

АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ КОНТЕКСТІ

І.О. ПИШНОГРАЄВ, І.О. ТКАЧЕНКО

Анотація. Висвітлено результати проведеного дослідження із прогнозування рівня сталого розвитку в європейському контексті. На підставі аналізу наукових здобутків вітчизняних та зарубіжних науковців визначено, що наявні методології мають ряд проблем, зумовлених використанням великої кількості показників, що унеможлиблює швидке приблизне оцінювання нового об'єкта чи періоду. З огляду на це, дослідження спрямовано на побудову моделі розрахунку рівня сталого розвитку на основі обмеженого набору відкритих даних, що значно полегшить процес як його оцінювання, так і прогнозування. Базою дослідження є дані Світового центру даних з геоінформатики та сталого розвитку і проекту «Sustainable development index». Моделювання та аналіз виконано у застосунках MS Excel і RStudio. Отримані результати демонструють, що прогнозувати рівень сталого розвитку можна на основі моделі апроксимації, використовуючи обмежений набір індикаторів розвитку територій, що призведе до втрати мінімальної кількості інформації.

Ключові слова: сталий розвиток, європейський контекст, модель апроксимації, індикатори розвитку територій, прогнозування.

ВСТУП

Останні десятиріччя ХХ ст. досить гостро поставили перед людством проблему виживання та подальшого існування. Ця проблема детермінована складним поєднанням багатьох чинників, найвагомішими серед яких є значне вичерпання природних ресурсів, екологічна криза, несприятлива демографічна ситуація, голод і злидні в багатьох регіонах світу, безліч конфліктів у суспільстві, постійні війни з використанням засобів масового знищення людей, постійна небезпека міжнародного тероризму. У зв'язку з цим постає необхідність нової політики та стратегії, яка б дозволила вирішити ці глобальні проблеми сучасності, запобігти погіршенню якості навколишнього середовища, забезпечити не тільки теперішнє, але і майбутнє суспільство ресурсами, потрібними для задоволення його потреб [1]. Відповіддю на зазначені виклики стало розроблення концепції сталого розвитку, спрямованої на встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь.

З огляду на те, що сталий розвиток є керованим процесом, а основою його керованості є системний підхід та сучасні інформаційні технології, що уможливлюють моделювання різних варіантів розвитку та прогнозування їх результатів з метою обрання найбільш оптимального, розроблення дієвих моделей прогнозування сталого розвитку окремих територій набуває дедалі більшої актуальності, що сприятиме сталому розвитку загалом.

Питання щодо визначення сталого розвитку та оцінювання його рівня для країн світу досліджувалося багатьма вітчизняними та іноземними

вченими. Так, різні тлумачення поняття «сталий розвиток» подано в наукових працях М. Згуровського [2], Б. Буркинського, В. Степанова, С. Харічкова [3], Р. Нуртдінова, А. Нуртдінова [4], Л. Скутару [5], О. Ханової, С. Скібіної [6] та А. Цвигилевич [7]. Проблемі оцінювання рівня сталого розвитку свої наукові доробки присвятили такі вчені: Джерфі Сакс, Крістіан Кроль, Гійом Лафортюн, Грейсон Фуллер та Фінн Вольм [8, 9], Джейсон Хікель [10], а також фахівці Світового центру даних [11].

МЕТОЛОГОЇ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ КРАЇН

Натепер ідея сталого розвитку є безальтернативною системою принципів і способів розроблення стратегій розвитку суспільства. Вона відіграє узагальнювальну роль, оскільки поєднує в собі основні положення більшості теорій суспільного розвитку, визначає цінності, пріоритети та стратегії розвитку сучасної цивілізації. Ідея сталого розвитку стала сьогодні парадигмою, особливим стилем наукового мислення та узагальнення буття, у межах якої розвивається суспільство. Вона є системою теоретичних, методологічних та аксіологічних установ, що поділяються багатьма науковцями та враховуються у вирішенні завдань суспільного розвитку [12].

Еволюція концепції сталого розвитку охоплює значний період часу та може бути поділена на три етапи: початковий (1968–1972), політичний (1972–1992) та етап соціально-економічних проблем (1992–дотепер) [13]. За весь цей час відбувалися виокремлення, розуміння та дослідження глобальних проблем та викликів, що загрожують теперішньому та майбутнім поколінням.

Визначення сталого розвитку розрізняються різною спрямованістю акцентів на найбільш пріоритетних проблемах: характері економічного зростання, якості життя, захисті навколишнього середовища, взаєминах розвинених країн і тих, що розвиваються, необхідності управління світовими процесами, раціональному використанні ресурсів, збалансованості сфер суспільного розвитку та ін [14]. Сталий розвиток визначено багатьма способами, але найчастіше цитується визначення з праці «Наше спільне майбутнє», також відомого як звіт Брундтланда: сталий розвиток – це розвиток, який відповідає потребам сьогодення без шкоди для майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби.

Ідея екологічно стійкого економічного зростання не нова. Багато культур протягом історії людства визнавали необхідність гармонії між навколишнім середовищем, суспільством та економікою. «Екологічно стійке економічне зростання» є синонімом поширеної концепції сталого розвитку. Його метою є досягнення балансу (гармонії) між екологічною, економічною та соціально-політичною стійкістю.

