

# СТАЛИЙ РОЗВИТОК, ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

УДК330.502.504

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ УРБОСИСТЕМ

Дудник А.В.

*ДВНЗ «Національний гірничий університет»*

У статті розглянуто теоретико-методичні засади еколого-економічного моніторингу міських поселень. Пропонується розглядати міські поселення як комплексні урбосистеми, які складаються з природної, соціальної, економічної та антропогенної складової. У роботі описано, що саме повинно бути результатом еколого-економічного моніторингу та визначено причини, через які перевага при ухваленні адміністративних та управлінських рішень має віддаватися забезпеченню сталого розвитку громади міста. Визначено, що результуючим документом еколого-економічного моніторингу урбосистеми має стати карта міста. На такій карті має зазначатися рівень впливу екологічних факторів на добробут та якість життя місцевих мешканців. Основою складання такої карти має стати еколого-економічний моніторинг стану міського поселення. Теоретико-методичні засади еколого-економічного моніторингу міських поселень, базуються на застосуванні ґраткоподібних функцій та системи різницевого рівнянь. За допомогою цих функцій пропонується описати залежність рівня сталого розвитку урбосистеми від еколого-економічних факторів.

**Ключові слова:** еколого-економічний моніторинг, урбанізована система, сталий розвиток, міське поселення, економіка природокористування

UDC:330.502.504

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC MONITORING OF URBAN SETTLEMENTS

Dudnyk A.

*National Mining University, Dnipro*

The article deals with the theoretical and methodological principles of ecological and economic monitoring of urban settlements. It is proposed to consider the latter as complex urban systems consisting of a natural, social, economic and anthropogenic component. The paper describes what should be the result of ecological-economic monitoring, and determines the reasons why the administrative and management decisions should give a priority to ensuring the sustainable development of a city's community. It is determined that the resultant document of ecological-economic

© Дудник А.В.2017

monitoring of the urbosystem should be a map of the city, which indicates the level of influence of environmental factors on the welfare and quality of life of local residents. The basis for compiling such a map should be the ecological and economic monitoring of urban settlements. The theoretical and methodological principles of such a monitoring are based on the application of lattice functions and differential equation systems, which are proposed to describe the dependence of sustainable development of the urbosystem on its ecological and economic factors.

**Keywords:** ecological and environmental economic monitoring, urbanized system, sustainable development, urban settlement, environmental economics

**Актуальність проблеми.** Питання забезпечення сталого розвитку міських поселень неможливо вирішити без створення системного підходу зі збирання, обробки та оцінювання інформації, яка стосується екологічних, соціальних та економічних аспектів розвитку селітебної території. Панування у радянській час уявлень про домінування економічної доцільності створення міських поселень над питаннями соціальними та екологічними виявилось хибним, оскільки нагромадження проблем соціально-економічного характеру тієї або іншою мірою є наслідком екологічно несприятливого стану селітебної території. За таких умов, сталий розвиток міста як складної урбосистеми є принципово неможливим, а отже суспільство та держава отримують низку проблем, які вимагають додаткових фінансових витрат для мінімізації ризиків. Низка детальних досліджень національних та іноземних дослідників, які будуть проаналізовані у подальшому, підтверджують актуальність теоретико-методичного обґрунтування засад еколого-економічного моніторингу стану міських поселень.

**Аналіз останніх наукових досліджень.** Проблемним питанням, яке вимагає ретельного дослідження, залишається те, що саме повинно бути результатом еколого-економічного моніторингу, та визначення причин, з яких перевага при ухваленні адміністративних та управлінських рішень має віддаватися не максимізації доходів суб'єктів господарювання, а забезпеченню сталого розвитку суспільства в цілому або окремої громади, як складової суспільства. Загальні питання методології управління сталим розвитком міста на підставі еколого-економічного моніторингу детально розглянуті у роботах Балусевої О.В. [1-3]. У статті професора Сохничя А.Я. розглянуто методологічні засади удосконалення механізму екореконструкції міст, зокрема шляхом оцінювання

(«тарифікування») районів міста за екологічною стійкістю за єдиною бальною шкалою, планування промислової та цивільної забудови з метою забезпечення стійкого розвитку міста, прогнозування розвитку та інтенсивності надзвичайних техногенних ситуацій з метою запобігання [4]. Основні ідеї оцінки еколого-економічної привабливості території урбосистеми та концептуальна модель такої оцінки наведені у роботі [5].

