

УДК 004.94(082)
ББК 32.97я43
К63

Друкується за рішенням Вченої Ради Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України

Відповідальні за випуск

Т.В. Бойко
Ю.О. Безносик

Редакційна колегія

Кандидат технічних наук, доцент Бойко Т.В.
Кандидат технічних наук, доцент Безносик Ю.О.
Кандидат технічних наук, доцент Бугаєва Л.М.

Комп'ютерне моделювання в хімії і технологіях та системах сталого розвитку – КМХТ-2016: Збірник наукових статей П'ятої міжнар. наук.-практ. конф. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016 – 311 с.

ISBN

Збірник містить наукові статті П'ятої міжнародної науково-практичної конференції «Комп'ютерне моделювання в хімії і технологіях та системах сталого розвитку – КМХТ-2016» за такими основними напрямками: комп'ютерна підтримка виробничих процесів, комп'ютерне моделювання хіміко-технологічних та біохімічних процесів і систем, комп'ютерне моделювання в хімії та комп'ютерні методи синтезу нових речовин, комп'ютерне моделювання природоохоронних процесів, сталий розвиток регіонів, комп'ютерно-інформаційні технології в багаторівневій вищій освіті.

Доповіді рецензовані і редаговані Програмним комітетом конференції КМХТ-2016.

ISBN

© Автори наукових статей, 2016
© Національний технічний університет України
«КПІ», укладання, оформлення, 2016

СЕКЦІЯ 5
СТАЛИЙ РОЗВИТОК РЕГІОНІВ

СЕКЦІЯ 5
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ

SECTION 5
REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT

504+303.732:332.1

**АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ ПЛАНУВАННЯ У СТРАТЕГІЧНОМУ ЕКОЛОГІЧНОМУ
ОЦІНЮВАННІ НА ОСНОВІ ІНДИКАТОРНОГО ПІДХОДУ**

Бойко Т.В., Джигирей І.М.

**АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ПЛАНИРОВАНИЯ В СТРАТЕГИЧЕСКОЙ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ НА ОСНОВЕ ИНДИКАТОРНОГО ПОДХОДА**

Бойко Т.В., Джигирей И.Н.

**AN ANALYSIS OF PLANNING OBJECTS FOR STRATEGIC ENVIRONMENTAL
ASSESSMENT BASED ON INDICATOR APPROACH**

Boyko T., Dzhygyrey I.

**Національний технічний університет України «КПІ»,
Київ, Україна
lab.mes@kpi.ua**

Дослідження спрямовано на розроблення інструментів підтримування стратегічного екологічного оцінювання проектів розвитку різномасштабних територіальних утворень та урбоєкосистем, а саме запропоновано трендові показники карбонової і забруднювальної інтенсивності та індикатори регіонального розвитку з урахуванням техногенної безпеки.

Ключові слова: забруднення, індикатор, сталий розвиток, стратегічне екологічне оцінювання, територіальне утворення, техногенна безпека

Исследование направлено на разработку инструментов поддержки стратегической экологической оценки проектов развития разномасштабных территориальных образований и урбоэкосистем, а именно предложены трендовые показатели карбоновой и загрязняющей интенсивности, а также индикаторы регионального развития с учетом техногенной безопасности.

Ключевые слова: стратегическая экологическая оценка, территориальное образование, индикатор, техногенная безопасность, загрязнение

The research aims to develop instruments to support the strategic environmental assessment of development projects of territorial entities and urban ecosystems of different scales. Trend indicators of carbon and pollution intensity and technogenic safety indicators of regional development are proposed.

Keywords: indicator, pollution, strategic environmental assessment, sustainable development, technogenic safety, territorial entity

Вступ

Значимість і корисність оцінювання інформації відзначено в Підсумковому документі Конференції ООН зі сталого розвитку 2012 р. (Ріо+20). Результати кількісного оцінювання й аналізу даних може бути використано для прозорого та інклюзивного обговорення суспільно значимих проблем та впроваджено в ухвалювання обґрунтованих управлінських рішень на усіх рівнях. Досягнення

сталості означає становлення справедливого економічного і соціального зростання, упровадження сталих структур споживання і виробництва, скорочення нерівності, раціональне і стале ресурсокористування та збереження і відновлення екосистем. Тому розбудовування і зміцнювання спроможності на регіональному рівні вимагає наукових методів оцінювання даних економічної, екологічної та соціальної природи на основі тривовгової концепції сталості з врахуванням питань не тільки якості, а й безпеки життя людей. Комплексне оцінювання якості та безпеки життя людей уможливорює узгодження великих масивів оброблених даних з метою отримання згорнутих оцінок для підтримування ухвалювання адміністративно-управлінських рішень в царині сталого розвитку.

