	0,571018	2,490300
No. 4	0,682297	0,708940	0,755657	0,000000	2,439704
No. 5	1,541998	1,542780	1,578061	1,561951	0,000000

Рис. 8. Евклідові відстані між кластерами

На завершальному етапі проведемо ранжування досліджуваних країн на основі розрахунку індивідуальних інтегральних показників розвитку. При цьому реалізована наступна логіка розрахунку таких інтегральних показників. На початковому етапі вся множина вхідних індикаторів (G) була поділена на дві підмножини – індикатори-стимулятори (S) і індикатори-дестимулятори (D) $G = S \cup D$. Віднесення того чи іншого індикатора у відповідну підмножину залежить від того, позитивним чи негативним є його вклад в інтегральний показник сталого розвитку при збільшенні його значення. Для зменшення розмірності задачі для кожної з визначених підмножин застосовано метод головних компонент. У результаті визначено множини головних компонент, які у достатній мірі пояснюють дисперсію вхідних даних для кожної з підмножин (рис. 9).

На наступному кроці отримано результуючі матриці індивідуальних значень головних компонент для кожної з досліджуваних країн по кожній з підмножин S і D . А вже за формулою (4) розраховані інтегральні показники для кожної з досліджуваних країн по двох підмножинах.

$$I_i = \sum_{j=1}^m \alpha_j z_{ij}, \quad (4)$$

де m – кількість головних компонент по відповідній підмножині індикаторів; z_{ij} – центровано-нормовані значення j -ої головної компоненти для i -ої країни; α_j – вага j -ої головної компоненти. При цьому $abs(\sum \alpha_j) = 1$. Саме абсолютне значення ваги відповідної компоненти є скореговане значення пояснювальної нею дисперсії вхідних даних.

У результаті інтегральний показник розвитку країни розраховувався як сума її інтегральних показників по двох підмножинах – індикаторів-стимуляторів і індикаторів-дестимуляторів (рис. 10).

Eigenvalues (стимулятори стандарт) Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	7,278692	42,81583	7,278692	42,81583
2	1,922242	11,30730	9,200934	54,12314
3	1,511966	8,89392	10,71290	63,01706
4	1,299636	7,64492	12,01253	70,66197
5	1,012752	5,95737	13,02529	76,61934
6	0,884366	5,20215	13,90965	81,82149
7	0,817182	4,80695	14,72683	86,62844
8	0,651481	3,83224	15,37832	90,46068

a

Eigenvalues (дестимулятори стандарт) Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	5,405311	38,60941	5,405311	38,60941
2	2,178291	15,55921	7,583602	54,16870
3	1,481987	10,58551	9,065589	64,75421
4	1,246001	8,90001	10,31159	73,65421
5	0,905221	6,46581	11,21681	80,12011
6	0,791071	5,65051	12,00791	85,77061
7	0,659231	4,70881	12,66711	90,47951

б

Рис. 9. Головні компоненти для підмножин:
a – *S*; *б* – *D* і міри поясненої ними дисперсії вхідних даних

