

зокрема, шляхом кращої адаптації освіти та професійного навчання до потреби роботодавців. Вища продуктивність також допоможе компенсувати деякі негативні наслідки еміграції на заробітну плату та конкурентоспроможність.

**Висновки.** Таким чином, вирішення питань підвищення міжнародної конкурентоспроможності економіки України неможливе без приділення значної уваги проблемам зростаючої трудової еміграції. Втрата робочої сили молодого віку, кваліфікованих кадрів має суттєвий негативний вплив на низку індикаторів, що визначають рівень міжнародної конкурентоспроможності країни, а також утворює велику загрозу відновленню її економічного зростання та сталому розвитку у майбутньому. У зв'язку з цим для країн-донорів робочої сили важливо реалізувати державну політику, яка концентрує увагу на створенні навколишнього середовища, що заохочує потенційних емігрантів залишатися, яка сприяє

поверненню мігрантів, підсилює позитивний вплив грошових переказів, покращує використання наявної робочої сили.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. IMD world digital competitiveness ranking 2017. URL: [http://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/release2017/world\\_digital\\_competitiveness\\_yearbook\\_2017.pdf](http://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/release2017/world_digital_competitiveness_yearbook_2017.pdf).
2. The World Economic Forum. Report 2017–2018. URL: <http://www.reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2018/countryeconomy-profiles/#economy=UKR>.
3. Міграція як чинник розвитку в Україні. URL: [http://www.iom.org.ua/sites/default/files/mom\\_migraciya\\_yak\\_chynnyk\\_rozvytku\\_v\\_ukrayini.pdf](http://www.iom.org.ua/sites/default/files/mom_migraciya_yak_chynnyk_rozvytku_v_ukrayini.pdf).
4. Дослідження з питань міграції та торгівлі людьми: Україна, 2015. URL: [http://iom.org.ua/sites/default/files/pres\\_kit\\_gfk\\_iom2015\\_ua\\_fin\\_3\\_2.pdf](http://iom.org.ua/sites/default/files/pres_kit_gfk_iom2015_ua_fin_3_2.pdf).
5. Emigration and Its Economic Impact on Eastern Europe. IMF Staff Discussion Not. URL: <http://www.imf.org/en/Publications/SPROLLs/Staff-Discussion-Notes?page=2>.

УДК 339.972:519.86

**Ковальчук О.Я.**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри економіко-математичних методів  
Тернопільського національного економічного університету*

**Періг В.М.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри економічної кібернетики  
Тернопільського національного економічного університету*

## БАГАТОВАРІАНТНИЙ АНАЛІЗ ГЛОБАЛЬНОГО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

У статті висвітлено основні проблеми «вимірювання» показників сталого розвитку і побудови системи адекватних індикаторів для його кількісної оцінки. На основі статистичних даних офіційних джерел проведено канонічний аналіз для виявлення основних залежностей між набором найавторитетніших рейтингів сталого розвитку держав та найпоширенішими вимірниками соціально-економічного розвитку країн світу. Побудовано оптимальну канонічну модель.

**Ключові слова:** сталий розвиток, система показників, кількісне оцінювання, моделювання, канонічний аналіз.

### Ковальчук О.Я., Періг В.М. МНОГОВАРИАНТНЫЙ АНАЛИЗ ГЛОБАЛЬНОГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

В статье освещены основные проблемы «измерения» показателей устойчивого развития и построения системы адекватных индикаторов для его количественной оценки. На основе статистических данных официальных источников проведен канонический анализ для выявления основных зависимостей между набором самых авторитетных рейтингов устойчивого развития государств и наиболее распространенными измерителями социально-экономического развития стран мира. Построена оптимальная каноническая модель.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, система показателей, количественная оценка, моделирование, канонический анализ.

### Kovalchuk O.Ya., Perih V.M. MULTIPLE ANALYSIS OF GLOBAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The article reflects the basic problems of "measuring" of sustainable development indexes and construction of the system of adequate indicators for its quantitative estimation. A canonical analysis is conducted on the basis of statistical data of official sources for the exposure of basic dependences between the set of the most authoritative rating of sustainable development of the states and most widespread measuring devices of socio-economic development of the world countries. An optimal canonical model is built.

**Keywords:** sustainable development, system of indexes, quantitative evaluation, modeling, canonical analysis.

**Постановка проблеми.** За даними ООН, до кінця цього століття населення нашої планети зросте вдвічі, це ще 3,8 млрд. людей. Кожного року людство використовує у 1,5 рази більше ресурсів, ніж у попередньому, і вони не відновлюються. Зміна клімату, тероризм, антиглобалізаційні рухи, нерівність доходів та технології, які спричиняють забруднення зовнішнього середовища, є значними проблемами, що становлять найбільшу загрозу для виживання сучасної людської цивілізації.

