

*Тарасенко Д.Л.*

кандидат наук з державного управління,  
доцент кафедри публічного управління та адміністрування,  
Донецький державний університет управління

## МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ У СТАЛОМУ РЕГІОНАЛЬНОМУ ЗРОСТАННІ

*У статті обґрунтовано необхідність використання інструментів математичного моделювання для потреб забезпечення сталого розвитку регіонів, запропоновано модель розрахунку інтегрованого еколого-економічного показника, доведено перспективність застосування трьохфакторних функцій (факторів промислового розвитку, природоохоронних інвестицій і структурних змін в економіці) для вибору оптимальних управлінських рішень, сформульовано пропозиції щодо подальших напрямів науково-практичних досліджень у галузі впровадження вимог сталого розвитку в практику регіональної соціальної політики.*

**Ключові слова:** сталий розвиток, моделювання еколого-економічних процесів, регіон, соціально-економічна й екологічна політика, еколого-економічні показники.

**Вступ.** В підсумковому документі Саміту ООН зі сталого розвитку 2015 року «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» [1] визначено цілі та завдання в галузі сталого розвитку, досягнення яких забезпечує збалансованість всіх трьох компонентів, а саме економічного, соціального та екологічного.

З урахуванням цього визначення адекватних механізмів узгодження процесу розвитку основних складових сталого розвитку має особливе значення з точки зору забезпечення планування завдань та заходів соціально-економічного розвитку країни, а особливо на регіональному рівні.

Ключовою вимогою до таких інструментів узгодження є їх здатність оперувати значними масивами даних, які характеризують такі складні соціально-економічні системи, як регіони.

Таким чином, актуальним питанням науково-практичного супроводу процесу впровадження сталого розвитку на регіональному рівні є визначення оптимальних інструментів врахування факторів впливу на соціальну політику в контексті запровадження принципів такого розвитку.

Об'єктом дослідження є процес запровадження на регіональному рівні принципів сталого розвитку.

Предметом дослідження є використання механізмів еколого-економічного моделювання для обґрунтування ефективної соціальної політики в контексті сталого розвитку.

**Аналіз останніх наукових досліджень.** Питанням запровадження принципів концепції сталого розвитку в практику суспільного життя традиційно приділяється значна увага українських вчених-економістів. В останні роки проведено велику кількість комплексних та спеціальних досліджень взаємопов'язаних економічних, соціальних та екологічних компонентів розвитку сучасної української спільноти з урахуванням національної специфіки соціально-екологічного розвитку загалом. Особлива увага приділялась розгляду конкретних способів імплементації міжнародно визнаних інструментів та механізмів сталого розвитку в різні сфери суспільного життя України.

Окремі аспекти взаємодії соціально-економічної та екологічної політики, формування пріоритетів соціального розвитку в контексті переходу до парадигми сталого розвитку, зокрема на регіональному рівні, висвітлювали А.М. Колот, Е.М. Лібанова, О.І. Амоша, А.В. Антонова, О.Ф. Новіков, Я.А. Жаліло, Л.Г. Мельник, М.А. Хвесик, Ю.М. Харазішвілі, Є.В. Хлобистов та інші вітчизняні вчені. Питання моделювання регіонального розвитку загалом та методів еколого-економічного моделювання зокрема знайшли відображення в роботах А.І. Сухорукова, В.В. Вітлінського, В.С. Григорківа, А.М. Онищенко, І.М. Ляшенко.

Одночасно дослідження конкретних випадків застосування методів еколого-економічного моделювання з метою обґрунтування ефективної соціальної політики на рівні регіонів має значні реальні можливості для детального опрацювання, що зумовлює актуальність дослідження.

**Мета статті** полягає в обґрунтуванні застосування окремих механізмів еколого-економічного моделювання для потреб проведення ефективної соціальної політики на регіональному рівні.