У роботі Л.Г. Мельника та О.В. Кубатко [6] обґрунтовано формування індикаторів сталого розвитку на прикладі моделі екологічної рівноваги, результатом застосування якої є економічне визначення «статистичної вартості життя» людини та економічних збитків, які спричиняються суспільству внаслідок збільшення кількості генетичних порушень. Водночас, проблемним питанням даної моделі є екстраполяція її результатів у майбутнє, оскільки це вимагає визначення прогнозних показників зростання ВВП та нормативів дисконтування, що за теперішніх умов неможливо зробити з більш-менш прийнятною достовірністю. Ще одним дискусійним положенням моделі є відсутність пропозицій авторів стосовно зонування територій, як це пропонується зробити у роботі [7], в залежності від отриманих на підставі моніторингу значень, а також складність розрахунку економічних втрат від втрати працездатності громадянами у довгостроковій перспективі.

**Мета роботи:** визначення теоретико-методичних засад еколого-економічного моніторингу міських поселень, які пропонується розглядати як складні урбосистеми, що складаються з природної, соціальної, економічної та антропогенної складової.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Результуючим документом еколого-економічного моніторингу урбосистеми має стати карта міста, на якій зазначається рівень впливу екологічних факторів на добробут населення та якість життя місцевих мешканців. Подібні підходи свого часу пропонувалися, зокрема, у статті [6], де на підставі логарифмування модифікованої функції Кобба-Дугласа було отримане рівняння залежності рівня захворюваності населення по регіонах України від площі лісових насаджень по областях; кількості населення, що припадає на одного медичного працівника; середньої заробітної плати по областях; рівня забруднення повітряного басейну та рівня іонізації щитовидної залози у дітей. Водночас, сама ідея стосовно медико-екологічного картографування та визначення кореляційного зв'язку між

захворюваністю населення найбільш небезпечними видами хвороб та якістю компонентів природного середовища не тільки набула великого поширення у розвідках численних дослідників економіки природокористування та охорони довкілля, але й знайшло практичне застосування. Так, в сучасних умовах, екологічні проблеми, які визначають умови та якість життя людини впливають на життєздатність людини, можна поділити на дві великі групи. Перша з них об'єднує ті, які спричинені природними змінами умов життя – зміною клімату, ґрунтів, водного режиму, ландшафтів тощо. Для України основними проблемами, пов'язаними з першою групою, є природно-антропогенні процес, під якими розуміють явища, що ускладнюють виробничу діяльність людини, іноді становлять небезпеку безпосередньо для населення (деградація ґрунтів та порушення цілісності гірських масивів внаслідок проведення гірничих робіт [8], створення каскаду водосховищ на великих річках). До другої групи проблем відносяться наслідки ведення суспільством господарської діяльності через нераціональне використання природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища. Забруднення середовища внаслідок господарської діяльності людини супроводжується емісіями різноманітних газів та газоподібних речовин, аерозолів, пилу (викидається в атмосферу об'єктами енергетики, промисловості і транспорту), радіоактивними, електромагнітними й тепловими випромінюваннями та полями, шумами й вібраціями, «збагаченням» промислових стоків та побутових відходів шкідливими хімічними сполуками (зокрема, нафтопродуктами, пестицидами й мінеральними добривами). До найпоширеніших і найнебезпечніших забруднювачів повітря належать діоксид азоту, бензол, води – пестициди, нітрати (солі азотної кислоти), ґрунту – поліхлоровані дифеніли, соляна кислота. Кількість техногенних забруднювачів зараз величезна та продовжує зростати. Особливу небезпеку становлять важкі метали, які дедалі в більшій кількості нагромаджуються в ґрунті, воді, продуктах харчування.

