

УДК 330.347

© С.К. Полумієнко, д-р фіз.-мат. наук, старш. наук. співробітник;

Л.О. Рибаків, д-р техн. наук, старш. наук. співробітник

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

ЩОДО ОЦІНКИ СТАЛОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ

Визначаються основи «технологічного» підходу до проблеми сталого розвитку. Пропонуються методи побудови індикативних оцінок сталості технологічного розвитку та відповідні індекси та індикатори.

Ключові слова: сталий розвиток, індикатори сталого розвитку, технологічний розвиток, базові індикатори.

Основні визначення та підходи до оцінювання

Розвиток індустріального й, далі, інформаційного суспільства та подальший перехід до інтенсивних форм господарювання, спрямований на підвищення продовольчого, матеріального забезпечення та добробуту багаторазово зростого населення Землі, призвели до прискореного використання природних ресурсів, зниження якості середовища існування людини, включаючи й загрози її подальшого існування. Ця глобальна проблема, включаючи її різнобічні структурні та регіональні фактори, була проголошена Конференцією ООН по навколишньому середовищу та розвитку в «Порядку денному XXI століття» як проблема сталого розвитку [1].

Зараз найбільш загальноприйнятим є наступне його визначення. Сталий розвиток (*sustainable development*) [2] розглядається як процес змін, у якому експлуатація природних ресурсів, напрямки інвестицій, орієнтація науково-технічного розвитку, розвиток особистості та інституціональних змін погоджені один з одним та зміцнюють нинішній та майбутній потенціал для задоволення людських потреб і устремлінь. В цілому таке визначення узгоджується з іншими, наприклад, з формулюванням Всесвітнього банку: «сталий розвиток – це управління сукупними активами (фізичний, природний та людський капітал) суспільства в інтересах збереження та збільшення людських можливостей [2, 3]».

Починаючи з 1992 р., напрацьовано безліч методів знаходження шляхів сталого розвитку [4, 5]. Проте, в 2013 р. Департамент зі сталого розвитку ООН (ДСР) випустив «Прототип звіту» зі сталого розвитку в світі [6], де відмічається, що незважаючи на участь в дослідженнях більше, ніж 37000 авторів, що опублікували близько 150000 робіт, немає значних зрушень в досягненні сталого розвитку, сам ДСР за 20 років так і не розробив звичного регулярного звіту зі стану проблеми. Одним із вказаних недоліків створених методів є секторальний

підхід, спрямування досліджень чи стратегій тільки на певну галузь, що звужує та, певним чином, змінює головну проблему досягнення сукупної збалансованості розвитку трійки «населення – виробництво – природа», яка декларується практично в усіх прийнятих міжнародних та національних документах щодо сталого розвитку [4, 5–13].

В [14] така концепція сталого розвитку з посиланнями на робочу групу ЄС доповнюється необхідністю аналізу впливу технологій інформаційного суспільства на сталий розвиток. Для вирішення проблеми сталості пропонуються два принципи. Перший пов'язаний з поняттям дематеріалізації, що має на увазі як підвищення ефективності використання матеріалів та енергії, так і зміну стилю поведінки людей. Ключем до такого процесу можуть служити інформаційні технології (ІТ), вбудовані в суспільний устрій. Другий принцип – необхідність справедливої системи розподілу благ. Іншими словами, необхідно створити нові соціальні стандарти подальшого справедливого розвитку.

Для цього можуть обиратися різні засоби та підходи – формування кінцевих цілей, включаючи їх наукове обґрунтування; універсальні підходи до вирішення різних проблем; плани дій та їх виконання, звісно їх поєднання, поширення та узагальнення та ін. У будь-якому разі ці засоби ґрунтуються на тих або інших параметрах – індикаторах, які характеризують різнобічні властивості системи «населення – виробництво – природа».

Національні системи індикаторів сталого розвитку, зокрема, створені в Російській Федерації [5], Німеччині [13], Білорусі [15], Ірландії [16], Великобританії, Франції, Канади, США [17]. Загальна характеристика підходів до створення систем індикаторів сталого розвитку наведена в наступній таблиці.

Таблиця 1 – Підходи до визначення індикаторів сталого розвитку

Підходи	Методичні особливості
Збалансованість впливів	Індикатори сталості відображають ступінь збалансованості рівнів господарського розвитку та існуючого природного потенціалу.
Біотична регуляція та стабілізація середовища	Індикатори характеризують стан природних екосистем і біорізноманіття з точки зору можливості забезпечення повноцінного регулювання навколишнього середовища для збереження його стабільності та відновлення.
Регіональна пріоритетність	Індикатори сталості класифікуються за рівнями пріоритетності відносно регіональної специфіки на ключові (основні), додаткові та специфічні.
Ступінь реагування	Індикатори характеризують рівень впливу (тиску) на навколишнє середовище та його стан та рівень адекватності реагування на це зі сторони суспільства.
Проблемна спрямованість	Індикатори характеризують найважливіші проблеми, пов'язані з охороною навколишнього середовища та раціональним природокористуванням на глобальному, національному та регіональному рівнях.
Порівняння оцінок	Інтегральні індикатори (індекси) забезпечують можливість порівняння та зіставлення окремих підприємств, регіонів і країн для ефективного управління з метою забезпечення сталого розвитку.

