



UDC 30.34-048.35:001.82

METHODICAL APPROACHES TO EVALUATION OF THE PROCESSES OF MODERNIZATION OF THE ENVIRONMENTAL SUSTAINABLE SYSTEM

S. Lutkovska

Article info

Received
24.01.2020

Accepted
27.02.2020

Vinnitsia
National Agrarian
University
3, Str. Sunny,
Vinnitsia,
21008, Ukraine

E-mail: svetvsau@gmail.com

Lutkovska, S. (2020). Methodical approaches to evaluation of the processes of modernization of the environmental sustainable system. Scientific Horizons, 02 (87), 111–118. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-111-118.

The article presents the analysis of the features of the modernization of regions, using existing methods. It is determined that a feature of the existing methodological approaches is the presence of a large number of indicators and the need for expert assessments, which significantly complicates the study. A new approach to the problem of studying the environmental safety of territories has been identified based on the ecological paradigm. The advantage of the new approach, as opposed to the old, conventional one, which relies on the “pollution-resource” paradigm, is that a comprehensive assessment of the level of environmental security is proposed on the basis of a new organizational structure of environmental control and information model, by attracting specially formed new indicators. environmental status - indicators and quality indices. An integral part of this is the level of environmental modernization, which is closely linked to environmental risk and allows for a quantitative assessment of environmental safety.

Development of methodological approaches to the assessment of environmental modernization from the standpoint of environmental and technogenic safety was based on indicators in three areas: protection of atmospheric air and water resources, as well as waste management. Their comprehensive assessment will help to determine the level of population load, territories, threats and risks, provided that there is a continuing trend of significant negative impact of the impacting factors. It is established that the regions of Ukraine as the object of study can be considered in the form of a multilevel dynamic system of large dimension with complex relationships both within individual levels and between levels in general. As components of this system, various objects of protection are further analyzed: existing population, GRP, environmental elements, investments, etc. Given these provisions, the level of modernization can be estimated. The development of an integral index, in our opinion, makes it possible to assess as much as possible interregional differences in the level of danger, using a certain number of indicators for this purpose. It also deepens the understanding of the object of study and its patterns: instead of the isolated properties of the individual sides of the object, we obtain a holistic characteristic, which guarantees its ultimate advantage. As a result of the research, a general scheme of environmental modernization assessment was formed.

Key words: *ecological modernization, regional modernization, sustainable development, greening, ecological competitiveness.*

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ПРОЦЕСІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНОГО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

С. М. Лутковська

Вінницький національний аграрний університет
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна

В статті представлено аналіз особливостей модернізації регіонів, шляхом використання існуючих методик. Метою є дослідження методичних підходів оцінки процесів модернізації системи екологобезпечного сталого розвитку в умовах глобальної економіки. Визначено, що особливістю існуючих методичних підходів є наявність великої кількості показників та необхідність проведення експертних оцінок, що суттєво ускладнює дослідження. Встановлено, що новий підхід до проблеми вивчення екологічної безпеки територій базується на екологічній парадигмі. Перевага нового підходу, на відміну від старого, загальноприйнятого, який спирається на «забруднювально-ресурсну» парадигму, полягає в тому, що комплексну оцінку рівня екологічної безпеки пропонується проводити на основі нової організаційної структури екологічного контролю та інформаційної моделі, шляхом залучення спеціально сформованих нових показників стану довкілля – індикаторів і індексів якості. Невід’ємною складовою цього є рівень екологічної модернізації, котрий тісно пов’язаний із екологічним ризиком та дозволяє вести кількісну оцінку екологічної безпеки.

Встановлено, що регіони України як об’єкт дослідження можуть розглядатися у вигляді багаторівневої динамічної системи великої розмірності зі складними зв’язками і всередині окремих рівнів, і між рівнями взагалі. Як складники цієї системи, у подальшому аналізуються різні об’єкти захисту: наявне населення, ВРП, елементи довкілля, інвестиції тощо. З урахуванням зазначених положень і може бути оцінений рівень модернізації. Розробка інтегрального індексу, на нашу думку, дає змогу максимально реально оцінити міжрегіональні розбіжності щодо рівня небезпеки, застосовуючи для цього певну доцільну кількість показників. А також поглиблює уявлення про об’єкт дослідження і його закономірності: замість ізольованих властивостей окремих сторін об’єкта отримуємо цілісну характеристику, чим і гарантується його остаточна перевага. В результаті дослідження сформовано загальну схему оцінки екологічної модернізації, що стане перспективним напрямом подальших досліджень.