Стратегічне екологічне оцінювання

Стратегічне екологічне оцінювання (СЕО) набуває все більшого поширення і в Європі, і в інших розвинених країнах світу. Його основними перевагами є запобіжний характер процедури, що дає змогу інтегрувати висновки у програму чи план, попередивши небажані наслідки, та комплексний підхід до оцінки компонентів природного середовища та здоров'я людини. У процес також залучені експерти і громадськість. Можна говорити про системне бачення взаємовпливів середовища і людини, що надзвичайно важливо в контексті сталого регіонального розвитку. В ЄС застосування СЕО з 2001 року регулюється Директивою 2011/42/ЄС про оцінювання впливу окремих планів та програм на довкілля [1]. Представники України у 2003 році на V Всеєвропейській конференції міністрів охорони навколишнього середовища «Довкілля для Європи» (м. Київ) підписали Протокол про СЕО до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті, який ратифіковано у 2015 році [2]. Стратегічна екологічна оцінка є рамковим інструментом, який уможливорює формування контексту розвитку в напрямку сталості шляхом інкорпорування питань сталого розвитку в процес ухвалювання рішень. Згідно Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики на період до 2020 року» принципом національної екологічної політики є використання результатів СЕО для запобігання надзвичайним ситуаціям природного і техногенного характеру на основі аналізу й прогнозування екологічних ризиків. Проте наразі в Україні відсутній понятійний апарат СЕО, універсальні технічно-комунікаційні розробки для діалогу зацікавлених сторін та комплексний механізм партиципативного ухвалювання рішень у процедурах СЕО.

Трендові показники

Удосконалювання політики регіонального розвитку вимагає залучення до системи територіального планування процедур довгострокового прогнозування, еколого-соціально-економічного планування та проведення СЕО. Упровадження СЕО у процесі планування припускає спільну діяльність зі збирання й аналізу даних, залучення зацікавлених сторін і громадськості задля ефективного ухвалювання рішень. Така спільна діяльність неможлива без постійної взаємодії управлінської, експертної та зацікавленої сторін, а отже взаємодія повинна бути вибудована на основі рішення-орієнтованої моделі. Інтегрування СЕО в процесі планування з врахуванням партиципативного підходу до реалізування має охоплювати не лише розроблення елементів систем підтримування ухвалювання рішень та інтерактивно-ітераційної взаємодії учасників процесу, але й застосування дієвих показників для аналізу об'єкту СЕО.

У процесі розробки чи уніфікації показників розвитку слід дотримуватись таких основних міжнародних вимог як зв'язок з національними пріоритетами та міжнародними зобов'язаннями, важливість інформування громадськості, вимірюваність, регулярне оновлення даних, можливість використання для прогнозних досліджень, пріоритетність [3]. Інверсний аналіз від індексу сталого розвитку до окремих індикаторів та параметрів – це дієвий інструмент оцінювання стану, проблем і потенціалу регіонального розвитку [4].

Нині важко уявити систему індикаторів або комплексний індекс, створені для оцінювання розвитку суспільства, від глобальної спільноти до невеликої громади, або його складової, які б не містили показники, що відображають антропогенний вплив на кліматичну систему і наслідки змінювання клімату. Звісно такі показники необхідно уводити до оцінок, які відображають екологічний вимір регіонального розвитку. У заключному документі Конференції ООН зі сталого розвитку 2012 року «Майбутнє, якого ми прагнемо» представники більшості країн світу підтвердили, що змінювання клімату є найбільшим викликом нашого часу. Рівень викидів парникових газів на одиницю ВВП є важливим показником регіонального розвитку, який зазвичай представляють параметром обсягів викидів двоокису карбону від стаціонарних джерел забруднення в регіоні на млн грн ВВП.

Інклюзивна зелена економіка як інструмент досягнення сталого розвитку охоплює ряд принципів, підходів, стратегій та процесів, серед яких важливе місце займають концепції соціального залучення, ресурсоефективності та, зокрема, низькокарбонової економіки. Першим кроком впровадження ефективних методів і технологій мислення декарбонізування задля низькокарбонового зростання на усіх управлінських рівнях, від громадянина до держави, від виробника до споживача, є оцінювання обсягу викидів двоокису карбону керованим об'єктом. Використовуваними показниками тут може слугувати карбонова продуктивність (виробництва або потреб) і карбонова інтенсивність різнорівневих систем і процесів. Карбонова продуктивність виробництва є опосередкованою характеристикою впливу Людини на клімат та ефективність ресурсокористування. Цей показник оцінюють за допомогою обсягу валового продукту, який створено з викиданням в атмосферу тонни антропогенного CO₂ від процесів вироблення і споживання енергії. Карбонова інтенсивність – це величина обернена до карбонової продуктивності або обсяг «енерго»-викидів CO₂, емітованих під час створення одиниці ВВП.