Визначення індикаторів залежить від вихідної задачі, її складових та шляхів вирішення. Найбільш повним представленням проблеми є трьохфакторні моделі сталого розвитку, що ґрунтуються на економічній, соціальній та екологічній складових, або чотирьохфакторні, які включають й інституціональну складову [4, 6, 11]. Іноді застосовується п'ятифакторна модель, яка включає також інноваційно-технологічну складову. Ці складові в залежності від постановки проблеми відображають набір функцій соціалізації, державного регулювання, суспільної відповідальності, екологічної безпеки, інформатизації, власності, корпоративності, ринкового регулювання, розподілу ресурсів, інтелектуалізації, транснаціоналізації, сумісного виконання яких забезпечує сталий розвиток країни [12, 18–19]. Зазначені фактори характеризуються через виробничі, ресурсні, фінансові, інституціональні, організаційні, культурні, політичні, психологічні параметри тощо [4].

На сьогодні кожна з країн, яка має та реалізує стратегію сталого розвитку, використовує свій набір відповідних індикаторів, загалом, зменшуючи їх кількість. Наприклад, ДСР істотно скоротив початковий перелік із 134 індикаторів [20], США у своїй стратегії сталого розвитку використовують 56 індикаторів, сім базових індикаторів були виділені у Великобританії [17, 21]. В Україні ж система індикаторів тільки відпрацьовується [9, 22]. Прийняттю постанову щодо сталого розвитку населених пунктів [23] не можна вважати повноцінним документом відповідного рівня,

Аналіз підходів до індикативного аналізу сталості розвитку показав, що при ньому, насамперед, домінує екологічна складова, відсуваючи на другий план проблему збалансованості спільного розвитку всіх складових цього процесу. З іншого боку, зведення дослідження процесу досягнення сталості тільки до проблеми збереження природи обґрунтовується її зрозумілістю та певною простотою в порівнянні зі складною для аналізу трьохфакторною моделлю. Але перетворення її на однофакторну зводить до ігнорування потреб суспільства, зокрема, в робочих місцях. Тільки збереження та зміцнення природного потенціалу не є достатнім для задоволення всіх потреб людини. Виходом із цього протиріччя можуть бути двофакторні моделі, що дозволяють проводити співставлення рівня навантаження на природу з певним агрегованим показником соціально-економічного розвитку.

Раніше таким показником міг бути рівень економічного розвитку. На сьогодні, коли ситуація вимагає аналізу більш широкої проблеми та відсутня повноцінна економічна модель, що дозволяє виявляти довгострокові тенденції розвитку системи «виробництво – населення – природа» [24], в якості фактору, що інтегрує рівень соціально-економічного розвитку держави та визначає її ефективність, можна визначити рівень технологічного розвитку. Вплив технологічного розвитку на трансформацію суспільства особливо помітний зараз, коли суспільство стало інформаційним. Саме фактор технологічного розвитку у двофакторній моделі сталого розвитку й може служити основою для моніторингу та відпрацювання відповідних стратегій.

Завдяки технологічному розвитку держава, існуючи в динамічному оточенні, може тривалий час зберігати свою життєдіяльність. Сталість внутрішньої впорядкованості та розвитку країни зберігається доти, доки лабільність функцій дозволяє державі продуктивно

діяти в деякому відносно стабільному оточенні. Але як тільки функціональні корекції переставляють давати бажаний результат, держава має реформуватися, змінюючи не тільки склад та кількість відповідних структурних елементів, але й відносини між ними. Це веде до ускладнення або спрощення управлінських структур та появи нових технологій. Які це будуть технології, залежить від того, наскільки рівень технологічного розвитку відповідає рівню пригніченості середовища, в якому держава перебуває. Тобто, переходимо до задачі співставлення рівня технологічного розвитку з рівнем пригнічення навколишнього середовища з метою знаходження такого співвідношення між ними, що забезпечувало б сталий розвиток.

Один з підходів до цього пропонується самими факторами технологічного розвитку. Сьогодні сучасні технології мають одну характерну рису – в усіх використовуються різноманітні інформаційні технології, які присутні або в їх створенні, або в безпосередньому застосуванні, а головне, істотно впливають на ефективність різних за функціональним призначенням виробничих, управлінських та інших технологій. Спостерігається стійка тенденція «зчеплення» будь-якого технологічного нововведення з ІТ, які, певним чином, й визначають його успіх [14, 25].