Ключові слова: екологічна модернізація, модернізація регіонів, сталий розвиток, екологізація, екологічна конкурентоспроможність.

Вступ

Екологічна модернізація охоплює цілий комплекс соціально-економічних та екологічних програм і заходів. Ефективність їх реалізації прямо впливає на рівень екологічної конкурентоспроможності країни чи регіону, рівень їх інноваційності та якість життя населення. Аналіз особливостей модернізації регіонів можна здійснювати шляхом використання існуючих методик оцінки глобальної конкурентоспроможності Всесвітнього економічного форуму (*World*, 2011), здатності продукувати інновації країн ЄС чи світу загалом, які ґрунтуються на визначенні відповідних сукупних індексів (*European*, 2012; *INSEAD*, 2011). Проте особливістю даних методичних підходів є наявність великої кількості

показників та необхідність проведення експертних оцінок, що суттєво ускладнюється на регіональному рівні. У цьому контексті цікавою для використання вважається методика, яка розроблена фахівцями Китайського центру з питань дослідження проблем модернізації при Пекінському університеті (Китай), та є найбільш комплексною при оцінці рівня модернізації національної економіки (*Review report on modernization in the world and China*).

Теоретико-методологічні засади екологічної модернізації ґрунтовно досліджуються у роботах В. Я. Шевчука, А. Мола, Г. Спааргена, Е. Гідденса, У. Бекка, А. Віла, Р. Велфорда, А. Гоулдсона та ін. Проте методичні підходи до оцінювання процесів модернізації системи екологобезпечного сталого розвитку потребують подальших досліджень.

Матеріали та методи

Методика, розроблена фахівцями Китайського центру з питань дослідження проблем модернізації при Пекінському університеті (Китай), ґрунтується на використанні індексного підходу до оцінки рівня модернізації. Розрахунок сукупних індексів, що характеризують різноманітні сфери розвитку національних економік, вважається одним із найбільш популярних методів дослідження на сучасному етапі.

Використання підходу, який спирається на «забруднювально-ресурсну» парадигму, полягає в тому, що комплексну оцінку рівня екологічної безпеки пропонується проводити на основі нової організаційної структури екологічного контролю та інформаційної моделі, шляхом залучення спеціально сформованих нових показників стану довкілля – індикаторів і індексів якості (Lapin, 2011).

Результати дослідження та обговорення

Сутність методики полягає у визначенні індексів реалізації першого та другого рівня модернізації та визначенні загального інтегрованого показника модернізації країни (регіону). Так, модель першого рівня модернізації полягає у розрахунку індексу на основі десяти індикаторів, що характеризують економічну, соціальну та екологічну сфери (Lapin, 2011).

$$IM_I = \sum S_{ij} / n \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k)$$

$$S_{ij} = 100 \times i_{act.val} / i_{stand.val} \quad (\text{стимулятори}, S_i \leq 100 \%)$$

$$S_{ij} = 100 \times i_{act.val} / i_{stand.val} \quad (\text{дестимулятори}, S_i \leq 100 \%)$$

де: IM_I – індекс першого рівня модернізації (регіону);

S_{ij} – рівень досягнення регіоном j граничного значення за індикатором i ;

$i_{act.val}$ – величина фактичного значення індикатора i для регіону j ;

$i_{stand.val}$ – величина граничного значення індикатора I для регіону j ;

n – кількість індикаторів;

k – кількість регіонів (Dorohuntsov & Ralchuk, 2001).