**Викладення основного матеріалу.** Сьогодні застосування підходів концепції сталого розвитку, що передбачає динамічний процес послідовних позитивних змін у суспільстві, які забезпечуються збалансованістю

економічного, соціального та екологічного аспектів, є особливо актуальним на регіональному рівні в умовах процесу децентралізації і, як наслідок, посилення ролі регіонів у реалізації економічної політики держави. При цьому ознаками розвитку території є не лише підвищення суто економічних даних, але й позитивна динаміка комплексних показників, які характеризують взаємозв'язок економіки та соціальних й екологічних складових, а також свідчать про досягнення високої якості життя населення.

Взаємний вплив соціального й економічного розвитку виявляється, зокрема, в тому, що економічні здобутки сприяють досягненню пріоритетних цілей в соціальній сфері (створення робочих місць, підвищення рівня життя, покращення умов праці, розширення доступу до послуг з охорони здоров'я, отримання належного рівня освіти). Одночасно промисловий розвиток має окремі аспекти негативного впливу на соціум (наприклад, збільшення забруднення навколишнього середовища опосередковано або прямо впливає на рівень захворюваності населення, знижуючи соціальні стандарти).

В цих умовах особливого значення набуває здатність регіональної економічної системи до самовідтворення чи саморозвитку, яка передбачає здатність регіону, діючи щодо зміцнення економічної безпеки країни, забезпечувати відтворювальні процеси, задовольняти потреби населення, дотримуватися концепції сталого розвитку регіональної системи [2].

В цьому контексті стратегічним завданням інституцій регіонального розвитку є забезпечення стійкого позитивного ефекту промислового розвитку соціальної сфери шляхом мінімізації або повного усунення його негативних впливів.

Оптимальними способами досягнення цієї мети регіонального розвитку є вдосконалення регуляторної політики та механізмів системи економічного стимулювання, екологічного нагляду та моніторингу, покращення загалом методичних підходів до регулювання діяльності підприємств, що забруднюють навколишнє середовище.

Регіон є природно-соціально-економічною системою безприкладної складності, яка перебуває під дією природних та економічних закономірностей, підпадає під вплив безлічі різномірних випадкових факторів та об'єктивно схильна до ризику втрати рівноважного стану.

Для її ефективного дослідження необхідна розробка відповідного інструментарію, математичних моделей та методик, які дадуть змогу адекватно дослідити взаємозв'язок економічних, екологічних та соціальних показників, виявити наявні закономірності, надати необхідні оцінки та висновки, прийняти відповідні управлінські рішення.

Важливо, щоб застосовувані інструментарії, які описують зв'язок економічних та екологічних показників, (а через них і соціальних), мали би певний сенс, зрозумілий економістам, екологам та управлінцям.

Ці інструменти повинні дати змогу визначати взаємозв'язок параметрів функцій і показників різних рівнів (економіки загалом та галузей або макрорегіонів зокрема), оцінювати вплив структурних зрушень в економіці та зміни структури інвестицій за видами, досліджувати розподіл ресурсів між галузями (макререгіонами), а також будувати оптимальний за різними критеріями напрям розвитку.

Необхідно також враховувати той суттєвий момент, що природоохоронна діяльність загалом та проекти зокрема, спрямовані на поліпшення природоохоронних систем, ведуть до зменшення шкідливого впливу на природу та соціум з різним ступенем ефективності, що необхідно оцінити з високим рівнем точності з огляду на детальний аналіз даних. Крім того, частина поточних витрат та інвестицій не викликає змін стану навколишнього середовища, що також потребує врахування в спеціальних інструментах, які б з однаковою успішністю могли досліджувати виробничі та еколого-економічні процеси.

Загалом основним завданням є пошук балансу інтересів між потребами в розвитку на території регіону тих чи інших видів господарської діяльності, розвитку соціальних параметрів та необхідністю збереження навколишнього середовища. Найбільш ефективним засобом пошуку цього балансу є відповідний економіко-математичний інструментарій. При цьому необхідність реалізації такої взаємодії на умовах збалансованої підтримки функціонування національної економіки за відтворювальними, технологічними, діяльнісно-видовими та зовнішньоекономічними макроструктурними пропорціями обумовлює застосування балансового методу «витрати – випуск» та побудованих на його основі балансових моделей [3].