Крім ІТ, загальний рівень технологічного розвитку країни залежить від забезпеченості енергоресурсами, що істотно впливає на економіку та знаходиться під прямим впливом технологічного розвитку країни. У порівнянні з основними споживачами енергії в світі – США, Японією, Західною Європою, – в Україні є суттєва диспропорція у виробництві та споживанні енергії. Країна споживає більше 2% енергоресурсів планети, маючи чисельність населення менше 1%, рівень енергоспоживання в промисловості вдвічі більше, ніж у США та Німеччині, а в сільському господарстві – вдвічі нижче, ніж у США [26]. Однак це не є підґрунтям для зростання добробуту населення через високу енергоемність виробництва, пов'язану з технологічною відсталістю української економіки.

Таким чином, рівень технологічного розвитку енергетичних галузей та споживання енергії разом з рівнем використання ІТ безпосередньо впливають як на забезпечення енергоресурсами, так і на кількість і якість вироблених матеріальних благ для населення, на якість державного управління та ін. Зважаючи на це, агреговану сукупність цих двох факторів можна розглядати як інтегральний індекс, що відображає рівень технологічного розвитку окремих галузей і країни в цілому, та розглядати його співвідношення з рівнем пригнічення навколишнього середовища, що дасть оцінки розвитку всіх технологій, взаємин між владою, ринком, людиною та технологіями, і, в результаті, оцінки рівня технологічного розвитку та сталості життєдіяльності суспільства [27, 28].

Рівень технологічного розвитку та рівень пригнічення навколишнього середовища знаходяться у взаємозалежності, крім того, їх залежність від багатьох різноманітних факторів у сполученні з непередбачуваністю значень не дозволяє провести їх оцінку та необхідне узагальнення на формальному рівні без попередньої структуризації їх складу та знаходження кількісних характеристик. Це вимагає знайти наступні оцінки :

- технологічного розвитку;
- техногенного пригнічення навколишнього середовища;

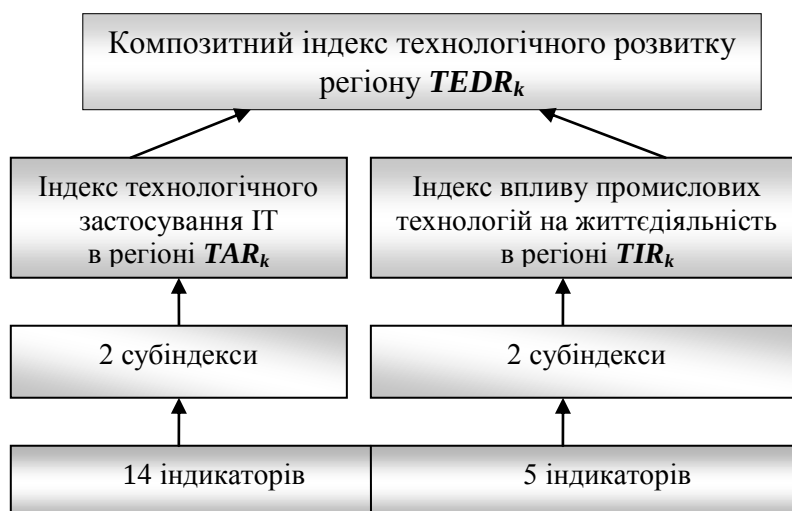
- сталості досягнутого рівня розвитку країни через співставлення рівня технологічного розвитку з рівнем пригнічення навколишнього середовища.

Оцінка рівня технологічного розвитку

Всю сукупність технологій за їх функціональною спрямованістю можна розділити на: універсальні, до яких, зокрема, відносяться інформаційні технології, та галузеві або спеціалізовані технології. Для поступального та гармонічного розвитку суспільства необхідно, щоб розвиток універсальних технологій випереджав розвиток галузевих, а їх проникнення в останні було б швидким і повним. При цьому результати застосування нових технологій важко піддаються кількісній оцінці, тут однією з проблем є необхідність інтеграції різноманітних функціональних галузей, де реалізуються нововведення.

Частково проблема оцінки технологічного рівня розвитку може бути вирішена шляхом визначення поширення ІТ по функціональних галузях інформаційно-технологічної інфраструктури [29]. Саме цей підхід й використовується надалі, насамперед, у формуванні індексу технологічного розвитку.

Оцінка виконується на основі індексу технологічного розвитку **TEDR**, який розраховується по регіонах країни k та будується за ієрархічною схемою, представленою на мал. 1, за загальним підходом до формування композитних індексів (див., зокрема, [7, 27, 29]), який застосовувався авторами і в Національній системі індикаторів розвитку інформаційного суспільства [30].



Мал. 1 – Структура індексу **TEDR_k**.