Сталий розвиток – загальна модель суспільства, яка передбачає дотримання балансу між задоволен-

ням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, зокрема безпечно та здорове середовище існування [1]. Це керований розвиток, основою якого є системний підхід та сучасні інформаційні технології, що дають змогу швидко та якісно моделювати різні можливі варіанти розвитку з високою ймовірністю прогнозувати їх результати та приймати найбільш дієві рішення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Поняття «стійкість» асоціюють із широким спектром людської діяльності, пов'язаної з неперервним довготривалим використанням ресурсів, включаючи природні, люд-

ські та фінансові [2]. Згідно з Хасною [3], стійкість стосується всіх аспектів людського життя, які впливають на сталий розвиток. З середини 1970-х років ХХ століття цей термін був доповнений постулатами щодо справедливості у розподілі та використанні ресурсів. І сьогодні міжнародне наукове та академічне співтовариство проводять переговори та політичні дебати стосовно впливу зміни клімату та погіршення екологічної ситуації на людську та інші спільноти.

На Всесвітньому конгресі «Проблеми зміни навколишнього світу 2001», що відбувся в Амстердамі у 2001 р., було оголошено про формування нової академічної галузі – науки про стійкість, яка базується на екологічних аспектах концепції сталого розвитку [4]. Всесвітній саміт Організації Об'єднаних Націй 2005 р. у Нью-Йорку підтвердив, що нова сфера розвитку знань повинна базуватися на постулатах взаємозалежності та взаємозамінності для одночасного досягнення економічного процвітання, соціального розвитку та захисту навколишнього середовища [5].

Поява поняття стійкості привела до створення складної та цілісної нової сфери наукових досліджень, які об'єднують науку та практику визначення та розуміння діяльності людини, її поведінку, інновації, прийняття рішень та стратегію дій на найближче майбутнє. Це парадигма про використання та вдосконалення фундаментальних досліджень. Ця наука все ще знаходиться у процесі визначення та розвитку свого аналітичного та наукового підґрунтя, підходів, інструментів, цілей та завдань [6].

Значна частина напрацювань, спрямованих на поглиблення знань у цій галузі, полягає в застосуванні комп'ютерних моделей, які зазвичай охоплюють в основному екологічні та економічні аспекти вимог до стійкості, таких як обчислювальні моделі загальної рівноваги, економетричні, оптимізаційні, гібридні моделі мінімізації шкідливих викидів та моделі землекористування [7]. Всі вони передбачають доступність даних, а також використовують методологію оцінки навколишнього середовища, орієнтовану на останні події в галузі економіки. Очевидною є відсутність нового методичного підходу до усунення основних структурних невідповідностей між природними та людськими системами [8]. Причини проблем сталого розвитку можна дослідити за допомогою моделей споживання та виробництва, врегулювання й управління. Таке моделювання можливе лише за умови використання потужностей сучасної комп'ютерної техніки [9, с. 156].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Питання вибору оптимального варіанта розвитку є важливим для кожної країни, оскільки розвиток економіки пов'язаний із природними обмеженнями. Однак є країни, для яких виживання – єдина стратегічна мета. Такі країни провокують загрози та виклики міжнародній безпеці. Близькість сусідніх держав створює екологічні ризики. Стрімка глобалізація сприяє утворенню та загостренню економічних та соціальних небезпек. Тому дослідження питань досягнення сталого розвитку регіонів є надзвичайно важливою проблемою. Напрямок сталого економічного розвитку обрали сьогодні низка розвинених держав, серед них США, Японія, члени Європейського Союзу. Однак у світі ще надто багато країн, населення яких існує на межі виживання. Для них основними пріоритетами є забезпечення найнеобхідніших умов фізичного життя людей.

Тому сьогодні актуальною є проблема поглибленого вивчення протиріч, які спричиняють традиційні показники сталого розвитку, та формування нових наборів адекватних вимірюваних індикаторів

для їх обчислення. Отримані висновки повинні зацікавити широку громадськість та різні спільноти, здатні контролювати наслідки своїх дій у глобальному масштабі в умовах нових викликів глобалізації та стрімкого розвитку технологій. Це завдання, як ніколи, вимагає нагального вирішення.

**Постановка завдання.** Метою статті є пошук адекватних наборів значущих показників та індикаторів сталого розвитку і побудова аналітичних моделей глобального сталого розвитку на основі аналізу емпіричних даних традиційних сукупностей соціальних, економічних та екологічних показників розвитку країн світу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** З часів появи концепції стійкості було зроблено кілька спроб кількісно визначити та оцінити стійкість, але рівнопропорційне врахування всіх трьох аспектів сталого розвитку (екологічного, соціального, економічного) все ще залишається складним завданням. Хоча індекси, пов'язані з навколишнім середовищем (такі як викиди CO<sub>2</sub>, якість води та біорізноманіття) можуть бути розраховані та змодельовані [10], соціально-економічні фактори є основними перешкодами для розроблення показників сталого розвитку через їх суб'єктивну природу. Для того щоб охопити всі три аспекти сталого розвитку, важливо порівнювати їх між собою, не виділяючи, наприклад, економічну ефективність. Більш того, різна специфіка соціальних та природничих наук ускладнює завдання моделювання.