Запропоновано трендовий показник *карбонової інтенсивності*, який представляє собою кут нахилу лінії регресії карбонової інтенсивності за п'ять років поспіль (табл. 1). Задля корегування економічної складової показника ВВП за 2009-2013 рр. представлено у цінах 2013 року. Карбонова продуктивність і карбонова інтенсивність є ефективними інструментами для оцінювання регіонального стану і потенціалу низькокарбонового розвитку. Результати оцінювання на основі даних Держстату України за 2012 рік свідчать про лідерство таких регіонів як Закарпатська, Чернівецька і Херсонська області, карбонова продуктивність яких становить 106, 73 та 51 грн ВВП / кг CO₂, відповідно. Аутсайдерами рейтингу виявились Донецька, Івано-Франківська та Луганська області з карбоновою продуктивністю близько 3 грн ВВП / кг CO₂.

СТАЛІЙ РОЗВИТОК РЕГІОНІВ

Таблиця 1

Рейтинг регіонів України за значенням тренду карбонової інтенсивності 2009-2013

Регіон	Тренд карбонової інтенсивності 2009-2013		Викиди двоокису карбону на млн грн ВРП у цінах 2013 р., т									
			2009	Рейтингове місце	2010	Рейтингове місце	2011	Рейтингове місце	2012	Рейтингове місце	2013	Рейтингове місце
			Київська область	-26,1	1	188,3	22	180,6	22	121,6	19	105,6
Донецька область	-20,3	2	428,4	27	424,6	27	385,1	26	350,2	26	364,1	26
Запорізька область	-20,3	3	307,1	25	304,6	25	285,1	24	228,6	23	243,8	24
Івано-Франківська область	-15,8	4	416,4	26	342,9	26	386,7	27	351,7	27	332,7	25
Черкаська область	-13,2	5	131,8	19	138,5	19	121,9	20	106,0	20	82,1	19
Вінницька область	-10,6	6	229,1	24	204,2	23	160,2	21	167,1	22	194,6	22
Тернопільська область	-10,4	7	71,5	14	62,7	14	45,8	9	33,0	7	34,5	9
Чернігівська область	-10,2	8	109,8	18	108,9	17	93,4	17	78,3	18	74,2	17
Хмельницька область	-9,8	9	108,5	17	114,4	18	97,6	18	74,5	17	79,5	18
Сумська область	-8,2	10	89,8	15	88,1	16	80,0	15	62,9	14	61,2	15
Житомирська область	-5,7	11	53,4	12	40,1	5	33,9	5	32,5	6	28,8	7
Миколаївська область	-4,8	12	91,6	16	66,9	15	71,7	14	71,4	16	65,3	16
Закарпатська область	-4,6	13	30,2	3	15,4	1	21,2	3	9,5	1	10,0	1
Київ	-4,1	14	37,8	4	32,3	4	30,5	4	25,3	5	20,8	4
Кіровоградська область	-3,8	15	50,9	11	52,0	11	48,5	10	41,2	10	37,4	10
Севастополь	-3,7	16	38,6	6	41,4	7	41,8	8	24,4	4	28,4	6
Волинська область	-3,2	17	40,8	8	41,8	8	41,7	7	36,2	9	27,4	5
Харківська область	-3,2	18	148,9	21	155,3	21	165,0	22	143,5	21	139,0	21
Чернівецька область	-2,5	19	19,8	1	22,4	2	17,4	1	13,8	2	11,8	2
АР Крим	-2,1	20	38,5	5	41,0	6	39,7	6	34,3	8	31,5	8
Херсонська область	-1,5	21	23,2	2	24,0	3	20,0	2	19,6	3	18,0	3
Полтавська область	-0,4	22	50,1	10	50,3	9	51,2	11	43,4	11	51,6	12
Одеська область	0,8	23	39,7	7	60,3	13	54,9	12	46,9	12	50,4	11
Львівська область	1,6	24	57,2	13	50,7	10	58,8	13	59,4	13	60,9	14
Рівненська область	1,6	25	49,0	9	59,6	12	83,2	16	64,6	15	54,5	13
Дніпропетровська область	21,3	26	145,2	20	155,2	20	242,5	23	232,7	24	213,1	23
Луганська область	45,6	27	220,9	23	221,2	24	363,2	25	341,9	25	388,5	27

Донецька область емітувала в 2012 році 30 % загального обсягу викидів CO₂ в Україні. На такі промислові регіони України як Донецька, Дніпропетровська і Луганська області разом приходилось 58 % усіх викидів CO₂ від стаціонарних джерел забруднення.