Індекс технологічного розвитку регіону **TEDR** (TEchnological Development of the Region) ґрунтується на наборі базових індикаторів, наведених в наступній таблиці. Їх вибір виконано у відповідності з методичними рекомендаціями ДСР [12, 20, 21, 31] та з основними системними принципами прогнозування технологічного розвитку [32]: врахування світового технологічного імперативу; цільова спрямованість; порівнянність оцінок; вимірність результатів; системність оцінок; адресність результатів; сприйнятність оцінок, а саме:

- індикатор повинен відігравати значиму роль у відстеженні процесу або об'єкта, що досліджується, стимулюючи до реакції на реалії, що ним відображаються;
- індикатор повинен мати достатній ступінь чутливості до рівня та спрямованості змін для оцінки причин їх виникнення;
- індикатор повинен бути інформативним, доступним та наочним;
- інформаційною основою для розрахунку індикаторів сталого розвитку повинна виступати наявна державна статистична інформація, офіційна відомча інформація від консультантів, аналітиків і експертів, що об'єктивно відображає реальну ситуацію;
- склад індикаторів повинен бути обґрунтованим і відповідати міжнародним підходам, вимогам і стандартам.

Таблиця 2 – Перелік базових індикаторів для обчислення індексу TEDR

№	Назва індикатора	Індекси	
		TAR	TIR
1	Частка Інтернет-користувачів	+	
2	Частка Інтернет-користувачів широкосмугового доступу	+	
3	Частка користувачів мобільного Інтернету	+	
4	Частка домогосподарств, що мають комп'ютери	+	
5	Рівень концентрації населення в зоні покриття рухомого (мобільного) зв'язку	+	
6	Рівень розвитку рухомого (мобільного) зв'язку	+	
7	Потенційний попит на товари, роботи та послуги у сфері інформаційних технологій	+	
8	Частка науково-дослідних організацій в ІТ-сфері	+	
9	Рівень регіональної підтримки діяльності суб'єктів підприємницької діяльності у сфері інформаційних технологій	+	
10	Рівень інноваційної активності	+	
11	Сфера використання інформаційних технологій підприємствами, конструкторськими та проектними організаціями	+	
12	Рівень використання сучасних ІТ на виробництві	+	
13	Рівень використання науковцями сучасних інформаційних технологій.	+	
14	Рівень розвитку електронного урядування	+	
15	Рівень впливу паливно-енергетичного комплексу на життєдіяльність регіону		+
16	Рівень енергозабезпечення енергоємних підприємств (переробна промисловість)		+
17	Рівень використання новітніх технологій на виробництві		+
18	Рівень регіонального планування, моніторингу та контролю за процесами технологічного розвитку (через використання ІТ)		+
19	Рівень створення передових промислових технологій		+

На основі цих індикаторів визначаються агрегати, які характеризують різні складові технологічного розвитку. Складові ступеня розвитку інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури (ІТІС) характеризують наступні агрегати, що визначаються як відповідні середні арифметичні значення:

- по індикаторах 1–6 (табл. 2) утворюється агрегат W рівня телекомунікацій та апаратно-програмних засобів;
- по індикаторах 7–10 (табл. 2) – агрегат M рівня наукового, економічного та інституціонального забезпечення розвитку ІТ.

У результаті розраховується проміжний субіндекс загального розвитку ІТІС DL :

$$DL = e^{1+W} e^{1+M}.$$

Разом з цим субіндексом розраховується проміжний субіндекс рівня використання ІТІС UL , що включає розрахунки наступних агрегатів:

- ступінь використання ІТ підприємствами та організаціями, що опосередковано вказує на рівень впливу ІТ на виробничий та науковий потенціал, агрегат F – середнє арифметичне індикаторів 11 – 13 (табл. 2);
- ступінь використання ІТ органами регіонального управління та місцевого самоврядування, визначається умовний агрегат P , який дорівнює індикатору 14 (табл. 2).

Тоді, субіндекс UL має наступний вигляд –

$$UL = e^{1+F} e^{1+P},$$

а субіндекс технологічного застосування ІТ TAR індексу $TEDR$ –

$$TAR = DL + UL.$$

За аналогією з цим субіндексом розраховується субіндекс впливу промислових технологій на життєдіяльність регіону TIR .

На основі індикаторів розраховуються агрегати, що характеризують:

- технологічний рівень енергопостачальних та енергоємних галузей, E – середнє арифметичне індикаторів 15–16 (табл. 2);
- ступінь розвитку промислових підприємств в регіоні, умовний агрегат I , дорівнює індикатору 17;
- рівень управління технологічним розвитком та впровадження нових технологій: агрегат C дорівнює індикатору 18;
- рівень науково-інформаційного забезпечення технологічного розвитку: агрегат S , дорівнює індикатору 19.