З технічного погляду основними проблемами методології оцінки стійкості є відсутність даних, невідповідності в їх наборах у різних галузях, а також необхідність аналізу даних у великих масштабах. Після визнання важливості сталості розвитку було зроблено численні спроби кількісно визначити та оцінити сталість. Натепер найбільш успішним методом оцінки є використання різних індикаторів та показників. Одними з найвідоміших показників сталого розвитку є Індекс людського розвитку (Human Development Index) та Індекс щасливої планети (Happy Planet Index).

Для виявлення основних залежностей між набором найавторитетніших рейтингів сталого розвитку країн (ліва множина залежних ознак  $Y_1-Y_3$ : Індекс людського розвитку, Індекс Джині (Gini Index), Індекс соціального прогресу (Social Progress Index), Індекс глобальної конкурентоспроможності (Global Competitiveness Index), Індекс щасливої планети) та найпоширенішими вимірниками соціально-економічного розвитку (права множина предикторів  $X_1-X_{18}$ : роки щасливого життя (Happy Life Years), екологічний слід (Footprint), нерівність можливостей (Inequality of Outcomes), очікувана тривалість життя з урахуванням нерівності (Inequality-adjusted Life Expectancy), налагоджений добробут (благополуччя) з урахуванням нерівності (Inequality-adjusted Wellbeing), ВВП на душу населення (GDP per capita), очікувана тривалість навчання дітей шкільного віку (Expected years of schooling), середня тривалість навчання дорослого населення (Mean years of schooling), Індекс тероризму (Ranked of terrorism), Індекс корупції (Rank of corruption), Індекс торгівлі (Enabling Trade Index), доступність і якість транспортної інфраструктури (Availability and quality of transport infrastructure), наявність і використання ІКТ (ICT), доступність знань (Access to Basic Knowledge), охорона здоров'я (Health and Wellness), особиста свобода і свобода вибору, (Personal Freedom and Choice), толерантність (Tolerance), Індекс економічної свободи (Ranking of the world by economic

freedom)) застосовано метод канонічної кореляції, призначений для аналізу залежностей між двома наборами змінних загалом [11]. Модельний аналіз проведено у середовищі статистичного пакету Statistica на основі статистичних даних офіційних джерел за 2016 р. для 218 країн світу [12–20].

Отримані результати канонічного аналізу статистично значущі ( $p < 0,01$ ); канонічне значення  $R = 0,99$  є великим (рис. 1) і відноситься до першого (найбільш значущого) канонічного кореня. Величину  $R$  трактують як кореляцію між зваженими сумами змінних у першій (найавторитетніші рейтинги сталого розвитку країн) та другій (найпоширеніші вимірники соціального, економічного та екологічного розвитку) множини.

Загальна частка дисперсії ознак першої (лівої) множини  $Y_1-Y_5$ , виділена за допомогою першої канонічної змінної  $y_1$ , становить 100%. Загальна частка дисперсії ознак другої (правої) множини  $X_1-X_{18}$  канонічної змінної  $x_1$  дорівнює 76,56%.

Загальні втрати інформації для змінних першої множини становлять 87,5%, для змінних другої множини – 72,73%. Отже, 87,5% варіації значень досліджуваних рейтингів сталого розвитку країн визначаються змінами аналізованих вимірників соціального, економічного та екологічного розвитку. Водночас самі змінні  $Y_1-Y_5$  детермінують 72,73% варіації досліджуваних вимірників стійкості  $X_1-X_{18}$ .

Побудована канонічна модель має досить високу точність: менше 24% дисперсії змінних  $Y_1-Y_4$  залежать від інших, не врахованих у моделі факторів.

Аналіз матриці кореляцій між множинами дає підстави стверджувати, що результатні ознаки Індекс людського розвитку, Індекс соціального прогресу та Індекс глобальної конкурентоспроможності найбільш щільно пов'язані з такими регресорами, як щасливі роки життя, екологічний слід, нерівність можливостей, очікувана тривалість життя з урахуванням нерівності, налагоджений добробут з урахуванням нерівності, ВВП на душу населення, середня тривалість навчання дорослого населення, Індекс корупції, доступність і якість транспортної інфраструктури, Індекс торгівлі, наявність і використання ІКТ, доступність знань, особиста свобода і свобода вибору, та слабше – з іншими виділеними для дослідження індикаторами (рис. 2).