Безумовно на отриманий розподіл впливає багато факторів, зокрема і такі, що характеризують регіональну економіку, її структуру, зношеність фондів, інвестиційну активність, обсяги впроваджуваних повітроохоронних заходів тощо. Проте на роздуми наводять, наприклад, оцінки карбонової продуктивності для лідера рейтингу, Закарпатської області, та її «сусіда» за Західноукраїнським макрорайоном, Рівненської області, – за порівнюваних значень ВРП (близько 21 млрд грн) карбонова продуктивність останньої є вищою майже у сім разів.

Забруднення довкілля (атмосферного повітря і поверхневих водних об'єктів) у тоннах на одиницю ВРП за регіонами України є можливістю опосередкованого оцінювання впливу одиниці ВРП на довкілля. Пропонується трендовий показник *забруднювальної інтенсивності*, який представляє собою кут нахилу лінії регресії сукупно викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення і скидання забруднювальних речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти на одиницю ВРП за п'ять років. Задля корегування економічної складової показника ВРП за 2009-2013 рр. представлено у цінах 2013 року. Аналіз трендового показника забруднювальної інтенсивності показує, що лідерами за його значеннями за даними 2009-2013 рр. є Луганська (-2,20), Донецька область (-1,68) і Івано-Франківська (1,62) області. Проте ці ж області є аутсайдерами за поточними вихідними значеннями показника забруднювальної інтенсивності: Луганська область – 26 місце, Донецька область – 27 місце і Івано-Франківська область – 24 місце. До трійки аутсайдерів за значеннями трендового показника забруднювальної інтенсивності увійшли м. Севастополь (+0,18), Одеська область (+0,20) та АР Крим (+0,47).

Оцінка техногенної безпеки регіону

До основоположних принципів сталого розвитку відносяться заходи екологізації господарської діяльності, забезпечення доступу населення до екологічної інформації, а також проведення оцінки екологічних наслідків усіх видів діяльності, які можуть негативно вплинути на навколишнє природне середовище. Концепція ризику виходить з того, що постійна наявність в навколишньому середовищі потенційно шкідливих для здоров'я людини речовин завжди створює той чи інший ступінь реального ризику, який не дорівнює нулю. Ризики, які виникають внаслідок функціонування промислових підприємств, для здоров'я людини, навколишнього середовища повинні бути ідентифіковані, проаналізовані, а також ними необхідно керувати з метою запобігання негативних наслідків.

Розроблено методологічну базу для здійснення класифікації потенційно екологічно і техногенних небезпечних об'єктів, в обігу яких знаходяться шкідливі речовини, яка дає можливість встановити їх перелік для подальшого екологічного аудиту та визначення вимог до цих підприємств, спрямованих на зниження ризику виникнення екологічно небезпечних інцидентів. Оцінка безпеки промислових підприємств полягає в отриманні оцінок ймовірності виникнення аварій та їх можливих наслідків. Для кількісної оцінки використовується поняття "індекс ризику", яке за характером залежності від різноманітних факторів і за своїм змістом є

подібним оцінці ймовірності виникнення аварій на працюючому обладнанні. В основу отримання та використання чисельних значень індексів ризику покладено допущення про зв'язок можливості виникнення аварії з інтенсивністю впливу на джерела небезпеки техногенних та місцевих природних факторів незалежно від конструктивних особливостей оснащення, тобто саме наявність факторів ризику визначає можливість аварії. Значення індексу потенційного небезпеки визначається кількістю і ступенем небезпеки (для людини і навколишнього природного та техногенного середовищ) речовин, які містяться в джерелі небезпеки, незалежно від конструктивного виконання обладнання, яке відповідає критеріям небезпеки, прийнятим у світовій практиці. Небезпека об'єкта для навколишнього природного та техногенного середовищ і людини вважатимемо прямо пропорційною величинам індексу ризику і потенційного небезпеки.