Моделювання сталого розвитку передбачає синтез різномірних соціальних, економічних, науково-технічних та екологічних факторів. Водночас використання виключно грошових оцінок та ігнорування універсальних фізичних вимірників не дає можливості здійснити цей синтез і різко знижує ефективність управління. Перевагою моделювання як складного напрямку наукових досліджень, покликаного об'єднати в математичних формах явища принципово різної природи, є те, що за такого методу дослідження можна вивчити об'єкт з огляду на його створену просторову характеристику, що часто неможливо в ході натурних спостережень.

Еколого-економічне моделювання дає можливість аналізувати стан складних динамічних систем, оцінювати процеси, які в них відбуваються, розробляти прогнози й варіанти реакції системи на природні явища й управлінські рішення [4], оцінювати ефективність прийнятих рішень, спрямованих на сталий розвиток регіону, а також виявляти ключові чинники цього розвитку.

Особливе значення еколого-економічне моделювання має для встановлення результативності інвестицій в природоохоронну діяльність в межах еколого-економічної взаємодії та визначення на цій основі

додаткових ресурсів для покращання соціальних параметрів розвитку регіонів.

Як варіант вирішення зазначеної проблеми пропонуємо застосувати модель розрахунку інтегрованого еколого-економічного показника, де слід використати функцію забруднення (як найвагомішу в еколого-економічній системі), яка може враховувати два чи три фактори та будуватися за окремими або комплексними (інтегрованими) показниками.

Так, в разі використання двох факторів формула розрахунку інтегрованого еколого-економічного показника матиме такий вигляд:

$$E(t) = F(X_1(t), X_2(t), t), \quad (1)$$

де  $E(t)$  – досліджуваний еколого-економічний показник;  $X_1(t)$  – фактор, який показує економічний розвиток і зазвичай здійснює негативний вплив на екологічні параметри довкілля (розуміється розмір ВВП, інвестицій у промисловість чи нове будівництво, інші показники економічного розвитку);  $X_2(t)$  – фактор, який відображає грошову оцінку цілеспрямованої діяльності, спрямованої на підвищення якості екологічних параметрів, зазвичай здійснює позитивний вплив на навколишнє середовище (маються на увазі витрати на охорону навколишнього природного середовища, інвестиції в природоохоронні проекти, гроші на розвиток альтернативної енергетики тощо). При цьому доцільно здійснити низку припущень: функція  $F$  є однозначною, безперервною та такою, що двічі диференціюється, внаслідок збільшення витрат одного фактору зазвичай відбувається зниження його ефективності. Числове значення факторів завжди більше за нуль або дорівнює йому.

Для ефективного розрахунку результатів взаємодії екологічних та економічних процесів доцільно ввести декілька додаткових спеціальних показників.

1) Норма заміщення, що є кількісним виразом одного фактору, що необхідний для дотримання незмінного рівня впливу на екологічні параметри за деякої зміни іншого фактору.

2) Еластичність компенсації (коливається в межах від 0 до 1), що відображає ступінь складності компенсації одного фактору іншим. Якщо еластичність дорівнює нулю, то зміна одного фактору приводить до пропорційної зміни екологічних параметрів, яку неможливо компенсувати іншим фактором. Якщо еластичність дорівнює одиниці, то зміни екологічних параметрів, викликані зміною одного фактору, можуть бути повністю нівельовані за рахунок іншого фактору.

3) Факторна еластичність, що є логарифмічною похідною за факторами та характеризує ступінь впливу кожного конкретного фактору на інтегрований еколого-економічний показник. Наприклад, за збільшення ВВП (або іншого економічного показника) на 1% інтегрований еколого-економічний показник збільшується на  $\delta$  1%  $\delta$ , а за збільшення інвестицій (вкладень) в захист навколишнього середовища (або іншого екологічного

показника, який впливає на стан довкілля) він зменшується на  $\delta$  2%, оскільки  $\delta$  2 має від'ємну еластичність.