		Canonical R: ,99727 Chi?(90)=989,68 p=0,0000	
N=98		Left Set	Right Set
<b>No. of variables</b>		5	18
Variance extracted		100,000%	76,5578%
Total redundancy		87,5011%	72,7280%
Variables:	1	HDI	Happy Life Years
	2	Gini Index	Footprint
	3	Social Progress Index	Inequality of Outcomes
	4	Global Competitiveness Index	Inequality-adjusted Life Expectancy
	5	Happy Planet Index	Inequality-adjusted Wellbeing
	6		GDP/capita (\$PPP)
	7		Expected years of schooling
	8		Mean years of schooling
	9		Impact of terrorism
	10		Corruption
	11		Enabling Trade Index
	12		Transport infrastructure
	13		ICT
	14		Access to Basic Knowledge
	15		Health and Wellness
	16		Personal Freedom and Choice
	17		Tolerance and Inclusion
	18		Economic freedom

Рис. 1. Загальні результати канонічного аналізу

Root Removed	Happy Life Years	Footprint	Inequality of Outcomes	Inequality-adjusted Life Expectancy	Inequality-adjusted Wellbeing	GDP/capita (\$PPP)	Expected years of schooling	Mean years of schooling	Impact of terrorism
HDI	0,906474	0,817113	-0,952378	0,943634	0,769735	0,737195	0,274689	0,914727	-0,116415
Gini Index	-0,404394	-0,376379	0,480073	-0,461956	-0,272712	-0,440922	-0,163866	-0,411573	0,022402
Social Progress Index	0,922356	0,800200	-0,910344	0,905466	0,805841	0,785375	0,277220	0,846964	-0,206136
Global Competitiveness Index	0,834103	0,760091	-0,813936	0,758441	0,746999	0,820609	0,265093	0,750526	0,041770
Happy Planet Index	0,490679	-0,084761	-0,463666	0,507413	0,462850	0,180473	0,084142	0,222828	0,021155
Root Removed	Corruption	Enabling Trade Index	Transport infrastructure	ICT	Access to Basic Knowledge	Health and Wellness	Personal Freedom and Choice	Tolerance and Inclusion	Economic freedom
HDI	0,741681	0,787619	0,679282	0,931331	0,900604	0,360477	0,758175	0,578557	0,634155
Gini Index	-0,359098	-0,352327	-0,250204	-0,381966	-0,298684	-0,112165	-0,198180	-0,102438	-0,252273
Social Progress Index	0,846161	0,885168	0,691745	0,937186	0,830202	0,452266	0,856306	0,738100	0,738575
Global Competitiveness Index	0,835109	0,873261	0,834627	0,877626	0,667407	0,394623	0,835369	0,576320	0,751870
Happy Planet Index	0,134462	0,255097	0,137392	0,288683	0,428267	0,501516	0,302526	0,210371	0,179814

Рис. 2. Матриця кореляцій між лівою та правою множинами

Отримано такі характеристичні корені (рис. 3):

Root	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
Value	0,994542	0,956420	0,834574	0,664428	0,335297

Рис. 3. Таблиця характеристичних коренів

Перевірку значущості виділених канонічних коренів проведено за допомогою критерію  $\chi^2$  (рис. 4):

Root Removed	Canonicl R	Canonicl R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0,997267	0,994542	989,6812	90	0,000000	0,000009
1	0,977967	0,956420	546,7805	68	0,000000	0,001608
2	0,913550	0,834574	280,4630	48	0,000000	0,036899
3	0,815124	0,664428	127,5282	30	0,000000	0,223056
4	0,579048	0,335297	34,7152	14	0,001626	0,664703

Рис. 4. Результати застосування критерію  $\chi^2$

З отриманих результатів можна дійти висновку, що перших три корені є статистично значущими. Наступне послідовне застосування критерію  $\chi^2$  дає підстави розглядати лише перший канонічний корінь  $r_1 = 0,994542$ , який є значущим ( $p < 0,01$ ). Для його змістовної інтерпретації дослідимо, як він корелює зі змінними початкових множин  $Y_1 - Y_5$  та  $X_1 - X_{18}$ . Значення цих кореляцій є навантаженнями канонічних факторів (рис. 5, 7).

Індекс людського розвитку та Індекс соціального прогресу мають значне навантаження на перший канонічний корінь – дуже сильно корелюють із ним.

Root Variable	Factor Structure, left set				
	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
HDI	-0,973284	0,022204	-0,224956	0,023013	0,033012
Gini Index	0,398200	-0,067166	0,271435	0,333183	0,807612
Social Progress Index	-0,987022	0,064010	0,069825	0,124187	-0,037326
Global Competitiveness Index	-0,879198	0,194294	0,153253	-0,386436	0,126227
Happy Planet Index	-0,438419	-0,872433	0,199021	-0,082045	-0,017561

Рис. 5. Навантаженнями канонічних факторів лівої множини

Перший канонічний корінь «витає» в середньому близько 61% дисперсії зі змінних другої множини. Тому, задаючи значення змінних у правій множині, можна пояснити близько 60,6% дисперсії у змінних лівої множини, виходячи зі значення першого канонічного кореня (рис. 6).

Root Factor	Variance extractd	Reddncy.
Root 1	0,609051	0,605727
Root 2	0,161598	0,154556
Root 3	0,038451	0,032090
Root 4	0,056605	0,037610
Root 5	0,134294	0,045028

Рис. 6. Таблиця часток видобутої дисперсії для лівої множини

Серед змінних правої множини найбільше навантаження на перший канонічний корінь мають такі регресори, як нерівність можливостей, роки щасливого життя та очікувана тривалість життя з урахуванням нерівності (рис. 7).