Далі утворюються проміжні субіндекси: рівень технологічного розвитку промисловості DI та рівень забезпечення технологічного розвитку PI :

$$DI = e^{1+I} e^{1+E}, PI = e^{1+C} e^{1+S},$$

та їх сума, що й утворює субіндекс TIR –

$$TIR = DI + PI.$$

Індекс **TEDR** розраховується (див. мал. 1) як середнє арифметичне значень індексу технологічного застосування ІТ **TAR** (Technological Application in the Region) та індексу впливу промислових технологій на життєдіяльність регіону **TIR** (Technological Impact on the Region):

$$TEDR = (TAR + TIR)/2.$$

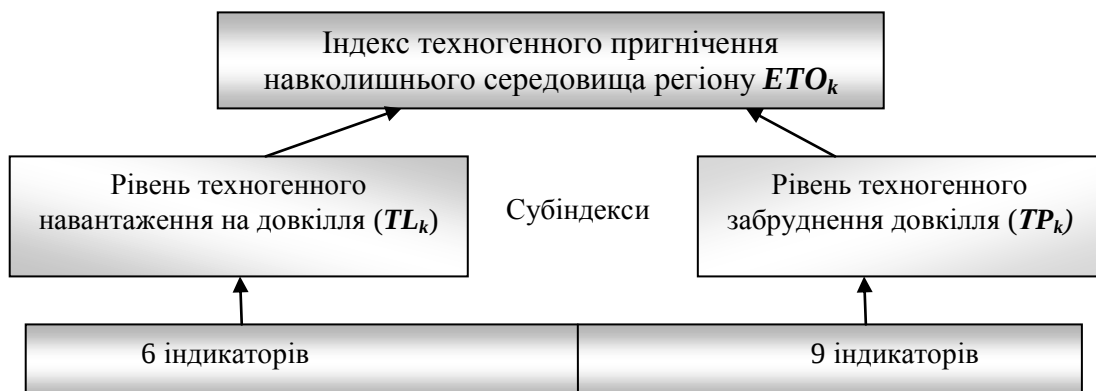
У залежності від значення **TEDR** можна виділити три рівні технологічного розвитку країни: екстенсивний, інтенсивний та синергетичний [27].

Оцінка рівня техногенного пригнічення навколишнього середовища

Оцінка виконується на основі індексу техногенного пригнічення навколишнього середовища **ETO** з урахуванням рекомендацій ДСР, згідно з якими він має відображати [20]:

- викиди шкідливих речовин, захист атмосфери від забруднення;
- обсяги споживання чистої води, збереження водних ресурсів та прибережних територій від забруднення;
- збереження біологічного різноманіття;
- раціональність використання земельних ресурсів;
- ефективність боротьби з опустелюванням і посухами, збереження лісів;
- розвиненість сільських районів і сталість ведення сільського господарства;
- екологічно безпечне використання біотехнологій;
- обсяги шкідливих відходів та безпеку твердих відходів, стічних вод;
- забруднення середовища токсичними, небезпечними та радіоактивними відходами.

Процедура обчислення індексу **ETO** (див. мал. 2) аналогічна процедурі обчислення індексу **TEDR**, але базується тільки на обчисленні субіндексів рівня техногенного навантаження на довкілля **TL** та рівня техногенного забруднення довкілля **TP**.



Мал. 2 – Структура індексу **ETO_k**

Для обчислення цього індексу використовується 15 індикаторів, які базуються, перш за все, на офіційних статистичних даних та інформації з екологічних паспортів областей

України, розміщених на сайті Міністерства екології та природних ресурсів України, а також на інформації, визначеній за допомогою експертних методів (див. табл. 3).

Таблиця 3 – Перелік базових індикаторів для обчислення індексу *ЕТО*

№	Назва індикатора	Субіндекси	
		<i>TL</i>	<i>TP</i>
1	Рівень індустріалізації	+	
2	Рівень концентрації промислових підприємств	+	
3	Рівень нагромадження твердих побутових відходів	+	
4	Рівень безконтрольності при використанні природних ресурсів	+	
5	Рівень впливу екологічно небезпечних об'єктів	+	
6	Ступінь технологічного зношення очисних споруд	+	
7	Рівень підтоплених земель		+
8	Ступінь деградації земель		+
9	Рівень дефіциту при використанні гідроресурсів		+
10	Рівень нестачі свіжої води на господарсько-питні потреби		+
11	Частка забруднених оборотних вод		+
12	Ступінь порушення гідрологічного та гідрохімічного режиму малих рік		+
13	Рівень забруднення атмосферного повітря		+
14	Передумови для поглиблення техногенного забруднення		+
15	Передумови для втрати біорізноманіття		+

Як і вище, для розрахунку індексу *ЕТО* спочатку обчислюються агрегати:

- ступінь індустріалізації, агрегат *J* – середньоарифметичне значення індикаторів 1–3 (табл. 3);
- ступінь екологічної небезпеки від підприємств, агрегат *H* – індикаторів 4–6 (табл. 3);
- ступінь забруднення земель, агрегат *K* – індикаторів 7–8 (табл. 3);
- ступінь забруднення водойм, агрегат *L* – індикаторів 9–12 (табл. 3);
- ступінь забруднення атмосферного повітря, умовний агрегат *A*, дорівнює індикатору 13 (табл. 3);
- ступінь пригнічення біосфери, агрегат *B* – середньоарифметичне значення індикаторів 14–15 (табл. 3).