Здійснюючи заходи з еколого-економічного моніторингу урбосистем, досліднику варто приділяти увагу не лише масштабам цього впливу на стан навколишнього природного середовища, оскільки небезпека техногенного впливу полягає радше у концентрації діяльності, а відповідно й тих порушень, що виникають в довкіллі на обмеженій

території із великою кількістю населення. При цьому, в контексті обраної у роботі проблематики, можна поділяти порушення навколишнього природного середовища за масштабами впливу на глобальні, регіональні та локальні. Разом з тим, за типом діяльності людини (техногенними факторами) порушення навколишнього природного середовища можуть класифікуватися на організаційні, технологічні та експлуатаційні [9]

Що ж стосується основних джерел забруднення навколишнього природного середовища у міських поселеннях, то найпоширенішими тут будуть такі з них:

- автомобільний транспорт;
- підприємства чорної та кольорової металургії;
- теплова енергетика;
- комунальні підприємства (побутові стоки та сміттєві відходи);
- хімічна промисловість;
- сільське господарство (прилеглі до міста території).

Таким чином, поняття техногенного навантаження характеризує соціально-економічне облаштування території та забруднення природного середовища. Утім, така категорія як «техногенність» не дозволяє нам отримати комплексне уявлення про характер взаємозв'язків між якістю життя людини та станом довкілля (хоча за умовчанням вважається закономірним постулат про те, що збільшення техногенного навантаження супроводжується погіршенням стану природних екосистем). Розгляд питань соціально-економічного облаштування території передбачає оцінювання результатів її використання з господарською метою (зокрема, такі показники як валовий регіональний продукт, медичні заклади, захворюваність населення, структура сукупних ресурсів регіону, викиди забруднюючих речовин, утворення та поводження з відходами тощо) .

Техногенний тип економічного розвитку призводить до ускладнення виробничої інфраструктури, посилення навантаження на території промислової діяльності, вимагаючи збільшення витрат на підтримання системи у безпечному стані. Цей процес без належних капіталовкладень постійно посилюється і викликає зростання кількості та масштабів промислових аварій і катастроф.

При цьому, найактуальнішою екологічною проблемою для України

залишається забруднення навколишнього природного середовища, що проявляється в надмірній концентрації тих чи інших компонентів, внаслідок залучення до обороту речовин, які не існують в природі.

Зокрема, варто звернути увагу на те, що хоча у 2010–2015 рр. техногенне навантаження на навколишнє середовище дещо зменшилося, загальна тенденція свідчить про існування значних загроз стану довкілля та збереження тенденції до деградації природного середовища (табл.1).

*Таблиця 1 - Основні показники техногенного навантаження на навколишнє природне середовище у 2012 – 2017 роках*

Показники	Навчальний рік							
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
Чисельність студентів, тис. осіб	2763,9	2599,4	2491,3	2311,6	1992,9	1689,2	1438	1375,2
Питома вага студентів (%), які навчались за рахунок:								
державного бюджету	35,3	36,7	38	39,2	43,1	44,5	46,1	47,2
місцевих бюджетів	3,4	3,8	4	4,2	4,4	4,9	0,8	1,1
юридичних осіб	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7
фізичних осіб	60,8	59,2	57,7	56,2	52,1	50	52,3	51

*Розраховано за даними Державної служби статистики України [3]*

Протягом 2012 р. в атмосферу надійшло 5,9 млн.т забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел забруднення (таблиця 1). Якщо розрахувати це з урахуванням площі території країни та чисельності населення, то на 1 км<sup>2</sup> території країни припадає 9 т викинутих в атмосферу забруднюючих речовин, а на одну особу – 147 кг.