Мета сталого розвитку – збалансувати наші економічні, екологічні та соціальні потреби, забезпечуючи процвітання для сьогодення та майбутніх поколінь. Стійкий розвиток складається з довгострокового комплексного підходу до розвитку та досягнення здорової спільноти шляхом спільного вирішення економічних, екологічних та соціальних проблем, уникаючи надмірного споживання основних природних ресурсів [15].

Досягнення поставленої мети сталого розвитку неможливе без чіткого плану дій. Саме тому Організацією Об'єднаних Націй (ООН) у 2015 р. було

прийнято Цілі сталого розвитку (ЦСР), також відомі як Глобальні цілі, як універсальний заклик до дій щодо припинення бідності, захисту планети та забезпечення миру та процвітання людства до 2030 р. [16].

Відстеження результату з досягнення кожної із сімнадцяти ЦСР відбувається різними способами. Наприклад, науковці Джерфі Сакс, Крістіан Кроль, Гійом Лафортюн, Грейсон Фуллер та Фінн Вьольм у працях [8, 9] аналізують рівень досягнення цілей, загрози та проблеми, які виникали в окремих країнах, а також можливі шляхи їх подолання. Так, в останньому звіті подано діаграму прогресу досягнення кожної ЦСР у відсотковому вимірі у 2021 р. порівняно з 2015 р. (рис. 1).

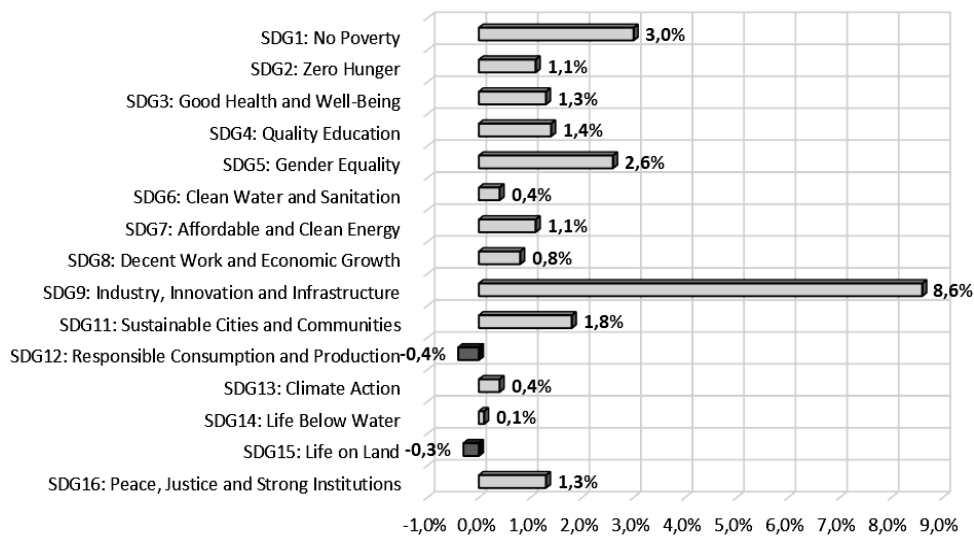


Рис. 1. Прогрес досягнення ЦСР у 2021 р. порівняно з 2015 р.

Джерело: побудовано авторами на основі [9].

Також для кожної країни вони визначають загальну оцінку досягнення ЦСР, надаючи однакову вагу кожній цілі. У результаті дана оцінка відображає позицію країни між найгіршим можливим результатом (0) і найкращим результатом або цільовим результатом (100). На рис. 2 зображено розподіл країн відповідно до досягнення зазначених цілей сталого розвитку.

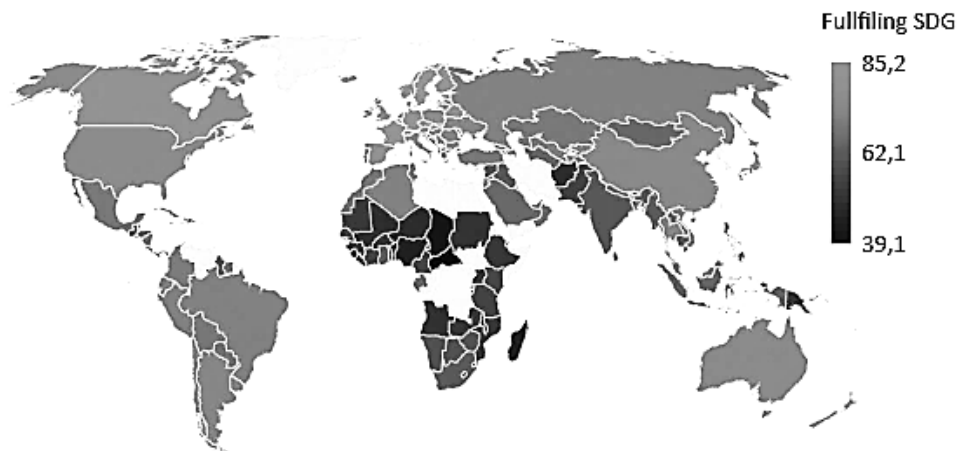


Рис. 2. Карта розподілу загальної оцінки досягнення ЦСР за країнами світу

Цей звіт про сталий розвиток надає всебічну оцінку того, наскільки країни близькі до досягнення цілей ЦСР на основі найновіших даних, доступних для всіх 193 держав-членів ООН. Цьогорічний звіт містить 91 глобальний індикатор, а також 30 додаткових показників для країн ОЕСР.