На основі цих агрегатів утворюються зазначені вище субіндекси техногенного навантаження на довкілля *TL* та техногенного забруднення довкілля *TP*:

$$TL = e^{1+J} e^{1+H}, TP = e^K e^L e^A e^B,$$

та індекс техногенного пригнічення навколишнього середовища регіону *ЕТО* –

$$ETO = TL + TP.$$

Оцінка сталості технологічного розвитку країни

Оцінка виконується за індексом **SUTED** (SUStainable TEchnological Development) шляхом порівняння середньозважених значень регіональних рівнів технологічного розвитку **TD** та екологічного благополуччя **EW** (Environmental Welfare), які оцінюються через індекси **TEDR_k** та індекс **ETO_k**

$$TD = \frac{w_1 TEDR_1 + \dots + w_n TEDR_{27}}{w_1 + \dots + w_{27}};$$

$$EO = \frac{w_1 ETO_1 + \dots + w_n ETO_{27}}{w_1 + \dots + w_{27}};$$

де **TD** – середньозважене значення індексів **TEDR_k**, **EO** – середньозважене значення індексів **ETO_k** по всіх регіонах України, $k = 1, \dots, 27$, w_k – вага i -го регіону, яка визначається експертним шляхом та залежить від відношення площі регіону до загальної площі країни, його впливу на життєдіяльність країни та інших факторів (зауважимо, що вага регіону не є результатом простого ділення відповідних площ, їх сума також не дорівнює одиниці, водночас чим більше відсоток площі регіону, тим вище його вага).

На основі **EO** вводиться індекс екологічного благополуччя **EW**:

$$EW = \frac{1}{EO} \cdot 10^3,$$

та індекс технологічного розвитку країни:

$$SUTED = e^{-x^2} \cdot k, \quad x = (TD - EW)^2 \cdot c,$$

k та **c** – масштабні коефіцієнти.

Виходячи з формули, значення **SUTED** досягає максимуму, якщо **TD** дорівнює **EW**. У цьому випадку забезпечується сталий технологічний розвиток, країна добре адаптується до внутрішніх і зовнішніх змін, технологічні та екологічні процеси перебувають у стані рівноваги, відхилення від якого не вигідне з обох точок зору.

Інакше кажучи, будь-які дії, спрямовані на підвищення індексу технологічного розвитку **TD**, не можуть проводитися без аналізу впливу на індекс екологічного благополуччя **EW**, також як і протилежні дії, спрямовані на зниження індексу **EW** без урахування впливу на індекс **TD**. Природно, що рівноважна ситуація, коли **TD** дорівнює **EW**, є скоріше теоретичною. В залежності від різниці між значеннями рівнів технологічного розвитку та значення **SUTED**, можна виділити різні ситуаційні зони (див. табл. 4).

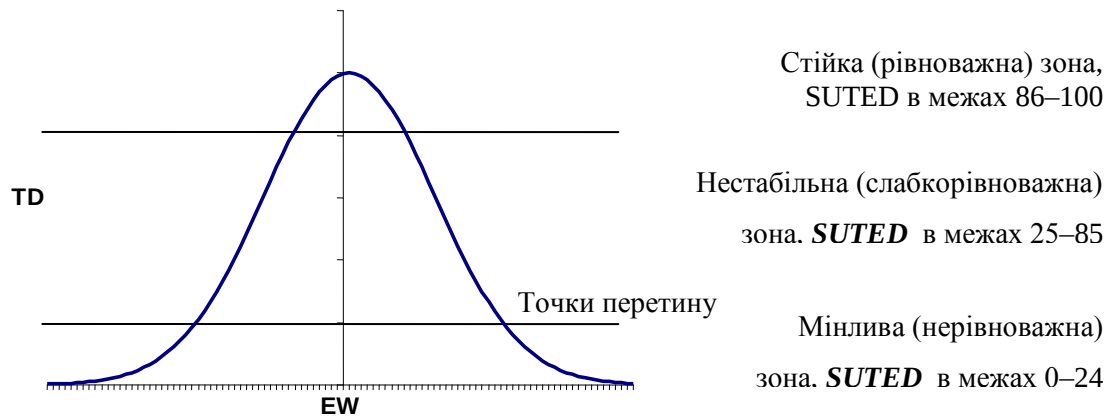
Таблиця 4 – Якісна характеристика рівня технологічного розвитку

Оцінка ситуації для технологічного розвитку	Різниця поміж значеннями <i>TD</i> та <i>EW</i>
Стійка (рівноважна) <i>SUTED</i> знаходиться в межах 86–100 (абсолютне значення)	1–19
Нестабільна (слабкорівноважна) <i>SUTED</i> знаходиться в межах 25–85 (абсолютне значення)	20–34
Мінлива (нерівноважна) <i>SUTED</i> знаходиться в межах 0–24 (абсолютне значення)	35 та більше

Якщо рівень технологічного розвитку та рівень екологічного благополуччя достатньо близькі (різниця значень *TD* та *EW* не більше 19 одиниць), то країна перебуває в сталій (рівноважній) зоні, тобто вона має потенціал для забезпечення сталого технологічного розвитку та здатна модифікувати діючі технології або своє оточення при несприятливих змінах, щоб не допустити зниження ефективності або відновити її. Тобто, завдяки сталому технологічному розвитку країна може тривалий час зберігати свою життєдіяльність.