Навантаження, що відповідають таким змінним, як очікувана тривалість навчання дітей шкільного віку, Індекс тероризму (відсутня кореляція з першим виділеним канонічним коренем) та охорона здоров'я (спостерігається слабка кореляція) суттєво менші за інші.

Перший канонічний корінь пояснює понад 61% дисперсії у змінних правої множини (рис. 8). Змінюючи значення змінних лівої множини, на підставі першого канонічного кореня можна пояснити близько 61% дисперсії у змінних правої множини.

Root Variable	Variance extractd	Reddncy.
Root 1	0,610169	0,606838
Root 2	0,044316	0,042384
Root 3	0,058246	0,048611
Root 4	0,035629	0,023673
Root 5	0,017218	0,005773

Рис. 8. Таблиця часток видобутої дисперсії правої множини

Аналіз канонічних значень. Канонічні значення є зваженими сумами змінних досліджуваної множини. Це п'ять пар канонічних змінних  $y_1$  і  $x_1$ ,  $y_2$  і  $x_2$ ,  $y_3$  і  $x_3$ ,  $y_4$  і  $x_4$ ,  $y_5$  і  $x_5$ . Розглядаємо лише першу пару канонічних змінних, взаємозв'язок між елементами якої виявився найтіснішим ( $r_1 = 0,99727$ ).

Статистичні ваги перших канонічних змінних знаходяться у межах від 0,005129 до 0,513918. Застосуємо алгоритм послідовного виключення

Root Variable	Factor Structure, right set				
	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
Happy Life Years	-0,945057	-0,078098	0,033613	-0,062478	-0,054737
Footprint	-0,794056	0,468408	-0,173374	0,008047	0,022502
Inequality of Outcomes	0,949318	0,086252	0,176075	0,092021	0,085751
Inequality-adjusted Life Expectancy	-0,938631	-0,152046	-0,185050	0,003580	-0,116087
Inequality-adjusted Wellbeing	-0,823121	-0,088409	0,133619	-0,058548	0,066544
GDP/capita (\$PPP)	-0,792539	0,245464	0,144403	-0,229030	-0,178935
Expected years of schooling	-0,282368	0,048743	-0,008816	-0,047040	-0,071787
Mean years of schooling	-0,873930	0,121008	-0,306889	-0,003190	0,043598
Impact of terrorism	0,135956	-0,078405	-0,106034	-0,537194	0,289642
Corruption	-0,822794	0,333175	0,293395	-0,062876	-0,141451
Enabling Trade Index	-0,873560	0,221017	0,300175	-0,094050	-0,085107
Transport infrastructure	-0,721798	0,260528	0,122183	-0,367083	0,262892
ICT	-0,950747	0,146695	-0,025491	-0,049925	0,053678
Access to Basic Knowledge	-0,863105	-0,133105	-0,294204	0,111887	0,166553
Health and Wellness	-0,454219	-0,277571	0,353801	-0,015551	-0,071700
Personal Freedom and Choice	-0,845160	0,149104	0,330237	-0,026234	0,154974
Tolerance and Inclusion	-0,676692	0,165124	0,424924	0,333023	-0,039949
Economic freedom	-0,721839	0,238491	0,338647	-0,088307	-0,021272

Рис. 7. Навантаженнями канонічних факторів правої множини

змінних з моделі шляхом відсіювання найменш значущих ознак із погляду внеску у величину  $r_1$  [9, с. 157].

Для підвищення якості моделі послідовно виключимо змінні з мінімальним значенням статистичної ваги. На першому кроці це очікувана тривалість навчання дітей шкільного віку, на другому – Індекс тероризму. Кожна з них на відповідному кроці дає найменший внесок у пояснення варіації результатних ознак лівої множини, тому їх доцільно виключити з оптимальної моделі (рис. 8).

Усі канонічні ваги перших канонічних змінних після виключення з моделі канонічних змінних очікуваної тривалості навчання дітей шкільного віку та Індeksu тероризму є додатними (окрім змінної «нерівність можливостей», значення якої є обернено пропорційними до вимірників сталого розвитку) і досить великими за абсолютною величиною. Тому продовжувати покроковий відсів несуттєвих ознак є недоцільним.

Для подальшого аналізу буде використано модель із такими показниками у кожній з груп  $Y_1$ – $Y_5$  та  $X_1$ – $X_{16}$ :  $Y_1$  – Індекс людського розвитку,  $Y_2$  – Індекс соціального прогресу,  $Y_3$  – Індекс глобальної конкурентоспроможності,  $Y_4$  – Індекс щасливої планети,  $Y_5$  – Індекс Джині;  $X_1$  – щасливі роки життя,  $X_2$  – екологічний слід,  $X_3$  – нерівність можливостей,  $X_4$  – очікувана тривалість життя з урахуванням нерівності,  $X_5$  – налагоджений добробут з урахуванням нерівності,  $X_6$  – ВВП на душу населення,  $X_7$  – середня тривалість навчання дорослого населення,  $X_8$  – Індекс корупції,  $X_9$  – Індекс торгівлі,  $X_{10}$  – доступність і якість транспортної інфраструктури,  $X_{11}$  – наявність і використання ІКТ,  $X_{12}$  – доступність знань,  $X_{13}$  – охорона здоров'я,  $X_{14}$  – особиста свобода і свобода вибору,  $X_{15}$  – толерантність,  $X_{16}$  – Індекс економічної свободи.