Аналізуючи звіт 2021 р., можна зробити висновок, що три скандинавські країни очолюють оцінку досягнення ЦСР (Фінляндія, Швеція та Данія). Усі країни в топ-20, крім Хорватії, є країнами організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), що можна простежити за табл. 1.

Таблиця 1. Топ-20 країн за оцінкою досягнення ЦСР у 2021 р.

Rank	Country	Score	Rank	Country	Score
1	Finland	85,9	11	Netherlands	81,6
2	Sweden	85,6	12	Czech Republic	81,4
3	Denmark	84,9	13	Ireland	81,0
4	Germany	82,5	14	Croatia	80,4
5	Belgium	82,2	15	Poland	80,2
6	Austria	82,1	16	Switzerland	80,1
7	Norway	82,0	17	United Kingdom	80,0
8	France	81,7	18	Japan	79,8
9	Slovenia	81,6	19	Slovak Republic	79,6
10	Estonia	81,6	20	Spain	79,5

Джерело: складено авторами на основі [9].

Проте навіть країни-члени ОЕСР стикаються зі значними проблемами у досягненні кількох ЦСР. Кожна країна ОЕСР характеризується червоною позначкою (головні проблеми залишаються) принаймні за однією ЦСР. Виходячи з наявних (до пандемії) траєкторій, прогрес у багатьох країнах з високим рівнем доходу був недостатнім у сферах сталого споживання та виробництва, кліматичних заходів та захисту біорізноманіття (ЦСР 12–15).

Країни з низьким рівнем доходу, як правило, мають нижчі показники індексу. Частково це зумовлено характером ЦСР, які значною мірою зосереджені на подоланні бідності та забезпеченні доступу всього населення до основних послуг та інфраструктури (ЦСР 1–9). Як правило, бідніші країни не мають належної інфраструктури та механізмів для вирішення ключових екологічних проблем, які вирішуються в ЦСР 12–15. Проте до початку пандемії більшість країн із низьким рівнем доходу – за винятком тих, у яких тривають збройні конфлікти чи громадянська війна – досягали прогресу в напрямі припинення крайньої бідності та забезпечення доступу до основних послуг та інфраструктури, особливо у зв'язку із ЦСР 3 (міцне здоров'я) та ЦСР 8 (гідна праця та економічне зростання). Однак у багатьох випадках пандемія COVID-19 призвела до зворотного прогресу в досягненні ЦСР.

Іншим варіантом відстеження прогресу досягнення ЦСР є модифікований індекс людського розвитку, який розроблений антропологом і доктором Джейсоном Хікелем [10]. Даний індекс сталого розвитку (SDI) вимірює екологічну ефективність людського розвитку, визнаючи, що розвиток має бути досягнуто в межах планетарних кордонів.

Розрахунок SDI визначається показником «людського розвитку» країни, який отриманий шляхом аналізу статистичних даних щодо очікуваної тривалості життя, стану здоров'я, освіти і доходів. Отриманий результат ділиться на два ключові показники: викиди CO₂ та екологічний матеріальний слід, які розраховані як на душу населення, так і в розрахунку перевищення природних меж Землі. Країни з високим рівнем людського розвитку та меншим негативним впливом на навколишнє середовище мають високу оцінку, відповідно низькою оцінкою відзначаються країни з невисокою тривалістю життя та низьким рівнем грамотності. Але особливим фактором, що впливає на низьку оцінку країн, є потужний негативний вплив на навколишнє середовище. У табл. 2 наведено ТОП-20 країн за розрахунком індексу сталого розвитку станом на 2019 р.

Таблиця 2. ТОП-20 країн за оцінкою індексу сталого розвитку на основі даних 2019 р.

Rank	Country	Score	Rank	Country	Score
1	Costa Rica	0,853	11	Algeria	0,803
2	Sri Lanka	0,843	12	Dominican Republic	0,802
3	Georgia	0,839	13	Colombia	0,801
4	Armenia	0,827	14	Azerbaijan	0,796
5	Albania	0,826	15	Fiji	0,788
6	Kerala (India)	0,825	16	Tunisia	0,786
7	Panama	0,821	17	Ecuador	0,783
8	Peru	0,818	18	Mexico	0,780
9	Cuba	0,814	19	Argentina	0,777
10	Moldova	0,808	20	Bolivia	0,773

Джерело: складено авторами на основі [17].

Карту, яка відображає індекс сталого розвитку для кожної країни станом на 2019 р., показано на рис. 3.