Якщо різниця між *TD* і *EW* знаходиться у діапазоні 20–34 одиниці, то країна перебуває в нестабільній (слабкорівноважній) ситуації, яка визначається як «межа ефективного розвитку». Перебуваючи в цій області, процеси технологічного розвитку, хоча й відхиляються від рівноваги, але не настільки, щоб під впливом оточення почати деградувати. Вони тільки видозмінюють свою спрямованість та силу впливу на інші процеси життєдіяльності. Однак ресурсний потенціал в змозі забезпечити сталий технологічний розвиток тільки із застосуванням сучасних високоефективних і маловитратних технологій.

Якщо рівні технологічного розвитку та екологічного благополуччя відрізняються настільки суттєво, що значення *SUTED* знаходиться нижче точок перетину (див. мал. 3), то це вказує на те, що країна перебуває в мінливій (нерівноважній) ситуації. Це може виникнути і при $TD > EW$, і при $TD < EW$. У першому випадку – у державі неефективно використовується природний (ресурсний) потенціал. Тобто технологічний розвиток «рубає сук, на якому сидить». Така ситуація найбільш характерна для промислово розвинутих країн з обмеженою територією. Технологічний розвиток не враховує потенціалу навколишнього середовища, не адаптується до нього. Він перестає бути фактором прогресу, тому що подальший технологічний розвиток, при надмірному пригніченні навколишнього середовища прискорює знищення ресурсного потенціалу. У цьому випадку від держави потрібні цілеспрямовані зусилля для підвищення значення *EW*. При $TD < EW$ держава має відносно благополучне природне середовище з низьким технологічним рівнем розвитку. Зараз таке положення можна спостерігати в слаборозвинутих країнах. Довкілля з таким ресурсним потенціалом має добрі перспективи для підвищення технологічного розвитку. Але в цьому випадку технології розвиваються самі по собі, недостатньо використовуються кооперативні дії задля досягнення загальнодержавних цілей економічного та технологічного розвитку країни.



Мал. 3 – Експонента рівня сталості **SUTED**

Друга ситуація у певному сенсі краща, ніж перша. Але в обох випадках має місце несприятлива ситуація для забезпечення високого рівня добробуту населення та належної безпеки для існування держави.

На основі цього підходу були виконані експериментальні розрахунки сталості технологічного розвитку України станом на середину 2013 р. Зокрема, були одержані такі оцінки:

1) за рівнем технологічного розвитку ($TD = 32,1$) Україна знаходиться на інтенсивному рівні та пройшла значну частину шляху від інтенсивного рівня розвитку до синергетичного; рівень екологічного благополуччя EW дорівнює 56,2;

2) при різниці TD та EW , що дорівнює 24,1, країна знаходиться у верхній третині нестабільної (слабкорівноважної) зони (див. мал. 3), яка визначена як межа ефективного розвитку, проте має відносно високий рівень сталості розвитку ($SUTED = 71$), що може бути характерним для країн з недостатньо інтенсивною економікою.

Викладена концепція індикативної оцінки сталості розвитку базується на його головних факторах та параметрах, що дозволяють створити загальну картину поточної ситуації, об'єктивні вихідні параметри для розробки стратегії забезпечення сталості технологічного розвитку країни. Але ця розробка вимагає інших засобів, насамперед, знаходження збалансованого спільного розвитку всіх елементів зазначених вище концептуальних трьох та чотирьохфакторних моделей життєдіяльності суспільства. Ці засоби базуються на використанні теоретико-ігрових евристичних моделей складних систем та знаходяться на стадії дослідження.

Список використаної літератури

1. Повестка дня на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро. 3–14 июня 1992 г. // http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml
2. Википедия // <http://ru.wikipedia.org>
3. Индикаторы устойчивости для регионов: опыт разработки. // На пути к устойчивому развитию России. / Бюллетень Центра экологической политики России, 2003. № 24. – С. 8–9. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/>

nauchnoe-obosnovanie-razrabotka-i-aprobatsiya-regionalnykh-indikatorov-ustoichivogo-razvitiy#ixzz2r80BLZqs

4. Боссель Х/ Показатели устойчивого развития: Теория, метод, практическое использование/ Международный институт устойчивого развития. – Тюмень: Издательство Института проблем освоения Севера СО РАН, 2001. – 121 с. <http://www.ipdn.ru/izdaniya-instituta/bossel/soderzhanie/>.