У залежності від того, який тип індикатора – стимулятор чи дестимулятор – рівень досягнення регіоном граничного значення (S_i) за визначеними показниками буде розраховуватися по-різному, проте розрахункове значення S_i не може перевищувати 100 %. Тобто якщо розрахункове значення S_i буде перевищувати 100 %, то для розрахунку індексу модернізації регіону необхідно все одно залишати максимально можливе

граничне значення – 100. Це означає, що регіон за цим індикатором досяг необхідного значення першого рівня модернізації (Lapin, 2011).

Ступінь досягнення регіоном першого рівня модернізації можна оцінювати за чотирма фазами: *початкова* фаза, фаза *розвитку*, фаза *зрілості* та *транзитивна* фаза, тобто фаза переходу від першого до другого рівня модернізації. Якщо ж регіон не досяг першого рівня модернізації, тоді він потрапляє до фази традиційного суспільства.

Оцінювання другого рівня екологічної модернізації здійснюється також шляхом розрахунку відповідного індексу, який ґрунтується на декількох групах індикаторів. Для розрахунку індексу другого рівня модернізації регіону необхідно здійснювати порівняння по кожному фактору з країною-лідером. При проведенні аналізу рівня модернізації регіонів України пропонуємо базовими індикаторами вважати відповідні параметри соціально-економічного розвитку та екологічного стану Польщі. Ця країна вважається однією з найбільш конкурентоспроможних у Центральній та Східній Європі (41 місце серед 142 країн світу у рейтингу глобальної конкурентоспроможності ВЕФ) та виявилася найбільш стабільною в умовах сучасної глобальної фінансово-економічної кризи. Середньорічний темп зростання реального ВВП у Польщі протягом 1996-2010 рр. становив 4,4 %, при цьому країна продовжувала демонструвати позитивну динаміку навіть у період поглиблення фінансово-економічної кризи у 2008-2009 рр. (Lapin, 2011; Demydenko, 2012).

Відповідно до рекомендацій Комісії зі сталого розвитку при ООН і Комісії з глобальної екології, новий підхід до проблеми вивчення екологічної безпеки територій базується на екологічній парадигмі. Перевага нового підходу, на відміну від старого, загальноприйнятого, який спирається на «забруднювально-ресурсну» парадигму, полягає в тому, що комплексну оцінку рівня екологічної безпеки пропонується проводити на основі нової організаційної структури екологічного контролю та інформаційної моделі, шляхом залучення спеціально сформованих нових показників стану довкілля – індикаторів і індексів якості (INSEAD, 2011). Невід’ємною складовою цього є рівень екологічної модернізації, котрий тісно пов’язаний із екологічним ризиком та дозволяє вести кількісну оцінку екологічної безпеки. Такий підхід

відрізняється від загальноприйнятого ще й тим, що не потребує залучення ГДК як бази для підрахунку, котрі, як відомо, є санітарно-токсикологічними, а не екологічними нормативами. Індикаторами екологічної безпеки є показники, що характеризують ступінь захищеності від негативного екологічного впливу з урахуванням досягнення цілей соціально-економічної системи. Індикатор – це і вказівник, і символ одночасно, йому надається значення міри величини, міри властивості, міри процесу. Математична суть екологічного індикатора: він може бути скаляром, вектором і більш складною величиною, яку можна навести у вигляді матриці.

Теоретико-методологічні засади екологічної модернізації ґрунтовно досліджуються у роботах В. Я. Шевчука, де системно розкривається необхідність екологізації всіх складових частин виробництва: системи управління, технологічних процесів, господарської та інвестиційної діяльності підприємства тощо (Shevchuk et al., 2004). Це передбачає: екологізацію функцій системи загального управління підприємством із запровадженням міжнародних стандартів системи екологічного менеджменту, екологічного аудиту, а також досвіду екологічного інжинірингу, маркетингу, лізингу, страхування; оновлення виробничих процесів (технологічних систем) для поліпшення екологічних характеристик виробництва з економічним ефектом; модернізацію очисних споруд з економічним ефектом; екологічне оздоровлення промайданчика і прилеглої території; підвищення екологічної свідомості та кваліфікації персоналу. Необхідність у модернізації виробництва виникає у зв'язку зі зношуванням або старінням виробничого обладнання. Класичними видами зношування є фізичне, функціональне, технологічне (моральне) і вартісне (Shevchuk et al., 2004).