У сумарній кількості забруднюючих речовин викиди метану та оксиду азоту, які належать до парникових газів, становили відповідно 853 та 8,9 тис.тонн[9]. Крім цих речовин, у атмосферу в 2012 р. стаціонарними та пересувними джерелами було викинуто 198,2 млн.т діоксиду вуглецю, який також впливає на зміну клімату. Близько 62% небезпечних речовин, що потрапили у повітря, припало на стаціонарні джерела забруднення промислових підприємств. Від них в атмосферу надійшло 4,1 млн.т забруднюючих речовин, що на 0,2 млн.т (на 5,2%) більше, ніж у 2011 році.

Коливання рівня забруднення довкілля позначається, в першу чергу, на рівні захворюваності населення, а також – опосередковано – на тривалості життя. З соціально-економічної точки зору це позначається на рівні прямих витрат на охорону здоров'я, а також опосередкованих – внаслідок зменшення продуктивності праці через обмежену працездатність населення. Екологічний моніторинг вимагає здійснення медико-екологічного картографування для збору інформації та проведення кореляційного аналізу на предмет виявлення щільності зв'язку між захворюваністю населення на різні види хвороб, якістю природного середовища та окремих його компонентів.

Урядова політика більшості країн в сфері регулювання відносин природокористування та охорони довкілля виходить з того, що господарська діяльність людини завдає серйозної шкоди навколишньому середовищу та екологічним системам. Для дієвого запобігання проявам кризи, зокрема й на рівні урбосистем – великих міських поселень, що поєднують у собі соціальні, виробничі, транспортні та інші системи – важливою передумовою є розуміння проявів негативних антропогенних впливів на довкілля та динаміки такого впливу. Іншими словами, мова йде про пошук відповідей на запитання про те, які конкретно небезпечні впливи мають місце, як характер цих впливів змінюється з плином часу, якими є найкращі способи запобігання їхнім проявам або мінімізації негативним наслідків їхньої дії. Для пошуку відповідей на ці важливі запитання необхідною стає розробка та реалізація довгострокових програм еколого-економічного моніторингу та дослідження отриманих результатів. Такі програми мають на меті виявлення змін екологічних систем та навколишнього середовища на територіях регіонів (зокрема міст та міських агломерацій), а також покращувати наше розуміння причин та наслідків таких змін.

Сталість розвитку людського суспільства визначається наявністю ресурсів, необхідних для його функціонування; традиційно, в ролі таких виступали відновлювані ресурси. Наявність джерел чистої води, родючі ґрунти, деревина, тваринний світ – все це було особливо важливо для формування поселень людини, оскільки визначало її здатність займатися господарською діяльністю. У пізніші періоди історії, людина починає все більше покладатися на невідновлювальні джерела енергії, що пояснювалося опануванням нових технологій та розвитком

мануфактурного виробництва: викопне паливо, залізну руду, коштовне каміння та дорогоцінні метали. У місцях, найбільш сприятливих з точки зору поєднання відновлювальних та невідновлювальних ресурсів, де існує можливість провадити або контролювати господарську діяльність виникають великі людські поселення.

Однак, здатність екосистем надійно забезпечувати потреби людей постійно зменшується протягом останнього століття. Це відбувається як негативний наслідок взаємодії двох факторів: (1) стрімкого збільшення населення планети, яке сягнуло позначки у 6 мільярдів осіб у 1999 році та (2) неймовірного зростання обсягів ресурсів, що споживаються населенням країн розвинутого світу (таких як Європейський Союз, Канада та Сполучені Штати Америки) та країн, що розвиваються (Китаю, Індії, Росії). Це зменшення здатності природи до забезпечення людства ресурсами розглядають як деградацію екосистем: у випадку розгляду наслідків такої деградації на прикладі населених пунктів можна говорити про доцільність надання економічної оцінки її можливих наслідків. Такі економічні розрахунки можуть враховувати витрати на підтримання життєздатності існуючих урбосистем (наприклад, в Об'єднаних Арабських Еміратах це є витрати енергії на опріснення води, охолодження повітря та забезпечення потреб населення у продуктах харчування) або на переселення людей на території з більш сприятливими умовами (як засвідчує досвід ліквідації наслідків катастроф на АЕС у Чорнобилі та на Фукусімі). Деградація якості довкілля цікава нам, як дослідникам питань економіки природокористування з двох причин: по-перше, вона є ознакою обмеженої здатності екосистем планети задовольняти стрімко зростаючі потреби людства, а по-друге – якісно відображає заподіяну шкоду іншим видам живої природи та природним екосистемам, яким притаманна власна внутрішня вартість, що не може бути виміряна у відомих нам грошових агрегатах. Роль програм еколого-економічного моніторингу полягає у визначенні небезпечних тенденцій зміни навколишнього середовища та надання їм грошової оцінки на підставі наших теперішніх уявлень про вартість для суспільства того або іншого природного ресурсу.