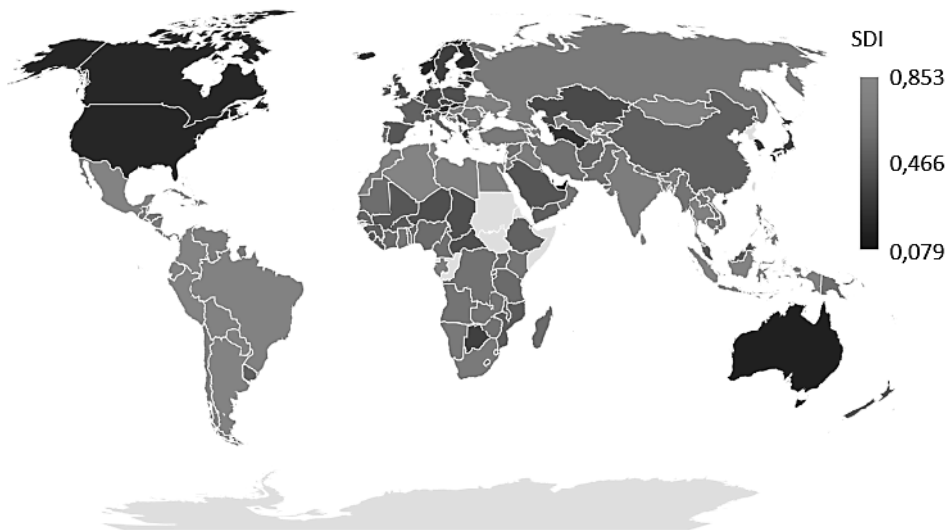


Рис. 3. Карта розподілу SDI за країнами світу

Джерело: побудовано авторами на основі [17]

Аналізуючи наявні дані, можна стверджувати, що деякі країни мають достатньо високі значення індексу, але вони не перетинають межу значення 0,9. Це свідчить про те, що ідеального показника за всіма складовими SDI не досягає жодна країна.

Методологія кількісної оцінки сталого розвитку країн, яку досліджували фахівці Світового центру даних (СЦД) з геоінформатики та сталого розвитку, ґрунтується на двох базових складових: компонентах якості (CqI) та безпеки (Csl) життя [11]. *Компонента якості життя* — інтегральна оцінка, яка враховує сумісно усі три виміри сталого розвитку, і, тим самим, відображає взаємозв'язок між трьома нероздільними сферами розвитку суспільства: економічною, екологічною та соціальною. Її структура включає 72 індикатори. Ступінь гармонізації сталого розвитку відображає баланс між його економічним, екологічним та соціально-інституціональним вимірами. *Компонента безпеки життя* описує сукупний вплив глобальних загроз на сталий розвиток різних країн та їх груп. На основі аналізу звітів міжнародних організацій СЦД виділяє такі загрози людства: глобальне зниження енергетичної безпеки, порушення балансу між біологічною можливістю землі та потребами людства, стрімке поширення інфекційних хвороб, наростання корупції, глобальне потепління та інші. Індекс вразливості країни до впливу сукупності глобальних загроз відображає ступінь наближення цієї країни одночасно до всіх загроз у просторі, який визначається нормою Мінковського.

Розподіл країн відповідно до значення індексу сталого розвитку показано на рис. 4. Рейтинг країн за індексом сталого розвитку, розрахованого за методикою СЦД, описує табл. 3.

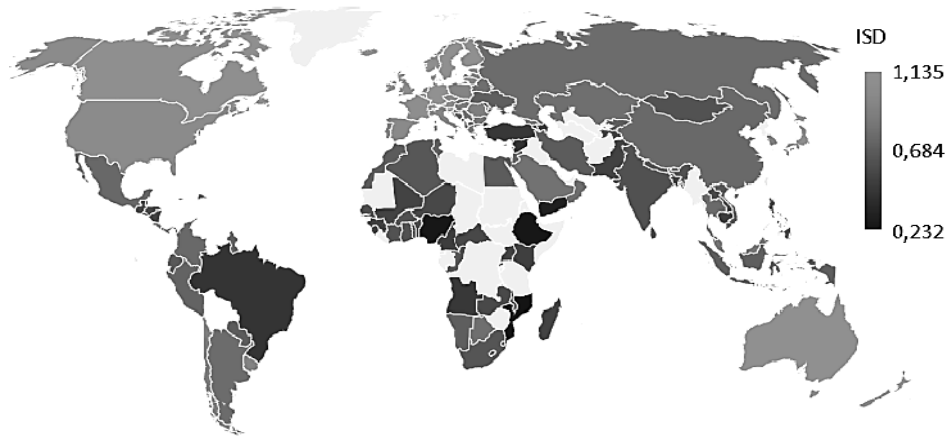


Рис. 4. Карта розподілу країн за значенням ISD
Джерело: побудовано авторами на основі [11].

Таблиця 3. Топ-20 країн за оцінкою індексу сталого розвитку (методологія СЦД) на основі даних 2020 р.

Rank	Country	Score	Rank	Country	Score
1	Switzerland	1,135	11	Iceland	1,091
2	Germany	1,130	12	Austria	1,090
3	Denmark	1,128	13	United Kingdom	1,088
4	Australia	1,114	14	Luxembourg	1,081
5	Sweden	1,112	15	Ireland	1,073
6	Canada	1,108	16	Belgium	1,068

Продовження табл. 3

Rank	Country	Score	Rank	Country	Score
7	Japan	1,098	17	France	1,061
8	Norway	1,095	18	Netherlands	1,060
9	New Zealand	1,094	19	Singapore	1,047
10	Finland	1,093	20	Czech Republic	1,026

Джерело: складено авторами на основі [11].

Аналіз табл. 1 – 3 показав, що найвищі показники, розраховані за методологією проекту «Sustainable development index», мають зовсім інші країни, аніж за двома попередніми. Це пояснюється різним змістом, що вкладається в поняття «сталий розвиток». Також можна стверджувати, що за своєю сутністю та складовою оцінка досягнення ЦСР та індекс сталого розвитку, запропонований науковцями СЦД, подібні та системно підходять до оцінки всіх вимірів сталого розвитку. З урахуванням додаткового впливу сукупності глобальних загроз на рівень сталого розвитку в роботі розглянемо індекс сталого розвитку, розрахований за методологією [11, 17].