Значна кількість наукових досліджень присвячені теоретико-методологічним засадам формування поняття «екологічна модернізація соціально-економічного розвитку». Автори, враховуючи напрямки використання загальнозвживаної категорії «модернізація», наполягають на необхідності виокремлення такого трактування поняття екологічної модернізації, яке б сприяло охопленню всіх стратегічних цілей сталого розвитку для регіону в контексті «зеленого» зростання.

Розробка методичних підходів до оцінки екологічної модернізації з позицій екологічної і природно-техногенної безпеки було опрацьовано

базу показників за трьома сферами: *охорона атмосферного повітря та водних ресурсів, а також поводження із відходами*. Їх комплексна оцінка дасть змогу визначити рівень навантаження населення, території, загрози та ризику за умови, що збережеться існуюча тенденція значного негативного впливу уражаючих чинників. Перелік показників було визначено, виходячи із наявної інформації Державної служби статистики України, Держводгоспу, Євростату та інших джерел.

Регіони України як об'єкт дослідження можуть розглядатися у вигляді багаторівневої динамічної системи великої розмірності зі складними зв'язками і всередині окремих рівнів, і між рівнями взагалі. Як складники цієї системи, у подальшому аналізуються різні об'єкти захисту: наявне населення, ВРП, елементи довкілля, інвестиції тощо. З урахуванням зазначених положень і може бути оцінений рівень модернізації.

Власне оцінка була проведена в декілька етапів: *перший* аналіз та групування вхідної інформації; *другий* – оцінка по регіонах за обраними показниками та їх сукупністю у регіональному розрізі.

Загальна схема оцінки включала:

1. Компонування векторів показників α_{ij} первинної інформації, згідно визначених завдань.

2. Нормування показників, тобто перехід від абсолютних за своїм характером показників (векторів α_i) до відносних показників (x_i), на основі наступної розрахункової системи за формулою:

$$x_i = \frac{\alpha_i - \alpha_{i(p)}}{\alpha_{i(\max)} - \alpha_{i(\min)}},$$

де: α_i – показник i -го регіону;

$\alpha_{i(p)}$ – порогове значення для обраного показника.

x_i – нормоване значення показника i -го регіону;

i – номер регіону, відповідно до кількості регіональних утворень держави (27);

α_{\min} , α_{\max} – мінімальна та максимальна величина для відповідних показників.

Розрахунки нормованих значень показників (x_i) здійснено на основі використання методики ООН, що застосовується при проведенні ранжирування країн за різними соціально-економічними чи фінансовими показниками. Для розрахунку інтегрального показника, враховуючи

специфіку об'єкта дослідження, внесено певні корективи (World, 2011; INSEAD, 2011).

3. Для визначення вагових коефіцієнтів використано метод головних компонент, котрий трансформує m -вимірний ознаковий простір у p -вимірний простір компонент. У моделі головних компонент зв'язок між первинними ознаками і компонентами описується як лінійна комбінація:

$$y_i = \sum_{j=1}^m c_j \cdot G_j,$$

де: y_i – стандартизовані значення i -ї ознаки з одиничними дисперсіями; сумарна дисперсія дорівнює кількості ознак m ;

c_j – внесок j -ї компоненти в сумарну дисперсію множини показників i -ї сфери.

Компоненти G_j також представляють собою лінійну комбінацію:

$$G_j = \sum_{i=1}^m d_i \cdot x_i,$$

де: d_i – факторні навантаження;
 x_i – вхідні дані.

Власне вагові коефіцієнти b_j розраховуються за формулою:

$$b_j = \frac{c_j \cdot |d_j|}{\sum_{i=1}^m c_i \cdot |d_i|},$$

Побудова моделі головних компонент здійснюється за допомогою пакету SPSS у декілька етапів, котрі включають побудову матриці розрахунків, виокремлення головних компонент і розрахунок факторних навантажень (факторний аналіз), ідентифікацію головних компонент.