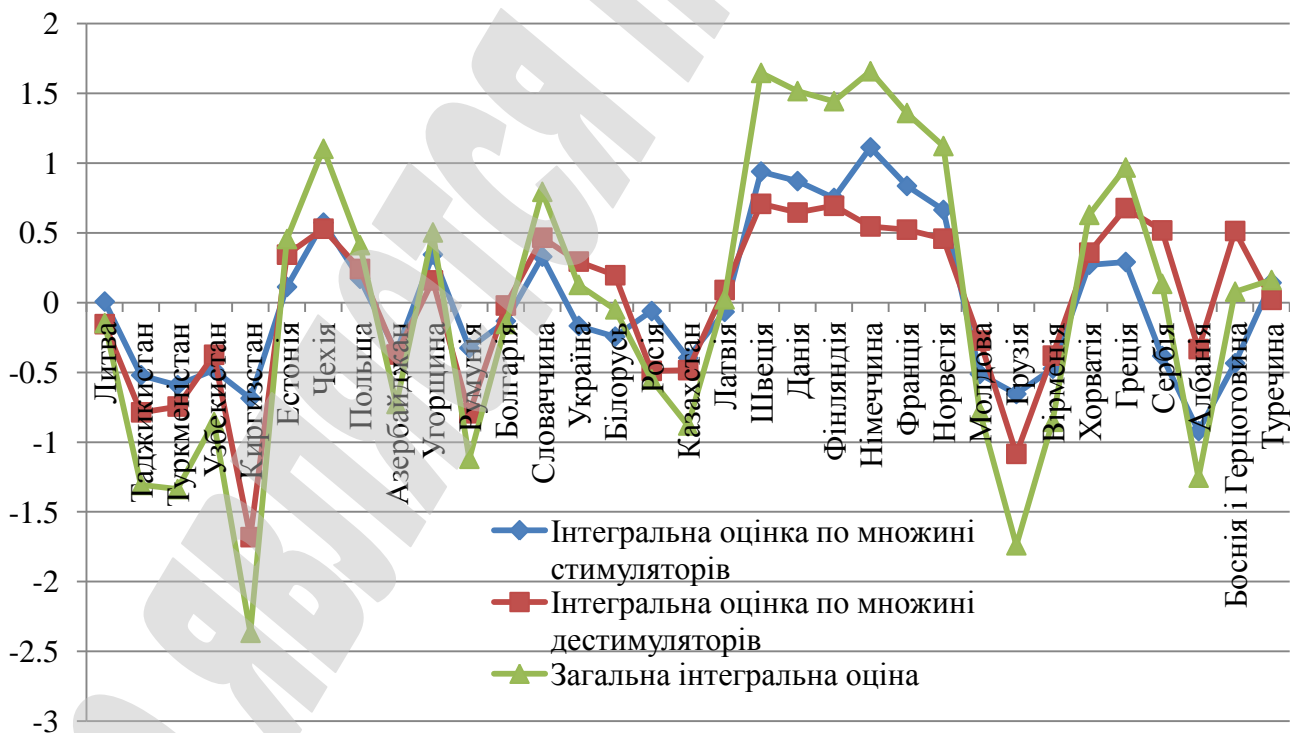


Рис. 10. Інтегральні оцінки країн в системі індикаторів сталого розвитку

Згідно проведених досліджень та визначених інтегральних оцінок країн в системі індикаторів моделі сталого розвитку, Україна знаходиться на 18 місці серед 33 досліджуваних країн. Як бачимо з рис. 10, лідерами з найвищими значеннями інтегральних оцінок в системі індикаторів сталого розвитку є Швеція, Німеччина, Данія, Фінляндія, Франція. Не найкращі результати виявились у наступних країн: Киргизстан, Грузія, Туркменістан, Таджикистан. Близькими до України за значеннями інтегральної оцінки є Сербія, Латвія, Боснія і Герцеговина, Білорусь.

7. SWOT-аналіз результатів дослідження

Strengths. Оцінювання рівня розвитку країни представляється як складний багатовимірний процес, яким необхідно належно управляти. Завдання побудови ефективних систем управління вимагає комплексної інтеграції системи вхідних індикаторів через визначення їх метрик. Запропонована методика дає можливість оцінити рівень розвитку країни та полегшує інтерпретацію показників сталого розвитку через скорочення розмірності досліджуваних процесів, в результаті їх можна графічно інтерпретувати. В перспективі це дає можливість оцінити рівень країни в контексті виходу її на траєкторію сталого розвитку, а також порівняти рівні розвитку країн між собою і динаміку їх зміни. Полегшує комунікації з громадянським суспільством, яке в сьогоdnішніх умовах є потужним стимулятором підвищення ефективності діяльності державних інститутів.

Weaknesses. Алгоритм побудови композитних індикаторів є достатньо складний, що робить процес їх побудови не достатньо прозорим. Як результат, слабкою стороною є ускладнення змістовної інтерпретації композитних показників. Прямий взаємозв'язок між максимально допустимою кількістю вхідних індикаторів і кількістю країн, які досліджуються.

Допускає певний ступінь суб'єктивізму експертів, як при визначенні рівня пояснюваної дисперсії вхідних даних системою сформованих головних компонент, так і при визначенні ваг у процесі розрахунку інтегрального показника розвитку країн.

Opportunities. Слід зазначити, що в подальшому запропоновані моделі реалізації системи контролінгу доцільно розширити формальними інструментами, які реалізують роботу з базами знань, побудованих на основі теорії нечітких множин і нейромережевих технологій.

Threats. Однією з загроз є втрата певного ступеня початкової інформативності, визначеного на початковому етапі системою вхідних індикаторів, що в подальшому приведе до помилок на етапі побудови композитних показників.

8. Висновки

1. Визначено множину ключових індикаторів (32 індикатори) з повної множини індикаторів (загальна їх кількість складала 86) за результатами експертної оцінки, з використанням методів описової статистики. Ключовими критеріями вибору фільтрів слугувало змістовне значення відповідного

індикатора і його пріоритетність в системі цільових показників стратегічного розвитку України. Так як вхідна система індикаторів суттєво різниться одиницями вимірювання, то для подальшого їх опрацювання були застосовані класичні методи нормалізації.