У сучасному світі від 50% до 60% населення проживає на територіях міських поселень, а дані досліджень [3] свідчать про стійку тенденцію до



зростання рівня урбанізованості. До того ж, технологічна революція перетворила міста на найбільш важливі точки зростання валового внутрішнього продукту абсолютної більшості країн. Для відстеження того, як саме міста змінюють довкілля та соціальне середовище прилеглих територій, Організацією Об'єднаних Націй був розпочатий проект моніторингу стану урбосистем в різних країнах світу. Для України подібні проекти залишаються перспективними з урахуванням необхідності трансформації існуючих на даний час міст (та індустріальних центрів водночас) у сталі та безпечні урбосистеми.

Розглядаючи питання теоретико-методичного обґрунтування еколого-економічного моніторингу стану міста як складної урбосистеми, ми маємо брати до уваги, що діяльність людини з регулювання такого стану може бути описана за допомогою ґраткоподібної функції, оскільки результати моніторингу дозволяють нам визначати значення спостережень лише у деяких окремих точках  $t_1, t_2 \dots t_i$ . У випадку нашого дослідження варто казати про розгляд функцій, що знаходяться у рівновіддалених точках  $t=nT$ , де  $T$  – це період дискретності, який у випадку пропонованого нами алгоритму має дорівнювати одному місяцю, а  $n$  – будь-яке ціле число, яке описує нам кількість об'єктів спостереження. Таким чином, ми можемо представити змінну  $t$  у вигляді (1):

$$t = nT + \varepsilon T \quad (0 \leq \varepsilon \leq 1), \quad (1)$$

За кожного фіксованого значення змінної  $\varepsilon$  функцію  $f(nT + \varepsilon T)$  можна розглядати як ґраткоподібну функцію, що визначена у точках  $\varepsilon T, (\varepsilon + 1)T, (\varepsilon + 2)T$  тощо. Функції  $f[nT + \varepsilon T]$  є функціями двох аргументів  $n$  та  $\varepsilon$ , тому доцільно позначити ці функції як  $f_1[n, \varepsilon] = f[nT, \varepsilon T]$ . Так, зокрема, при  $\varepsilon = 0$  щойно згадана нами рівність набуває вигляду:

$$f_1[n] = f[nT, 0], \quad (2)$$

Таким чином, на підставі даних еколого-економічного моніторингу стану міського поселення ми отримуємо дані, які можна представити як різницю наступного виду (3):

$$f[n+1] = f(n) + \Delta f[n], \quad (3)$$

При цьому різниця  $k$ -го порядку ґраткоподібної функції  $f[n]$  визначатиметься формулою (4)

$$\Delta^k f[n] = \Delta^{k-1} f[n+1] - \Delta^{k-1} f[n], \quad (4)$$

Таким чином, отримуючи дані в результаті проведення еколого-економічного моніторингу на території міста, ми зможемо мати справу з функціями, що будуть мати визначеність лише у певних точках (моментах спостереження), а сама така функція буде визначатися кількістю отриманих нами спостережень зміни стану урбосистеми ( $n$ ) та періодичності здійснення спостережень ( $T$ ). В кінцевому рахунку, нам доведеться мати справу з системою різницевих рівнянь, вигляду (5):

$$\Phi [n, x[n], \Delta x[n], \dots, \Delta^k x[n]] = 0, \quad (5)$$

При цьому, рівняння (5) можна трансформувати до такого виду (6):

$$a_0 \Delta^3 x[n] + a_1 \Delta^2 x[n] + a_2 \Delta x[n] + a_3 x[n] = f[n], \quad (6)$$