Порівняльний аналіз проміжних результатів канонічного аналізу свідчить, що після виключення з моделі таких змінних, як очікувана тривалість навчання дітей шкільного віку та Індекс тероризму, відбулося збільшення значення першого канонічного коефіцієнта кореляції ( $r_t - r_{t+2} = 0,99727 - 0,99756 = -0,00029$ ), а також збільшення загальних втрат для змінних обох груп: першої (з 87,50% до 88,88%) та другої (з 72,73% до 79,80%), тобто більше ніж на 5 відсотків пунктів. Це означає, що 88,88% варіації значень досліджуваних рейтингів сталого розвитку країн визначаються змінами аналізованих вимірників соціального, економічного та екологічного розвитку. Водночас самі змінні  $Y_1$ – $Y_5$  детермінують 79,80% варіації досліджуваних аналізованих індикаторів  $X_1$ – $X_{16}$  (рис. 10).

Отримані результати свідчать про досить високу точність канонічної моделі, побудованої після виключення таких змінних, як очікувана тривалість навчання дітей шкільного віку та Індекс тероризму. Менше 17% дисперсії змінних  $Y_1$ – $Y_5$  залежать від інших, не врахованих у моделі факторів.

Перший канонічний коефіцієнт кореляції  $r_1 = 0,99727$  значущий. Відповідні йому канонічні змінні є значущими. Отримано таку оптимальну канонічну модель:

$$Z_y = 0,97Y_1 + 0,98Y_2 + 0,86Y_3 + 0,52Y_4 + 0,38Y_5,$$

$$Z_x = 0,95X_1 + 0,76X_2 + 0,95X_3 + 0,94X_4 + 0,83X_5 + 0,76X_6 + 0,88X_7 + 0,79X_8 + 0,85X_9 + 0,69X_{10} + 0,95X_{11} + 0,87X_{12} + 0,45X_{13} + 0,84X_{14} + 0,63X_{15} + 0,70X_{16}.$$

Канонічні змінні  $Z_y$  та  $Z_x$  – це латентні показники. Стандартизовану змінну  $Z_y$ , що включає Індекс людського розвитку, Індекс Джині, Індекс соціального прогресу, Індекс глобальної конкурентоспроможності та Індекс щасливої планети, можна розглядати як кількісну оцінку загальної

Variable	Factor Structure, left set				
	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
HDI	0,972580	0,044517	-0,225576	-0,024366	0,025049
Happy Planet Index	0,520060	-0,812380	0,235255	0,115489	0,029896
Gini Index	-0,381708	-0,088878	0,243256	-0,479297	0,746659
Social Progress Index	0,985789	0,079238	0,075979	-0,116759	-0,050352
Global Competitiveness Index	0,861701	0,276593	0,139926	0,354387	0,189205
Variable	Factor Structure, right set				
	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
Happy Life Years	0,946856	0,041288	-0,016357	-0,039986	0,019876
Footprint	0,763936	-0,486370	0,219709	0,050252	-0,006448
Inequality of Outcomes	-0,955159	-0,071588	-0,168704	0,112161	-0,100966
Inequality-adjusted Life Expectancy	0,944461	0,139773	0,162184	-0,055841	0,121292
Inequality-adjusted Wellbeing	0,831237	0,047235	-0,089439	0,021160	-0,120506
GDP/capita (\$PPP)	0,767357	-0,315038	-0,142982	-0,218938	0,085215
Mean years of schooling	0,883587	-0,157710	0,280253	0,041521	-0,041686
Corruption	0,791820	-0,381880	-0,297136	-0,050142	0,122459
Enabling Trade Index	0,852880	-0,254220	-0,325066	-0,111582	0,086377
Transport infrastructure	0,694672	-0,334939	-0,109417	-0,298853	-0,310025
ICT	0,947204	-0,180771	0,032264	-0,037108	-0,062446
Access to Basic Knowledge	0,873746	0,124988	0,296292	0,085634	-0,133949
Health and Wellness	0,451294	0,273322	-0,364690	-0,087906	0,017270
Personal Freedom and Choice	0,842206	-0,196327	-0,322180	0,019759	-0,164371
Tolerance and Inclusion	0,630932	-0,177015	-0,412010	0,397330	0,080115
Economic freedom	0,706144	-0,322350	-0,343295	-0,090435	0,063246

Рис. 9. Таблиці канонічних ваг лівої та правої множин після вилучення таких змінних, як очікувана тривалість навчання дітей шкільного віку та Індекс тероризму