4) Екологічна змінність, яка пов'язана зі зміною рівня забруднення, що залежить від часу або інших чинників. Основний вплив на показники екологічної змінності здійснюють структурні зрушення в економіці, для оцінювання ступеня впливу яких побудовано такі рівняння:

$$\delta_1 = \sum_i \delta_{1,i} * \frac{E_i(t)}{E(t)},$$

$$\delta_2 = \sum_i \delta_{2,i} * \frac{E_i(t)}{E(t)},$$

$$p = \sum_i p_i * \frac{E_i(t)}{E(t)} + \delta_0,$$

$$\delta_0 = \sum_i (\delta_{1,i} * (L_{1,i} - L_1) + \delta_{2,i} * (L_{2,i} - L_2)) * \frac{E_i(t)}{E(t)},$$

де  $E(t)$  – досліджуваний еколого-економічний показник;  $L_1$  – логарифмічна похідна економічного показника;  $L_2$  – логарифмічна похідна екологічного показника;  $t$  – рік;  $i$  – сектор (має різне значення залежно від галузі економіки, регіону тощо).

Виокремлення декількох секторів (регіонів, галузей) дає змогу досліджувати можливості перерозподілу факторів між секторами економіки з метою мінімізації забруднень:

$$E(t) = \sum_i E_i(t) = \sum_i F_i(X_{1,i}(t), X_{2,i}(t), t) \rightarrow \min,$$

$$X_1(t) = \sum_i X_{1,i}(t), X_2(t) = \sum_i X_{2,i}(t),$$

$$X_{1,i}(t) \geq 0, X_{2,i}(t) \delta_{1,i} > 0, \delta_{2,i} \leq 0, \delta_{1,i} + \delta_{2,i} \geq 0, i = 1, N.$$

Запропоновану модель можна також побудувати для двохфакторних та трьохфакторних функцій.

Використання трьохфакторних функцій дає змогу отримати більш релевантні результати за рахунок точнішого опису реальних процесів, адже вони дають можливість враховувати неоднозначність впливу економічного розвитку на стан навколишнього середовища, що виникає в результаті наявності економічних проектів, найчастіше пов'язаних зі зміною структури економіки, які не погіршують стан навколишнього природного середовища, а позитивно впливають на стан екологічних параметрів (використання новітніх більш ефективних та водночас екологічних технологій, модернізація виробництва тощо).

В разі врахування трьох факторів формула розрахунку інтегрованого еколого-економічного показника матиме такий вигляд:

$$E(t) = F(X_1(t), X_2(t), X_3(t), t), \quad (2)$$

де  $E(t)$  – досліджуваний еколого-економічний показник;  $X_1(t)$  – фактор, який показує економічний розвиток і зазвичай здійснює негативний вплив на екологію (розмір ВВП, інвестицій у промисловість чи нове будівництво, інші показники економічного розвитку);  $X_2(t)$  – фактор, який відображає діяльність,

спрямовану на підвищення якості навколишнього середовища і зазвичай здійснює позитивний вплив на екологічні параметри (витрати на охорону навколишнього природного середовища, інвестиції в природоохоронні проекти, кошти на розвиток альтернативної енергетики тощо);  $X_3(t)$  – фактор, який відображає структурні зміни в економіці і зазвичай здійснює позитивний вплив на навколишнє середовище (інвестиції в модернізацію виробництва, перехід до більш ефективних в екологічному аспекті способів виробництва тощо). Числове вираження факторів завжди більше за нуль або дорівнює йому, збільшення витрат одного фактору зазвичай приводить до зниження його ефективності.

Практика показує, що оптимальним варіантом вибору трьох факторів для розрахунку інтегрованого еколого-економічного показника є інвестиції за певний період:

- в розвиток економіки екстенсивним шляхом (створення нових промислових комплексів тощо);
- в розвиток економіки інтенсивним шляхом (модернізація виробництва);
- в екологічні проекти.