2. Визначено систему композитних показників та на їх основі проведено попарне порівняння країн в напрямках реалізації окремих цілей їх розвитку на основі системи композитних показників.

3. Сформовано групи країн (кластери), які близькі за значеннями інтегрального показника. Для повнішої ідентифікації відносного місця України у порівнянні з сусідніми європейськими країнами проведено кластерний аналіз, на основі індивідуальних значень центровано-нормованих головних компонент. Для цього використано один з методів кластеризації – метод *k*-середніх. Результати кластерного аналізу за методом *k*-середніх полягають в припущенні, що вся сукупність досліджуваних країн розбивається на 5 кластерів. Як результат, Україна опинилась в одному кластері з наступними країнами: Білорусь, Латвія, Естонія, Греція, Росія, Боснія і Герцеговина, Румунія, Болгарія.

4. Здійснено інтегральну оцінку 33 досліджуваних країн в системі індикаторів сталого розвитку. Отже, результати інтегральної оцінки України в системі індикаторів моделі сталого розвитку вказують на те, що Україна знаходиться на 18 місці серед країн, що досліджувались. Близькими до України за значеннями інтегральної оцінки є Сербія, Латвія, Боснія і Герцеговина, Білорусь. Лідерами з найвищими значеннями інтегральних оцінок в системі індикаторів сталого розвитку є Швеція, Німеччина, Данія, Фінляндія, Франція.

Література

1. Bandura R. A Survey of Composite Indices Measuring Country Performance: 2006 Update. New York: UNDP/ODS Working Papers, 2006. 91 p. URL: https://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/Development%20Studies/measuring_country_performance_2006update.pdf
2. Saltelli A. Composite Indicators between Analysis and Advocacy // Social Indicators Research. 2006. Vol. 81, Issue 1. P. 65–77. doi: <http://doi.org/10.1007/s11205-006-0024-9>
3. Comparative Analysis of Alcohol Control Policies in 30 Countries / Brand D. A., Saisana M., Rynn L. A., Pennoni F., Lowenfels A. B. // PLoS Med. 2007. Vol. 4, Issue 4. P. 752–759. doi: <http://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040151>
4. Statistical techniques and participatory approaches for the composition of the European Internal Market Index 1992–2001 / Tarantola S., Saisana M., Saltelli A., Schmiedel F., Leapman N. European Commission, Joint Research Centre, 2002. URL: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8d2a58c9-8e14-4bf0-b4ba-96d555882783>
5. Rosen R. Life Itself: A Comprehensive Inquiry into Nature, Origin, and Fabrication of Life. New York: Columbia University Press, 1991. 285 p.
6. Sharpe A. Literature Review of Frameworks for Macro-indicators. Ottawa: Centre for the Study of Living Standards, 2004. URL: <https://ideas.repec.org/p/sls/resrep/0403.html>

7. Cavicchia C., Vichi M. Model-Based synthesis of indicators. Statistical Composite Indicators to convey consistent policy messages. Sapienza University of Rome, 2017. URL: https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/02%20-%20Model-based%20Synthesis%20for%20SDGs%20Indicators%20-%20Maurizio%20Vichi_0.pdf
8. ESSNet-Culture European Statistical System Network Culture. Final Report. URL: http://ec.europa.eu/assets/eac/culture/library/reports/ess-net-report_en.pdf
9. Цілі сталого розвитку: Україна. Національна доповідь 2017 // Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. URL: me.gov.ua/Documents/Download?id=22e86f94-a9dd-421e-adcb-e38748a4b7cb
10. Показники для моніторингу стану досягнення Цілей сталого розвитку: методологія збору та розрахунку даних. Аналітичний звіт. Вересень 2017. URL: <http://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/library/sustainable-development-report/Mapping-SDG-indicators-report.html>
11. Україна 2030: Доктрина збалансованого розвитку. Видання друге. Львів: Кальварія, 2017. 164 с.
12. Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and user guide. European Commission, 2008. URL: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>
13. Цілі в галузі Сталого розвитку. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>
14. World Development Indicators 2016. URL: [http://databank.worldbank.org/data/report.aspx?source=world-development indicators](http://databank.worldbank.org/data/report.aspx?source=world-development%20indicators)
15. SDG Index and Dashboards Report 2018. Implementing the Goals. Global Responsibilities. URL: <http://sdgindex.org/reports/2018/>
16. Боровиков В. П. Statistica – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М.: Инф. Изд. Дом «Филин», 1998. 608 с.
17. Уменьшение размерности в данных. Метод главных компонент / Конушкин А. С., Ветров Д. П., Кропотов Д. А. и др.. URL: <https://courses.graphicon.ru/files/courses/smisa/2009/lectures/lecture12.pdf>