ПОБУДОВА АПРОКСИМУЮЧОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Прогнозування рівня сталого розвитку країн Європи включатиме два етапи: прогнозування складових (метод Хольта) та прогнозування індексу сталого розвитку (за існуючою методологією та на основі регресійної моделі).

У межах дослідження прогнозування рівня сталого розвитку відбувалося для країн Європи, для яких характерною є розвинена та перехідна економіка. Усього було розглянуто 39 країн, які виокремлені в зазначені групи за типом економіки на основі офіційної класифікації ООН [18]. Для порівняння отриманих результатів також розраховано прогноз за існуючою методологією для вибірки з 3 країн (Україна, Фінляндія та Норвегія). Проведення дослідження було можливим завдяки використанню даних СЦД (за період 2005–2020 рр.) [1] та проекту SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDEX (за період 1990–2019 рр.) [17]. Як допоміжні використовувалися дані про прогноз чисельності населення планети [19]. Прогнозування рівня сталого розвитку країн Європи розраховано на 5 періодів (2020–2024 рр.). При цьому прогноз рівня сталого розвитку за методологією [11] визначений шляхом апроксимації регресійною моделлю, що дозволило розглянути не всі індикатори розвитку, а лише кілька основних, а прогнозні значення індексу сталого розвитку за [17] обчислювалися за формулами методології. Моделювання та аналіз виконано у застосунках MS Excel та RStudio.

Побудова багатофакторної регресійної моделі передбачає вибір таких показників, залежність між якими могла б найбільш точно описувати рівень сталого розвитку. Для цього проведено кореляційний аналіз зв'язку між індексом сталого розвитку та багатьма показниками трьох вимірів людського життя (економічного, соціального та екологічного). У результаті відібрано 9 показників, для яких значення коефіцієнта кореляції більше за 0,7 (наявний

сильний зв'язок між змінними). Інформацію про ці показники та коефіцієнти наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Обрані показники для моделювання рівня сталого розвитку

Номер показника	Indicators	Correlation
1	CP (corruption perception)	0,884
2	EF (economic freedom)	0,768
3	EPI (environmental performance index)	0,902
4	GPE (GDP per person employed)	0,822
5	IDI (ICT development index)	0,840
6	ITU (internet users)	0,830
7	LEX (life expectancy)	0,748
8	SRSC1 (research and development expenditure)	0,750
9	SRSC2 (researchers in R&D)	0,847

Джерело: складено авторами

Також прийнято рішення про поповнення переліку показників індексом яскравості нічних вогнів, оскільки проведене дослідження [20] показало наявність тісного зв'язку між цим індексом та показниками соціально-економічної складової сталого розвитку. Саме тому використання зазначених даних є доцільним для побудови багатофакторної регресійної моделі.

Таким чином, за допомогою програмної реалізації мовою R у застосунку RStudio на основі зазначених десяти показників отримано регресійну модель:

$$ISD \sim CP + EF + EPI + IDI + GPE + ITU + LEX + SRSC1 + SRSC2 + LIGHTS - 1$$

Інформацію про модель зазначено в табл. 5.

Таблиця 5. Звіт моделювання рівня сталого розвитку (модель 1)

Показник	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)
CP	1,885e-03	2,215e-04	8,507	<2e-16(***)
EF	4,417e-03	3,213e-04	13,748	<2e-16(***)
EPI	6,093e-03	3,193e-04	19,084	<2e-16(***)
IDI	-7,676e-03	2,448e-03	-3,135	0,00181(**)
GPE	1,270e-07	6,737e-08	1,886	0,05988(.)
ITU	-1,829e-04	2,177e-04	-0,840	0,40113
LEX	1,501e-03	2,806e-04	5,351	1,30e-07(***)
SRSC1	2,671e-02	4,264e-03	6,264	7,76e-10(***)
SRSC2	-4,523e-06	2,078e-06	-2,177	0,02993(*)
LIGHTS	6,930e-04	1,123e-04	6,168	1,37e-9(***)
Signif. codes: 0 «***» 0,001 «**» 0,01 «*» 0,05 «.» 0.1 «»				
Multiple R-squared: 0,9987 Adjusted R-squared: 0,9986 F-statistic: 4,017e+04 on 10 and 533 DF p-value: <2,2e-16				

Джерело: складено авторами.

Проаналізувавши звіт першої моделі, можна дійти висновку, що показник кількості користувачів інтернету (ITU) не значущий, а отже, його можна вилучити з моделі. Найменш значущий показник ВВП, тому спробуємо його значення змінити відповідно до масштабу інших наявних даних. Для цього введемо в модель логарифм значень цього показника. Маємо модель такого вигляду:

$$ISD \sim CP + EF + EPI + IDI + LN(GPE) + LEX + SRSC1 + SRSC2 + LIGHTS - 1.$$

Інформацію про результати моделювання наведено в табл. 6.