З огляду на складність підбору інформації, її верифікацію, надалі ми зосередили увагу на оцінці модернізаційних процесів, котрі тривають у сфері охорони атмосферного повітря. Поправочні коефіцієнти впливу забруднювачів повітря на населення та довкілля розроблялися експертним шляхом. Аналізуючи наслідки впливу небезпечних речовин, було виявлено, що діоксид сірки – найнебезпечніший для довкілля, а оксид азоту та оксид вуглецю – для населення (табл. 1).

Таблиця 1. Коефіцієнти впливу забруднювача на населення та довкілля

Назва забруднювача	Формула	Коефіцієнт небезпеки для навколишнього середовища	Коефіцієнт небезпеки для людини	Вплив на людину Коротка характеристика	Вплив на довкілля Коротка характеристика
1	2	3	4	5	6
Діоксид сірки	SO_2	0,8	0,5	У людини цей газ подразнює верхні дихальні шляхи, оскільки легко розчиняється в слизі гортані і трахеї. Постійна дія сірчистого газу може викликати захворювання дихальної системи, що нагадує бронхіт. Сам по собі цей газ не завдає істотного збитку здоров'ю населення, але в атмосфері реагує з водяною парою з утворенням вторинного забруднювача – сірчаної кислоти (H_2SO_4)	Сірчистий газ особливо шкідливий для дерев, він призводить до хлорозу (пожовтінню або знебарвленню листя) і карликовості. Накопичуючись у довкіллі призводить до вторинного забруднення
Діоксид азоту	NO_2	0,5	0,8	Діоксид азоту сильно дратує слизові оболонки дихальних шляхів. Вдихання отруйної пари діоксиду азоту може привести до серйозного отруєння. Діоксид азоту викликає сенсорні, функціональні і патологічні ефекти.	Негативний біологічний вплив діоксиду азоту на рослини виявляється в знебарвленні листів, зів'яненні квіток, припиненні плодоношення і росту.

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
				Патологічні ефекти проявляються в тому, що NO_2 робить людину сприйнятливою до патогенів, що викликає хвороби дихальних шляхів. У людей, що піддалися дії високих концентрацій діоксиду азоту, частіше спостерігаються катар верхніх дихальних шляхів, бронхіти, круп і запалення легенів. Крім того, діоксид азоту сам по собі може стати причиною захворювань дихальних шляхів	Небезпека діоксиду азоту полягає ще в тому, що він добре розчиняється у воді з утворенням кислотних дощів, а також вступає в фотохімічні реакції з граничними вуглеводнями, утворюючи фотохімічний смог одним із компонентів якого є токсичний продукт – формальдегід. Накопичуючись у довкіллі призводить до вторинного забруднення
Оксид азоту	NO	0,6	0,9	Оксид азоту подразнює дихальні шляхи та очі. Симптоми отруєння з'являються лише через певний період затримки у кілька годин. NO вважається сильною отрутою, який впливає на центральну нервову систему, може призвести до ураження крові за рахунок зв'язування гемоглобіну	Має сумісну дію на довкілля з діоксидом азоту. Накопичуючись у довкіллі призводить до вторинного забруднення
Оксид вуглецю	CO	0,6	0,9	Через свою отруйність монооксид вуглецю є дуже небезпечним для організму людини. Ця небезпека збільшується тим, що він не має запаху і отруєння може настати непомітно. Навіть незначні його кількості, що потрапляють у повітря і вдихаються людиною, викликають запаморочення і нудоту, а вдихання повітря, в якому міститься 0,3 % CO за об'ємом, може швидко привести до смерті	У рослин призводить до пошкодження листя, пагонів. Накопичуючись у довкіллі призводить до вторинного забруднення
Метан	CH_4	0,1	0,2	Метан не є токсичним газом, хоча існують дані котрі свідчать про його шкідливу дію на центральну нервову систему	Є парниковим газом, в цьому відношенні, більш сильним, ніж вуглекислий газ, через наявність глибоких обертальних смуг поглинання його молекул в інфрачервоному спектрі. Якщо ступінь впливу вуглекислого газу на клімат умовно прийняти за одиницю, то парникова активність того ж молярного об'єму метану складе 21-25 одиниць. Накопичуючись у довкіллі призводить до вторинного забруднення