Основним показником є індекс відносної небезпеки, як комплексна характеристика, яка дає змогу визначати категорію небезпеки відповідно до розробленої п'ятирівневої шкали [5]. На основі розрахованих індексів відносної небезпеки проводиться віднесення промислових підприємств до категорії небезпеки. Індекс відносної небезпеки промислового підприємства визначається як максимальне значення із сукупності унітарних індексів відносної небезпеки для кожного окремого джерела, що дає можливість сформулювати уявлення про можливі негативні наслідки у разі виникненні аварії на підприємстві з урахуванням найбільш поганого сценарію розвитку подій.

Формування узагальненого критерію оцінки техногенної безпеки з метою сталого розвитку є важливим і непростим завданням. Неможливо одночасно охопити всі аспекти сталого розвитку суспільства, але потрібно намагатися створити окремі критерії для різних напрямків сталого розвитку промислових підприємств, які б повніше відображали кожне свою специфічну характеристику. Як один з таких критеріїв в області техногенної безпеки як складової частини сталого розвитку суспільства може бути використаний індекс відносної небезпеки. Відповідно запропонованому алгоритму [6] вираз для розрахунку індексу відносної небезпеки може доповнюватися новими індексами небезпеки, які використовуються в інших методиках, що дасть змогу більш повно і всебічно оцінити безпеку досліджуваного об'єкту за різними критеріями.

Так як безпека регіонів є невід'ємною частиною сталого розвитку, авторами пропонується, як один з показників розвитку використовувати індикатор техногенної небезпеки $I_{TD} = \bar{\rho}_R \cdot J_{TD_\Sigma}$, де $\bar{\rho}_R$ – відносна щільність населення в регіоні, J_{TD_Σ} – узагальнений індекс техногенної небезпеки регіону, $J_{TD_\Sigma} = \sum_{i=1}^n J_{TD_i}$, де J_{TD_i} – індекс техногенної небезпеки окремого промислового об'єкту; n – кількість потенційно небезпечних об'єктів в регіоні.

Такий підхід можна застосувати не тільки до вже діючих промислових підприємств, але й на етапі проектування об'єктів господарської діяльності у разі проведення СЕО або ОВНС.

Висновки

Розроблення інструментів реалізування функцій СЕО призводить до зменшення невизначеності, підвищення ефективності та адаптивності циклу ухвалення рішень, полегшує доступ до інформації експертів, зацікавлених сторін і громадськості

під час здійснювання екологічної оцінки проектів. Вирішення цих завдань сприяє удосконаленню екологічного законодавства в частині застосування СЕО як обов'язкового інструменту стратегічного планування розвитку соціально-економічної політики на національному, регіональному та місцевому рівнях, покращенню охорони довкілля, узгодженню економічних, соціальних та екологічних цілей розвитку в регіональних стратегіях, планах і програмах.

Запропоновані трендові показники є ефективними для використання у комплексному аналізі регіонального розвитку в рамках процедури СЕО. Вдосконалювання цих показників у напрямку оцінювання ключових галузей зеленого зростання регіонів України дасть змогу ухвалювати обґрунтовані та ефективні рішення задля національної зеленої економіки. Використання індикатора техногенної безпеки, на нашу думку, дасть змогу повніше висвітлити рівень стійкості окремих територій, і дасть можливість побачити дійсний рівень техногенного навантаження.

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень за конкурсом Ф64.

Література

1. *Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment* [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32001L0042>

2. *Закон України 562-19 від 01.07.2015 Про ратифікацію Протоколу про стратегічну екологічну оцінку до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015, № 32, ст. 319)* [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/562-19>

3. *Наукові основи національної стратегії сталого розвитку України* / [за наук. ред. акад. НААН України, д.е.н., проф. М.А. Хвесика]; Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України». – К.: ДУ ІЕПСР НАН України, 2013. – 40 с.

4. *Аналіз сталого розвитку: глобальний і регіональний контексти*: монографія / Міжн. рада з науки (ICSU) та ін.; наук. кер. проекту М. З. Згуровський. - К.: НТУУ «КПІ», 2014. - Ч. 2. Україна в індикаторах сталого розвитку (2013). - 172 с.

5. *Статюха, Г.О.* Розробка методики оцінки небезпечних видів діяльності промислових підприємств (Частина 1) [Текст] / Г.О. Статюха, Т.В. Бойко, В.І. Бендюг // *Екологія і ресурси*, Київ. – 2003. – Вип.7. – С. 46-54.

6. *Статюха, Г.О.* Розробка методики оцінки небезпечних видів діяльності промислових підприємств (Частина 2) [Текст] / Г.О. Статюха, Т.В. Бойко, В.І. Бендюг // *Екологія і ресурси*, Київ. – 2003. – Вип. 8. – С. 22-31.