Таблиця 6. Звіт моделювання рівня сталого розвитку (модель 2)

Показник	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)
CP	2,092e-03	1,922e-04	10,884	<2e-16(***)
EF	3,517e-03	3,337e-04	10,541	<2e-16(***)
EPI	6,043e-03	2,976e-04	20,304	<2e-16(***)
IDI	-7,129e-03	1,604e-03	-4,445	1,07e-05(***)
LN_GPE	2,926e-02	5,298e-03	5,522	5,23e-08(***)
LEX	-1,977e-03	6,807e-04	-2,904	0,00384(**)
SRSC1	2,783e-02	3,961e-03	7,028	6,42e-12(***)
SRSC2	-5,524e-06	1,995e-06	-2,769	0,00582(**)
LIGHTS	6,275e-04	1,100e-04	5,707	1,91e-08(***)
Signif. codes: 0 «***» 0,001 «**» 0,01 «*» 0,05 «.» 0.1 «»				
Multiple R-squared: 0,9987 Adjusted R-squared: 0,9987 F-statistic: 4,69e+04 on 10 and 534 DF p-value: <2,2e-16				

Джерело: складено авторами.

Наразі видно, що всі зазначені в моделі показники значущі, коефіцієнт детермінації дуже близький до 1 і становить 0,9987. Отже, відповідно до побудованої нами моделі зміна рівня сталого розвитку на 99,87% пояснюється зміною дев'яти показників різних вимірів життя людства. Саме тому ця модель цілком придатна для прогнозування.

АНАЛІЗ ПРОГНОЗІВ АПРОКСИМУЮЧИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Наступним кроком обчислюємо рівень сталого розвитку країн Європи, використовуючи прогнозовані значення складових та побудовану регресійну модель. Результати прогнозування для всіх країн наведено в табл. 7.

Аналіз отриманих результатів є важливим етапом дослідження. Рівень сталого розвитку окремих країн (Україна, Норвегія та Фінляндія), а також прогнозовані значення до 2024 р. Зліва відображено результати моделювання на основі методології СЦД шляхом апроксимації (ISD), а справа – методології проекту SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDEX (SDI).

Таблиця 7. Результати прогнозування рівня сталого розвитку на основі багатофакторної регресійної моделі

Country	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Albania	0,737	0,761	0,762	0,763	0,764	0,765
Austria	1,091	1,121	1,122	1,122	1,122	1,123
Belarus	0,782	–	–	–	–	–
Belgium	1,058	1,069	1,068	1,067	1,066	1,065
Bosnia and Herzegovina	0,698	0,731	0,732	0,733	0,735	0,736
Bulgaria	0,865	0,842	0,841	0,841	0,840	0,840
Croatia	0,883	0,880	0,884	0,888	0,892	0,895
Cyprus	0,916	0,920	0,919	0,918	0,917	0,916
Czech Republic	1,023	1,005	1,005	1,005	1,004	1,004
Denmark	1,124	1,161	1,161	1,161	1,160	1,160
Estonia	1,017	1,023	1,021	1,020	1,019	1,018
Finland	1,113	1,146	1,147	1,148	1,149	1,150
France	1,040	1,051	1,050	1,050	1,049	1,048
Germany	1,127	1,114	1,113	1,112	1,110	1,109
Greece	0,882	0,891	0,891	0,890	0,890	0,890
Hungary	0,891	0,894	0,893	0,892	0,891	0,889
Iceland	1,082	1,073	1,072	1,070	1,068	1,067
Ireland	1,081	1,089	1,089	1,089	1,088	1,088
Italy	0,985	0,955	0,954	0,953	0,952	0,952
Kazakhstan	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742
Latvia	0,902	0,939	0,938	0,938	0,937	0,937
Lithuania	0,960	0,961	0,961	0,961	0,960	0,960
Luxembourg	1,074	1,135	1,134	1,133	1,132	1,131
Macedonia	0,788	0,839	0,840	0,841	0,841	0,842
Moldova	0,682	0,672	0,671	0,670	0,669	0,668
Montenegro	0,782	0,752	0,753	0,754	0,755	0,756
Netherlands	1,114	1,102	1,101	1,100	1,100	1,099
Norway	1,098	1,115	1,116	1,117	1,119	1,120
Poland	0,947	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925
Portugal	0,988	0,938	0,938	0,938	0,937	0,937
Romania	0,862	0,903	0,904	0,904	0,904	0,904
Serbia	0,795	0,803	0,804	0,806	0,807	0,809
Slovakia	0,925	0,918	0,918	0,918	0,917	0,917
Slovenia	0,998	0,985	0,984	0,984	0,984	0,984
Spain	1,000	0,986	0,986	0,985	0,985	0,985
Sweden	1,105	1,148	1,148	1,148	1,148	1,148
Switzerland	1,125	1,187	1,187	1,186	1,186	1,186
Ukraine	0,694	0,694	0,692	0,691	0,690	0,689
United Kingdom	1,092	1,129	1,129	1,129	1,128	1,128

Джерело: складено авторами.

Як видно з рис. 5, для України загальний рівень сталого розвитку за обома індексами досить схожий — 0,7–0,8. Для Норвегії та Фінляндії, які є розвиненими країнами, значення індексів дещо різняться, що пояснюється різною спрямованістю розуміння сталого розвитку науковцями. SDI більшою мірою має екологічне спрямування у той час, як ISD враховує усі три виміри (соціальний, економічний та екологічний) у рівних пропорціях.