5. Inclusive Green Growth The Pathway to Sustainable Development. The World Bank Washington DC 2012.

6. Global Sustainable Development Report – Executive Summary: Building the Common Future We Want. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development. 2013, <http://sustainabledevelopment.un.org/globalsdreport>.

7. Hardi P., Pinter L. Models and methods of measuring sustainable development performance // International Institute for Sustainable Development, Canada, 1995.

8. Krajnc D., Glavic/P A model for integrated assessment of sustainable development // Resources, Conservation and Recycling, 43 (2005), p. 189–208.

9. Згуровский М. Украина в глобальных измерениях устойчивого развития // «Зеркало недели», № 19, 2006.

10. Садовенко А., Масловська Л., Середа В., Тимочко Т. .Сталий розвиток суспільства: навчальний посібник.: – 2 вид. – К.; 2011. – 392 с.

11. Барский В.Г., Перелет Р.А. Диагностика и семиотика устойчивого развития. Электронный научный журнал «Биосфера». РАН, 2003, № 1. <http://www.ihst.ru>.

12. Тарасова Н.П., Кручина Е.Б. Индексы и индикаторы устойчивого развития. Материалы международной конференции «Устойчивое развитие: природа – общество – человек». Том 1. М. 2006 г. – <http://rudocs.exdat.com/download/docs-262115/262115.doc>.

13. Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung. Technical report, Deutscher Bundestag, Enquete-Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt des 13. Deutschen Bundestages, Berlin, 1998.

14. Шауэр Т. Влияние технологий информационного общества на устойчивое развитие // www.new.e-ukraine.org.ua/publications/is/Schauer%20-%20impact%20of%20IS.htm.

15. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Национальная комиссия по устойчивому развитию Республики Беларусь; Редколлегия: Я.М. Александрович и др. – Мн.: Юнипак. – 200 с.

16. Ireland's Sustainable Development Model STRIVE Report Series No.47. Environmental Protection Agency Programme 2007–2013.

17. Перелет Р.А. Переход к эре устойчивого развития ? Россия в окружающем мире: 2003 (Аналитический ежегодник).– М.: Изд. МНЭПУ, 2003.

18. Седов С.Б. Концепция устойчивого развития и индикаторы устойчивого развития экономики. www.edit.muh.ru/content/mag/trudy/02_2009/10

19. Measuring Sustainable Development, United Nations Economic Commission for Europe New York and Geneva, 2009.

20. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, Third Edition. United Nations New York, 2007.
21. Орловська Ю.В. Проблеми та перспективи системних індикаторів сталого розвитку / Ю.В. Орловська, О.О. Зайченко. – Донецьк : ДонНУ, 2009. – С. 40–44.
22. Бібік Н.В. Індикатори сталого розвитку – міжнародна практика та українські реалії / Н.В. Бібік // Економіка і регіон. – 2009. – N 2 (21). – С. 43–48.
23. Концепція сталого розвитку населених пунктів. Постанова Верховної Ради України № 1359-XIV 24 грудня 1999 року
24. Трофимова В.В. Регіональні інноваційні комплекси в глобальній економіці: монографія / – Сімферополь: ВіТроПрінт, 2009. – 260 с.
25. ICTs as an Enabler for Private Sector Development. Information economy report 2011 / United Nations conference on trade and development. New York and Geneva, 2011.
26. Энергетика світу та Києва: огляд та аналіз тенденцій. К.: «Тираж», 2003 р. – 109 с
27. Полумієнко С.К., Рыбаков Л.О., Грінченко Т.О. ІТ-проекція технологічного розвитку України. К.: Азимут-Україна, 2011. – 184 с.
28. Stork C. Sustainable Development and ICT Indicators. International Institute for Sustainable Development // Winnipeg, Manitoba Canada, 2007. – <http://www.iisd.org>
29. Полумієнко С.К., Рыбаков Л.О. Про рівень розвитку інформаційного суспільства в Україні // Наука та інновації. – 2012. – Т. 8, № 6. – С. 84–89.
30. Постанова Кабінету Міністрів України № 1134 від 28.11.2012 р. «Про запровадження Національної системи індикаторів розвитку інформаційного суспільства». – <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1134-2012-%D0%BF>
31. Бобылев С.Н. Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2007. – 60 с.
32. Малинецкий Г.Г. Принципы прогнозирования технологического развития. <http://spkurdyumov.narod.ru/PrProgObRaz.htm>

Стаття надійшла до редакції 23.01.14 українською мовою

© С.К. Полумиенко, Л.А. Рыбаков

ОБ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Определяются основы «технологического» подхода к проблеме устойчивого развития. Предлагаются методы построения индикативных оценок устойчивого технологического развития и соответствующие индексы и индикаторы.

© S.K. Polumiienko, L.O. Rybakov

ON THE EVALUATION OF SUSTAINABLE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

It is defines the framework of "technological" approach to sustainable development. The methods of constructing indicative evaluations of sustainable technological development and the corresponding indices and indicators are proposed.