За такого вибору факторів з'являється можливість розрахунку оптимального розподілу інвестицій за трьома основними напрямками, який забезпечив би мінімізацію рівня забруднення за умови досягнення певного обсягу виробництва:

$$I(t) = \sum_i I_i(t) = \sum_i F_i(X_{1,i}(t), X_{2,i}(t), X_{3,i}(t), t) \rightarrow \min,$$

$$X_1(t) = \sum_i X_{1,i}(t), X_2(t) = \sum_i X_{2,i}(t), X_3(t) = \sum_i X_{3,i}(t),$$

$$Y(t) = G(X_1(t), X_3(t)) \geq Y_0(t),$$

$$X_1(t) + X_2(t) + X_3(t) = \text{const},$$

$$X_{1,i}(t) \geq 0, X_{2,i}(t) \geq 0, X_{3,i}(t) \geq 0,$$

$$\delta_{1i} > 0, \delta_{2i} \leq 0, \delta_{1i} + \delta_{2i} + \delta_{3i} \geq 0, i = \overline{1, N}$$

Використання запропонованої моделі може допомогти прийняти оптимальне управлінське рішення за інвестиціями як загалом по країні, так і за окремими регіонами.

Оптимізація розмірів інвестицій в природоохоронну діяльність дасть змогу органам управління перерозподілити кошти на поліпшення соціальної складової сталого розвитку з одночасним забезпеченням належного рівня екологічної безпеки регіонів [5].

**Висновки.** В ході проведеного дослідження обґрунтовано, що механізми еколого-економічного моделювання, зокрема модель розрахунку інтегрованого еколого-економічного показника, мають значний потенціал для використання як надійного інструмента узгодження витрат на екологічні та соціальні цілі в рамках впровадження парадигми сталого розвитку на регіональному рівні.

Показано, що використання трьохфакторних функцій (факторів промислового розвитку, природоохоронних інвестицій та структурних змін в економіці) дає змогу отримати точніші результати для прийняття управлінських рішень за рахунок детальнішого опису реальних процесів.

Подальші дослідження у цій сфері доцільно зосередити на питаннях пошуку механізмів еколого-економічного моделювання, які безпосередньо враховували би соціальні фактори в процесі взаємодії традиційної тріади сталого розвитку (екологічного, економічного та соціального компонентів розвитку).

#### Список літератури:

1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement>.
2. Сухоруков А.І., Харазішвілі Ю.М. Моделювання та прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України: монографія. Київ: НІСД, 2012.
3. Онищенко І.М. Агрегування моделей «витрати – випуск» для екологічно збалансованої економіки: автореф. дис. ... канд. екон. наук: спец. 08.00.11; Держ. вищ. навч. закл. «Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана». Київ, 2013.
4. Григорків В.С. Моделювання економіки: навчальний посібник. Чернівці: ЧНУ, 2009. 320 с.
5. Новікова О.Ф., Амоша О.І., Антонюк В.П. та ін. Сталый розвиток промислового регіону: соціальні аспекти: монографія. Донецьк: НАН України, Ін-т економіки пром-сті, 2012.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ В УСТОЙЧИВОМ РЕГИОНАЛЬНОМ РОСТЕ

*В статті обґрунтована необхідність використання інструментів математичного моделювання для нужд забезпечення устойчивого розвитку регіонів, пропонується модель розрахунку інтегрованого еколого-економічного показника, доведена перспективність застосування трьохфакторних функцій (факторів промислового розвитку, природоохоронних інвестицій та структурних змін в економіці) для вибору оптимальних управлінських рішень, сформульовані пропозиції щодо подальших напрямків науково-практичних досліджень в області впровадження вимог устойчивого розвитку в практику регіональної соціальної політики.*

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, моделирование эколого-экономических процессов, регион, социально-экономическая и экологическая политика, эколого-экономические показатели.

**MODELING ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROCESSES IN ORDER TO ENSURE EFFECTIVE SOCIAL POLICY IN A SUSTAINABLE REGIONAL GROWTH**

*The article substantiates the necessity of using mathematical modeling tools for the needs of region sustainable development, proposes the integrated ecological-economic index calculation model, proves the application of three-factor functions (factors of industrial development, nature protection investments and structural changes in the economy) for the optimal managerial decisions choice, formulates proposals on further directions of scientific and practical research in the field of sustainable development requirements implementation into the regional social policy practice.*

**Key words:** *sustainable development, modeling of ecological-economic processes, region, socio-economic and ecological policy, ecological-economic indicators.*