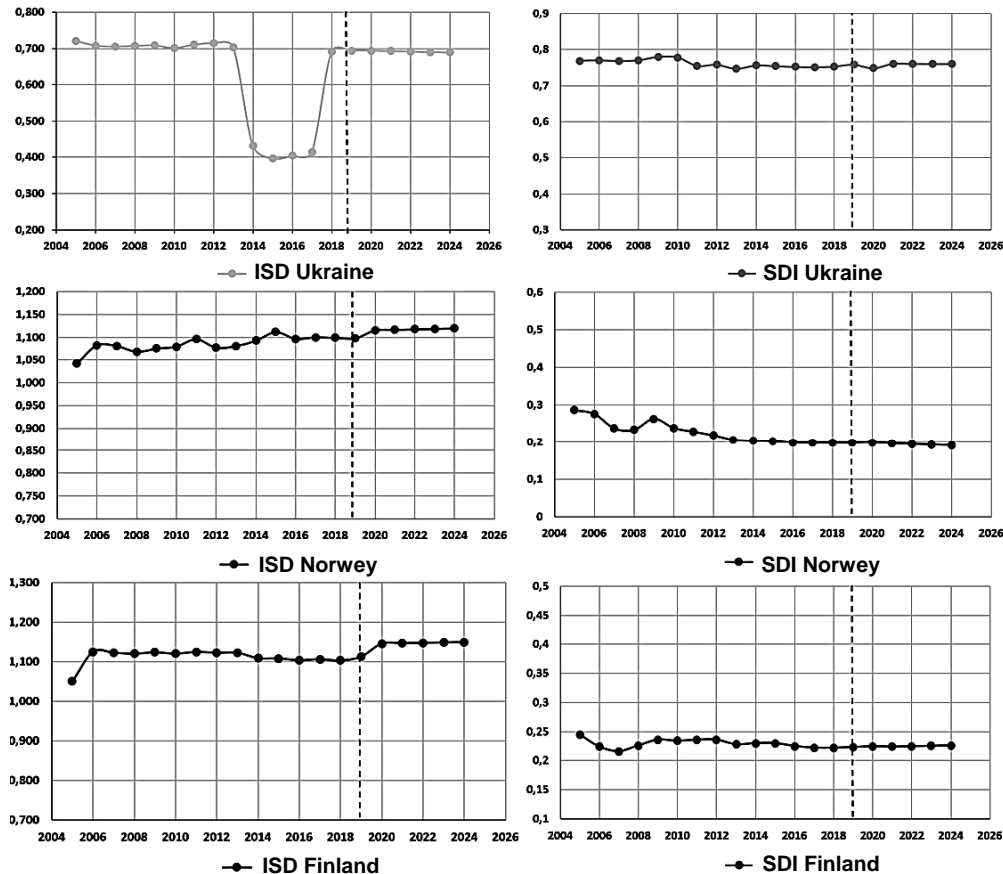


Рис. 5 Результати прогнозування рівня сталого розвитку для України, Норвегії та Фінляндії (з використанням апроксимації та існуючої методики)

Джерело: побудовано авторами.

Щодо прогнозних значень, то загалом вони відповідають установленим в останні роки тенденціям. Так, наприклад, для Норвегії у 2020–2024 рр. значення ISD буде незначно зростати та оцінюватиметься на рівні 1,1–1,12, а SDI – зменшуватись з 0,2 до 0,19. Для Фінляндії характерним є помітне збільшення ISD у 2020 р. з 1,1 до 1,15 і надалі спостерігається стабільне значення – приблизно 1,15. Щодо SDI, то значення є стабільним на рівні 0,22–0,23 увесь період прогнозування.

Для України прогнозні значення рівня сталого розвитку ISD відповідають загальній тенденції 2005–2012 рр. і 2018–2019 рр. Значне зниження цього показника у 2013–2017 рр. спричинено воєнними діями на сході країни, але вже у 2018 р. показник сталого розвитку повернувся до звичного рівня, саме тому значення на період 2020–2024 рр. цілком описують загальну тенденцію. SDI для України у прогнозований період має стабільне значення 0,76, незважаючи на зниження показника до 0,75 у 2020 р. Звісно, прогноз для України не може враховувати воєнне вторгнення агресора на територію

країни, що розпочалось 24 лютого 2022 р. Це в будь-якому випадку призведе до надвеликого зниження рівня сталого розвитку.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дослідження розглянуто методології оцінювання рівня сталого розвитку країн, визначено їх основні відмінності.

З використанням кореляційно-регресійного аналізу та аналізу часових рядів побудовано апроксимуючу модель для визначення рівня сталого розвитку, що складається з 9 параметрів і забезпечує необхідний рівень достовірності. На основі запропонованої моделі виконано розрахунки прогнозних значень індексу сталого розвитку для 39 країн.