де  $f[n]$  - завдана граткоподібна функція, що описує залежність стану урбосистеми від кількості спостережень ( $n$ ) за зміною показника ( $x$ );  $a_0, a_1, a_2, a_3$  – сталі коефіцієнти.

**Висновки** (висновки та перспективи подальших наукових розробок в даному напрямі). Запропоноване у даній роботі визначення теоретико-методичних засад еколого-економічного моніторингу міських поселень, базується на застосуванні граткоподібних функцій та системи різницевих рівнянь, якими пропонується описати залежність рівня сталого розвитку урбосистеми від еколого-економічних показників, що характеризують природної, соціальної, економічної та антропогенної складової. Завданням наших подальших досліджень є визначення сталих коефіцієнтів, що характеризуватимуть кожну з описаних вище складових ( $a_0, a_1, a_2, a_3$ ).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Балуєва О.В. Концептуальні засади розвитку зеленого будівництва в Україні / О.В. Балуєва // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Стратегія розвитку міста» 25-27 квітня 2012 р. Сімферополь. – Сімферополь: Кримський інститут бізнесу УЕУ. – 2012. – С. 7-9
2. Балуєва О.В. Інформаційний аспект в управлінні навколишнім середовищем великого міста / О. В. Балуєва // Інвестиції: практика та досвід. – 2011. – № 9. – С. 65-69.
3. Балуєва О.В. Методологія управління сталим розвитком міста на еколого-економічних засадах: автореферат дисертації д-ра екон. наук: спец. 08.00.06 «Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища»

- / Міністерство освіти і науки України, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет». –Д. : 2013. – 36 с.
4. Сохнич А.Я. Оптимізація механізму екореконструкції міст / А.Я. Сохнич, О.В. Балуська, Ю.Д. Столярчук // Збалансоване природокористування. – 2016. – №3. – С.6-13. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp\\_2016\\_3\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2016_3_3)
  5. Dudnyk A. V. Sustainable development of urban systems: theoretical aspects /A.V.Dudnyk// Економічний вісник НГУ. – №3 (55). – 2016. – С. 162-171.
  6. Мельник Л.Г. Динамічне моделювання системи еколого-економічних показників для обґрунтування сталого розвитку територій / Л.Г. Мельник, О.В. Кубатко // Механізм регулювання економіки. – 2009. –№4. – Т. 1. – С. 245 -249.
  7. Бардась А.В. Науково-методичні засади охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки селітебних територій [Текст] / А.В. Бардась, А.В. Дудник // Економічні проблеми сталого розвитку : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції імені проф. Балацького О.Ф., м. Суми, 11-12 травня 2016 р.: у 2-х т. / За заг. ред. О.В. Прокопенко. – Суми : СумДУ. – 2016. – Т.1. – С. 19-21.
  8. Bogach, K., Approaches To Coal Mines Wastes Handling According To The Principles Of Environmental And Economic Policy/K.Bogach //Вісник Східноєвропейського університету економіки. – №2. – 2013. – С.101-110.
  9. Писаренко В.М. Агроекологія: Навчальний посібник/ В.М.Писаренко, П.В.Писаренко, В.В. Писаренко – Полтава. –2008. –255 с.
  10. Лопатіна О.С. Методичні підходи до оцінки впливу виробничої діяльності людини на стан довкілля. Економічний простір. Збірник наукових праць ПДАБА № 49, 2011. – Режим доступу до журналу: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Ekpr/2011\\_49/statti/36.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Ekpr/2011_49/statti/36.pdf)