Canonical Analysis Summary		
Canonical R: ,99756		
Chi <sup>2</sup> (80)=765,36 p=0,0000		
	Left Set	Right Set
N=76		
<b>No. of variables</b>	5	16
Variance extracted	100,000%	82,9657%
Total redundancy	88,8786%	79,7957%
Variables:		
1	HDI	Happy Life Years
2	Social Progress Index	Footprint
3	Global Competitiveness Index	Inequality of Outcomes
4	Happy Planet Index	Inequality-adjusted Life Expectancy
5	Gini Index	Inequality-adjusted Wellbeing
6		GDP/capita (\$PPP)
7		Mean years of schooling
8		Corruption
9		Enabling Trade Index
10		Transport infrastructure
11		ICT
12		Access to Basic Knowledge
13		Health and Wellness
14		Personal Freedom and Choice
15		Tolerance and Inclusion
16		Economic freedom

Рис. 10. Результатна таблиця канонічного аналізу

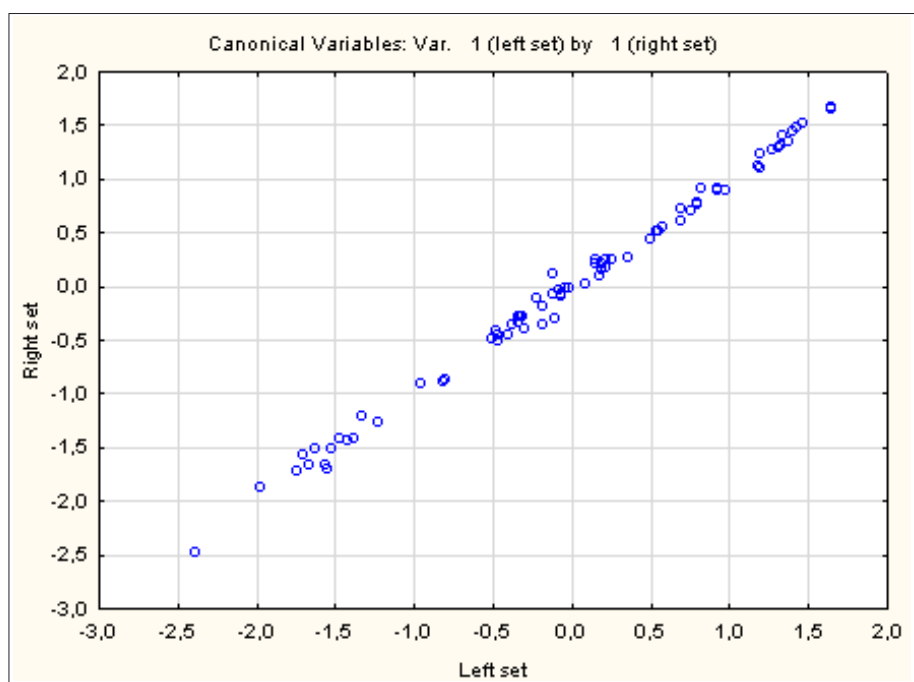


Рис. 11. Діаграма розсіювання канонічних змінних

характеристики глобального сталого розвитку країни. Канонічна змінна  $Z_x$ , яку «навантажують» ознаки  $X_1-X_{16}$ , є узагальненим показником комфортності проживання (якості життя) у кожній конкретній країні.

Графічне відображення канонічних значень (діаграма розсіювання) свідчить про щільний зв'язок між виділеними канонічними змінними  $Z_y$  та  $Z_x$  (рис. 11). Отже, всі основні припущення канонічного аналізу не порушено. Відсутність розбиття спостережень на групи на діаграмі розсіювання свідчить про однорідність аналізованої вибірки.

**Висновки.** Побудована канонічна модель дає підстави дійти висновку, що суспільний прогрес значною мірою залежить від досягнення балансу між економічним зростанням, конкурентоспроможністю бізнесу, забезпеченням екологічної безпеки та зменшення соціальної нерівності. Якість та безпека життя, чесна та прозора влада, можливість отримати гідну роботу, зменшення соціальної нерівності сьогодні мають важливе значення у забезпеченні балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, гарантуванні безпечного та здорового середовища існування.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