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6
НЛОС (неметанові леткі органічні сполуки)	--/--	0,6	0,5	Неметанові леткі органічні сполуки – широкий клас органічних сполук, що включає вуглеводні, альдегіди, спирти, кетони, терпеноїди та ін. Кожен із забруднювачів, що входить до класу неметанових летких органічних сполук має різний ступінь впливу і рівень небезпеки для довкілля й людини (від першого до 4го класу)	
Сажа	C	0,3	0,7	Сажа входить до категорії частинок, небезпечних для легенів, оскільки частинки менше п'яти мікрон в діаметрі не фільтруються у верхніх дихальних шляхах. Дим від дизельних двигунів, що складається в основному з сажі, вважається особливо небезпечним через те, що його частинки мають канцерогенні властивості	Вплив сажі на навколишнє середовище може викликати незворотні зміни і навіть загибель флори і фауни. Накопичуючись у довкіллі призводить до вторинного забруднення
Діоксид вуглецю	CO ₂	0,7	0,7	Є кінцевим продуктом окиснення вуглецю, не горить, не підтримує горіння і дихання. Токсична дія вуглекислого газу виявляється при його вмісті в повітрі 3–4 % і полягає в подразненні дихальних шляхів, запамороченні, головному болі, шумі у вухах, психічному збудженні, непритомному стані	Має глобальний екологічний ефект. Викликає глобальне потепління й руйнування озонового шару. Накопичуючись у довкіллі призводить до вторинного забруднення

4. Розрахунок інтегрального індексу стану небезпеки для атмосферного повітря A_{ij} , з урахуванням вагових коефіцієнтів кожного із показників, проводився за формулою:

$$A_j = \frac{\sum b_i \cdot x_i}{z}$$

де: b_i – відповідний ваговий коефіцієнт;

x_i – нормоване значення показника i -го регіону;

z – кількість показників.

5. Ранжирування регіонів України на основі агрегованого індексу та виділення груп регіонів із *низьким, помірним, середнім, підвищеним і високим рівнем*.

Окрім специфічних абсолютних показників, у розрахунки було закладено групу відносних показників, що відображали рівень екологічного навантаження для одиниці площі (км²), населення (особи) та валового регіонального продукту (млн. грн).

Подана методика відкрита для внесення будь-яких логічних змін та доповнень, пов'язаних із змінами ситуації в державі та відповідними

змінами методології статистичних обстежень. Для порівнянності динамічного ряду є можливим проведення ретроспективних розрахунків.

Проведення розрахунків у регіональному розрізі дало можливість виявити слабкі сторони інформаційного забезпечення дослідження, зокрема:

1. Не витримано ідентичності в оформленні таблиць у регіональному розрізі.

2. Форми статистичної звітності по окремих компонентах забруднення і процесах їх протікання розроблені не на наукових основах.

3. Інформаційне наповнення багатьох таблиць здійснено формально, наведені статистичні дані не відповідають реальній ситуації.

4. За поданою статистикою важко визначити динаміку процесів забруднення через зміни у формах звітності.

Зафіксовано випадки невідповідності, наведених у статистичній звітності Державної служби статистики України даних тим, що містяться в екологічних паспортах регіонів, а в окремих випадках представлена інформація наводилась не за звітній, а за попередній до звітнього рік або взагалі була відсутня.

Висновки

Незважаючи на вказані проблеми, розробка інтегрального індексу, на нашу думку, дає змогу максимально реально оцінити міжрегіональні розбіжності щодо рівня безпеки, застосовуючи для цього певну доцільну кількість показників. А також поглиблює уявлення про об'єкт дослідження і його закономірності: замість ізольованих властивостей окремих сторін об'єкта отримуємо цілісну характеристику, чим і гарантується його остаточна перевага.