Проведений аналіз дає підстави стверджувати, що визначати рівень сталого розвитку можна на основі моделі апроксимації, використовуючи набагато меншу кількість індикаторів розвитку територій, що не призведе до значної втрати інформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. O.O. Muzhylko, "The main origins of the idea of sustainable development and the path of Ukraine's transition to the principles of sustainable development," (in ukr.), *Derzhavne upravlinnya: udoskonalennya ta rozvytok*, no. 7, 2011. Available: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=300>
2. Michael Zgurovsky, "Impact of the information society on sustainable development: global and regional aspects," *Data Science Journal*, vol. 6, Supplement, pp. 137–145, 11 March 2007. Available: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dsj/6/0/6_0_S137/_pdf
3. V.B. Burkinskij, V.N. Stepanov, and S.K. Harichkov, *Economic and environmental bases of regional nature management and development*, (in rus.). Odessa : Feniks, 2005, 575 p.
4. R.M. Nurtdinov and A.R. Nurtdinov, "From the theory of economic growth to the concept of sustainable development: issues of rethinking," (in rus.), *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*, 2012. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-teorii-ekonomicheskogo-rosta-k-kontseptsii-ustoychivogo-razvitiya-voprosy-pereosmysleniya>
5. L. Scutaru, "Economic Development Versus Sustainable Development," *Ecoforum*, vol 2, no. 1, 2013. Available: <http://www.ecoforumjournal.ro/index.php/eco/article/view/19>
6. O.V. Khanova and S.O. Skibina, "Sustainable development of the EU countries: evaluation methodology and indicators," (in ukr.), *Problemy ekonomiky*, no. 3, pp. 20–32, 2017.
7. A.V. Tsvikilevich, *Improvement of management of municipal education development*, (in rus.). M.: Akademija estestvoznaniya, 2006, 138 p.
8. "Sustainable Development Report 2019," *Sustainable Development Report*. Available: <https://sdgindex.org/reports/sustainable-development-report-2019/>
9. "Sustainable Development Report 2021," *Sustainable Development Report*. Available: <https://www.sustainabledevelopment.report/reports/europe-sustainable-development-report-2021/>
10. Jason Hickel, "The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the Anthropocene," *Ecological Economics*, vol. 167, 106331, January 2020. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800919303386>
11. *Sustainable Development Analysis: Global and Regional Contexts. Part. 1. Global Analysis of Quality and Security of Life*; International Council for Science (ISC) and others; Scientific Supervisor of the Project M. Zgurovsky. K.: Igor Sikorsky KPI, 2019, 328 p. Available: <http://wdc.org.ua/sites/default/files/SD2019-P1-FULL-EN.pdf>
12. I.M. Koreneva, "Peculiarities and genesis of the idea of sustainable development as a methodology of modern education," (in ukr.), *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriya*

- “Pedagogichni nauk”, issue 5, pp. 95–102, 2018. Available: <https://pedejournal.cdu.edu.ua/article/view/2512/2655>
13. K.Ju. Belousov, “The current stage of the evolution of the sustainable development concept and forming the paradigm of corporate sustainability,” (in rus.), *Problemy sovremennoj jekonomiki*, 1 (45), 2013. Available: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=4424>
 14. V.Ye. Khaustova and Sh.A. Omarov, “The concept of sustainable development as a paradigm for the development of the society,” (in rus.), *Problemi ekonomiki*, 1 (35), pp. 265–273, 2018. Available: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2018-1_0-pages-265_273.pdf
 15. Puja Mondal, “What is the Importance of Sustainable Development?”, *Your article library the next generation library*. Available: <https://www.yourarticlelibrary.com/environment/what-is-the-importance-of-sustainable-development/9910>
 16. *The SDGS in action. United nations Development programme*. Available: <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
 17. *Sustainable Development index*. Available: <https://www.sustainabledevelopmentindex.org/>
 18. *World Economic Situation and Prospects: statistical annex*. United Nations New York, 2020. Available: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1GIKLeIOeXaGMxgpLNud3WO9XcUv-EGsd>
 19. *World population pyramid from 1950 to 2100*. Available: <https://www.populationpyramid.net/ru/%D0%BC%D0%B8%D1%80-%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F/2024/>
 20. I.O. Pyshnograiev, I.O. Tkachenko, and S.V. Hapon, “Potential of night-time lights data to critical analysis of countries’ socio-economic indicators,” (in ukr.), *Ekonomichnyj visnyk NTUU «KPI»*, no. 19, pp. 54–62, 2021. Available: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.19.2021.240492>

Received 11.07.2022

INFORMATION ON THE ARTICLE

Ivan O. Pyshnograiev, ORCID: 0000-0002-3346-8318, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine, e-mail: pyshnograiev@gmail.com.

Ivanna O. Tkachenko, ORCID: 0000-0002-2684-0126, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine, e-mail: kpivanna.tkachenko@gmail.com.

ANALYSIS AND FORECASTING THE LEVEL OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE EUROPEAN CONTEXT / I.O. Pyshnograiev, I.O. Tkachenko

Abstract. The article highlights the results of the conducted research on forecasting the level of sustainable development in the European context. Based on the analysis of the scientific achievements of domestic and foreign scientists, it was determined that the existing methodologies had several problems associated with using a large number of indicators, which made it impossible to estimate a new object or period quickly. While considering this fact, the research aimed at constructing a model for calculating the level of sustainable development based on a limited set of open data, which would significantly facilitate the process of its assessment and forecasting. The basis of the research is data from the World Data Center for Geoinformatics and Sustainable Development and the “Sustainable development index” project. Modeling and analysis were carried out in MS Excel and RStudio applications. The obtained results demonstrate that it is possible to predict the level of sustainable development based on the approximation model using a limited set of territorial development indicators, which will lead to the loss of a minimal amount of information.

Keywords: sustainable development, European context, approximation model, territorial development indicators, forecasting.