- Butlin J. Our common future. By World commission on environment and development / J. Butlin // *Journal of International Development*. 1987. vol. 4. issue 2. London: Oxford University Press.
- In *Rationality in an Uncertain World* / [Marinova D., McGrath N., Banse G., Hronsky I.]; G. Nelson (Eds) // *Transdisciplinarity in teaching and learning sustainability*. Berlin: Edition Sigma. 2005. pp. 275–285.
- Hasna A. Dimensions of sustainability / A. Hasna // *Journal of Engineering for Sustainable Development: Energy, Environment, and Health*. 2007. vol. 2. pp. 47–57.
- Kates R. Sustainability science / R. Kates, W. Clark, R. Corell, J. Hall, C. Jaeger, I. Lowe, J. McCarthy // *Science*. 2001. vol. 292. pp. 641–642.
- United Nations 2005 // *World Summit Outcome, General Assembly*. URL: <http://www.who.int>.
- Todorov V. / *System sustainability and development sustainability: Modelling problems* // V. Todorov // *Management and Sustainable Development*. 2006. vol. 18. pp. 136–140.
- O'Doherty J. Irish Sustainable Development Model / J. O'Doherty, K. Mayor, R. Tol // *The Economic and Social Research Institute Working Paper*. Dublin. 2007. URL: <http://www.esri.ie>.
- Dovers S. Regional Governance for Sustainability, Fremantle, Western Australia, Scaling governance and institutions for sustainability / S. Dovers // In *Academic Forum, Network of Regional Government for Sustainable Development*. 2003.
- Ковальчук О.Я. Математичне моделювання сталого розвитку [монографія] / О.Я. Ковальчук. Тернопіль: ТНЕУ, 2017. 245 с.
- Rockström J. A safe operating space for humanity / J. Rockström, W. Steffen, K. Noone et al. // *Nature*. 2009. vol. 461. pp. 472–475.
- Hotelling, H. Relations between two sets of variates / H. Hotelling // *Biometrika*. 1936. vol. 28. issue 3. pp. 321–377.
- Human Development Reports 2016: за даними United Nations Development Programme. URL: <http://hdr.undp.org/en>.
- GINI index (World Bank estimate). Country Ranking 2016. URL: <http://www.indexmundi.com>.
- Index of economic freedom 2016. URL: Retrieved from <http://www.heritage.org/>.
- SPI Methodological-Report 2016. URL: <http://www.socialprogressimperative.org>.
- World bank live. URL: <http://live.worldbank.org>.
- Which countries are best at converting economic growth into well-being? // *World Economic Forum* 2016. URL: <https://www.weforum.org>.
- Current World Population 2016. URL: <http://www.worldometers.info>.
- The Global Enabling Trade Report 2016. URL: <http://reports.weforum.org>.
- Carpenter G. The Global Risks Report 2017 / G. Carpenter. URL: <https://www.weforum.org>.

УДК 336.14

Колінець Л.Б.

кандидат економічних наук, доцент,  
докторант кафедри міжнародної економіки  
Тернопільського національного економічного університету

## АСПЕКТИ АНТИКРИЗОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ В УКРАЇНІ В УМОВАХ СВІТОВОЇ ФІНАНСОВОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ: РОЛЬ МВФ

У статті встановлено необхідність антикризового регулювання та визначено його конструктивні елементи. Проаналізовано ефективність співпраці України з МВФ. Показано вплив на економічне зростання країни факторів, які можуть бути індикаторами фінансової кризи, та запропоновано заходи з посилення антикризового регулювання в Україні.

**Ключові слова:** антикризове регулювання, МВФ, економічне зростання, обслуговування боргу, золотовалютні резерви.

### Колінець Л.Б. АСПЕКТЫ АНТИКРИЗИСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В УКРАИНЕ В УСЛОВИЯХ МИРОВОЙ ФИНАНСОВОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ: РОЛЬ МВФ

В статье установлена необходимость антикризисного регулирования и определены его конструктивные элементы. Проанализирована эффективность сотрудничества Украины с МВФ. Показано влияние на экономический рост страны факторов, которые могут быть индикаторами финансового кризиса, и предложены меры по усилению антикризисного регулирования в Украине.

**Ключевые слова:** антикризисное регулирование, МВФ, экономический рост, обслуживание долга, золотовалютные резервы.

### Kolinet L.B. ASPECTS OF CRISIS REGULATION IN UKRAINE IN CONDITIONS OF GLOBAL FINANCIAL INSTABILITY: IMF'S ROLE

The article establishes the necessity of crisis regulation and defines its constructive elements. The effectiveness of Ukraine's cooperation with the IMF has been analyzed. The influence on the country's economic growth of the factors that may be indicators of the financial crisis is shown, and measures to strengthen anti-crisis regulation in Ukraine are proposed.

**Keywords:** crisis regulation, IMF, economic growth, debt servicing, gold and foreign exchange reserves.

**Постановка проблеми.** Україна з часу здобуття незалежності зазнала економічних та фінансових криз різного ступеня тяжкості. Оскільки процес становлення економіки України триває і досі, то є високий ризик появи нових криз. Для прогнозування виникнення кризових ситуацій та подолання їх наслідків необхідно застосовувати високоефективні технології антикризового регулювання, над розвитком яких працюють усі країни світу та міжнародні організації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед учених, які останнім часом досліджували у своїх працях перебіг криз та антикризове регулювання, варто

виокремити праці А.О. Мельник, у яких досліджено вплив світових криз на стан економіки України з часу набуття незалежності, встановлено наслідки та проаналізовано шляхи їх подолання [1]. О.О. Олешко запропоновано концептуальні засади антикризового регулювання української економіки [2]. Роль МВФ у подоланні банківських криз у країнах, що розвиваються, досліджували Л. Папі, А. Пресбітеро та А. Заззаро [3]. Однак, незважаючи на численні дослідження, недостатньо уваги приділено визначенню ефективності антикризових заходів та окресленню нових можливих ризиків країни, тому й існує потреба у подальших дослідженнях у цій сфері.