Екологічна модернізація охорони повітря регіонів та в цілому по Україні, може бути проаналізована та оцінена на основі показників запровадження повітряохоронних заходів на підприємствах. Їх перелік та кількість обліковуються, відповідно вимогам статичної звітності та Закону України «Про охорону атмосферного повітря», а саме:

- удосконалення технологічних процесів (включаючи перехід на інші види палива, сировини і т. ін.);
- будівництво і введення в дію нових газоочисних установок і споруд;
- підвищення ефективності існуючих очисних установок (включаючи їх модернізацію, реконструкцію і ремонт);
- ліквідація джерел забруднення;
- перепрофілювання підприємства (цеху, дільниці) на випуск іншої продукції;
- інші заходи.

References

- Demydenko, S. L. (2012). *Metodychni pidkhody do otsinky rivnia modernizatsii krain ta rehioniv* [Methodical approaches to the assessment of the level of modernization of countries and regions]. *Efektivna ekonomika*, 5. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1123> [in Ukrainian].
- Dorohuntsov, S. I. & Ralchuk, O. M. (2001). *Upravlinnia tekhnogenno-ekolohichnoiu bezpekoiu u paradyhmi staloho rozvytku: kontseptsiiia systemno-dynamichnoho vyrishennia* [Management of technogenic-ecological safety in the paradigm of sustainable development: the concept of system-dynamic solution]. Kyiv : Nauk. dumka [in Ukrainian].
- European Commission (2012). *Innovation Union Scoreboard 2011*. doi: 10.2769/32530.
- INSEAD (2011). *The Global Innovation Index 2011: Accelerating Growth and Development*. Retrieved from http://www.globalinnovationindex.org/gii/GII%20COMPLETE_PRINTWEB.pdf.
- Kachynskiy, A. B. (2001). *Ekolohichna bezpeka Ukrainy: systemnyi analiz perspektyv pokrashchennia* [Ecological safety of Ukraine: a systematic analysis of prospects for improvement]. Kyiv : NISD [in Ukrainian].
- Lapin, N. I. (Ed.). (2011). *Obzornyiy doklad o modernizatsii v mire i Kitae (2001-2010)* [Review report on modernization in the world and China (2001-2010)]. Moskva : Ves Mir [in Russian].
- Patoka, I. (2019). *Uporiadkuvannia metodiv ekosystemnoho vyznachennia zbytkiv vid nehatyvnykh naslidkiv hospodariuvannia na mistsevomu rivni* [Organizing Ecosystem Methods for Determining Losses from Negative Local Economic Impacts]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i stalyyi rozvytok*, 6, 56–62. Retrieved from http://ecops.kiev.ua/doi/DOI_6_2019.html [in Ukrainian].
- Shevchuk, V. Ia., Satalkin, Yu. M., Biliavskiy, H. O., Navrotskyi, V. M. & Hetman, V. V. (2004). *Ekolohichne upravlinnia* [Environmental Management]. Kyiv : Lybid [in Ukrainian].
- Stepanenko, A. V. (2018). *Ekolohichna modernizatsiia ekonomiky v dyskursi chetvertoi promyslovoi revoliutsii* [Ecological Modernization of the Economy in the Discourse of the Fourth Industrial Revolution]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i stalyyi rozvytok*, 1/2, 15–19. Retrieved from http://ecops.kiev.ua/doi/DOI_1-2_2018.html [in Ukrainian].
- Stepanenko, A. V. (2018). *Intehratsiia ekonomichnoi ta ekolohichnoi polityky v konteksti ekolohichnoi bezpeky* [Integration of Economic and Environmental Policy in the Context of Environmental Security]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i stalyyi rozvytok*, 3/4, 49–55. Retrieved from http://ecops.kiev.ua/doi/DOI_3-4_2018.html [in Ukrainian].
- Sukhorukov, A. (2004). *Metodolohiia otsinky rivnia ekonomichnoi bezpeky* [Methodology for assessing the level of economic security]. *Visnyk Kyivskoho nats. torh.-ekon. universytetu*, 1, 49–55 [in Ukrainian].
- World Economic Forum (2011). *Global Competitiveness Report 2011– 2012*. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf.