

УДК: 330.15: 338.14: 504.05

О. М. Сухіна

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу економічних проблем екологічної політики та сталого розвитку ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», м. Київ

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ АСИМІЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕКОСИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗБИТКІВ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ

Вперше у світовій практиці розроблено конкретні формалізовані методологічні підходи до визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів урахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення навколишнього природного середовища (як складова авторської економізованої класифікації асиміляційних послуг екосистем України). Формалізовано визначення розмірів коефіцієнтів асиміляції екосистем та коригуючих коефіцієнтів до них, що є новизною дослідження.

Ключові слова: методологія, кореляційні коефіцієнти, асиміляційні властивості екосистем, диференціація розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення природи, коригуючі коефіцієнти.

Suhina O. METHODOLOGY OF DETERMINATION OF THE CORRELATION COEFFICIENTS OF ASSIMILATIVE PROPERTIES OF ECOSYSTEMS FOR THE ESTIMATION OF DAMAGE FROM POLLUTION

For the first time in the world practice, concrete formalized methodological approaches to determination the amounts of the correlation coefficients of accounting for the assimilative properties of ecosystems for differentiation of the values of compensation for economic damage from environmental pollution (as a component of the author's Classification of assimilative services of ecosystems, complemented by assimilation coefficients for various ecosystems in Ukraine) are developed.

The determination of the amounts of the coefficients of ecosystem assimilation and corrective coefficients for them is formalized, that is novelty of research.

Keywords: methodology, correlation coefficients, assimilative properties of ecosystems, differentiation of the amounts of compensation for economic damage from pollution of nature, corrective coefficients.

Останнім часом за кордоном при оцінці економічних збитків від забруднення навколишнього природного середовища (НПС) на відміну від вітчизняної практики, широко застосовується екосистемний підхід. Проте в методиках оцінки економічних збитків від забруднення НПС, наприклад, в РФ, використовуються коефіцієнти, які враховують особливості екосистем, але конкретних методик щодо визначення розміру відповідних коефіцієнтів немає. Тому в Україні доцільною є розробка як методик оцінки економічних збитків від забруднення НПС з урахуванням екосистемного підходу, так і методики визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів врахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення природи.

Екосистемний підхід до оцінки збитків від забруднення НПС використовують американські вчені, які визначали розміри економічних збитків від масштабного розливу нафти в результаті вибуху у 2010 р. нафтової платформи «Deepwater Horizon» в Мексиканській затоці: Х. Бреннер, М.К. Буфадель, Дж. Даттон, Дж. У. Демінг, Дж. Р. Джерачи, Д. Дж. Ді, Дж. Ігл, Д.У. Йошкович, Р.С. Карні, К. Каррас, К.К. Купер, К. Лі, Л.А. Мейер, Дж. Т. Морріс, Б.А. Нут, С. Поласкі, Н.Н. Рабалеїс, К. Редді, К. Уодделл, Ш. Форрест, Л. Хардінг, Х. Чьярелло, Р. Дж. Шталь, молодший [1, 2]; інша група вчених: Д.Г. Вестерхолм, С. Д. Раух III (основні розробники), а також: Ч.К. Браун, Дж. Б. Бредбері,

Б. Вінн, Н.Г. Гай, молодший, Р.А. Гайд, К.Д. Долі, С.К. Донер, Е.Л. Ідсал, М.К. Лінч, Ч. Дж. Меланкон, Е.С. Мілс, Л. Морган, Г.С. Рікард, К. Самек, К. Сміт, Б.Х. Тью, молодший, Т.Ф. Харріс та інші [3]. Ці питання досліджують: Дж. Діксон і С. Бобильов (генератори ідей), Ж. Беккес, К. Гамільтон, А. Кант, Е. Латц, С. Педжиола, Ж. Хі, І. Глазиріна, Є. Голубева, Г. Моткін, Р. Перелет, І. Потравний, С. Пунцукова, О. Рюміна, А. Тишков, А. Шевчук та інші. Детальний аналіз стану методологічного забезпечення оцінки збитків від забруднення НПС з урахуванням екосистемного підходу за кордоном розкрито у статті І. Яжлева [4]. В останні роки питаннями оцінки економічних збитків від забруднення НПС займаються і українські вчені М. Бублик, А. Жулавський, В. Лук'янихін, Л. Мельник, О. Теліженко, Ю. Опанасюк та інші, але в українській практиці оцінки таких збитків екосистемний підхід, на жаль, застосовується недостатньо.

Російські вчені (В.І. Данилов-Данильян та ін.) ще в 1998 р. включили екосистемний підхід до оцінки збитків від забруднення НПС до відповідних офіційних методик, зокрема [5]. У додатку 4 таблиці 7 діючої в РФ «Временной методики определения предотвращенного экологического ущерба» (1999 р.) [5], затвердженої Головою Державного комітету Російської Федерації з охорони навколишнього природного середовища В.І. Даниловим-Данильяном, представлені регіональні коефіцієнти біорізноманіття з урахуванням природних зон Росії. Проте без

методичних рекомендацій щодо визначення розміру відповідних коефіцієнтів. Необхідно здійснювати напрацювання в даному напрямку.

Метою статті є представлення результатів наукового дослідження з визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів врахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення природи.

Нами представлено *методологічний підхід щодо визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів врахування асиміляційних властивостей екосистем України* для диференціації розмірів (плати) відшкодування економічних збитків від забруднення НПС. Ці коефіцієнти будуть коливатися в межах: від 0,2 (мікроклімат піщаного масиву «Олешківські піски» є напівпустельним) до 0,95 (лісові екосистеми). Такі кореляційні коефіцієнти нами пропонуються на основі відомих досліджень: вченими визначено, що найбільший асиміляційний потенціал у світі мають ліси (серед них – тропічні) (часто для них використовують кореляційний коефіцієнт 1,0, тобто 100- процентна асиміляція – 100 %, але більше 1,0 бути не може). Високий асиміляційний потенціал мають ліси помірних широт, водно-болотні угіддя, екосистеми дельт. Низький асиміляційний потенціал характерний для тундри, пустель, напівпустель (відповідно 0–0,2; що означає, що відходи або взагалі не асимілюються або лише на 10–20 %).

Коефіцієнт асиміляції визначається як відношення обсягу викидів (викидів в атмосферу, скидів у водні об'єкти, утворення відходів), що асимілюються, до загального обсягу викидів (скидів, відходів) або обсягу викидів (скидів, відходів), які зможе нейтралізувати відповідна екосистема (і-го виду викидів (скидів, відходів)) (формула 1):

$$k_a = \frac{OB_a}{OB_z} (\times 100 \%) ; \quad (1)$$

де k_a – коефіцієнт асиміляції, *одиниць (або відсотків)*;
 OB_a – обсяг викидів (скидів, відходів) *i*-го виду, які асимілюються, *г (кг або тонни)*;

OB_z – загальний обсяг викидів (скидів, відходів) *i*-го виду, *г (кг або тонни)*.

Проте доцільно враховувати вид викидів (викидів в атмосферу, скидів у водні об'єкти, утворення й розміщення відходів), інтенсивність негативного впливу на НПС, тривалість їхнього розкладання й т. п.

Дуже добре, якщо асиміляційні властивості екосистем будуть прагнути до 1,0 (формула 2), але все залежить від властивостей екосистем, наприклад від рівня кислотності (рН) ґрунту: кислі ґрунти мають рН менше 7, нейтральні — близько 7, а лужні — понад 7 (чим нижче рН ґрунту, буде більше кисле середовище й тем швидше будуть відбуватися процеси окислення (підзолисті ґрунти лісової зони мають переважно кислу реакцію) та ін. Вапнування кислих ґрунтів під пологом лісу поліпшує умови мінералізації опадів й інтенсифікує кругообіг речовин у лісових біогеоценозах. Чим вище рН, тим лужне середовище більше агресивне) і т. д. Залежно від рівня рН і строк асиміляції буде різним.

$$k_a \rightarrow \max(1,0) ; \quad (2)$$

Порівнювати процес асиміляції викидів (скидів, відходів) необхідно за однаковий проміжок часу (часовий лаг), наприклад, 1 рік. При цьому коефіцієнт k_a буде змінюватися. Згодом, коли екосистема виснажується, тому що властивості екосистем погіршуються під впливом техногенного навантаження, коефіцієнт k_a буде знижуватися й наблизитися до нуля (0) (формула 3), і якщо не будуть вчасно проведені природоохоронні заходи, асиміляційний потенціал екосистеми зникне. Тому екосистемам доцільно давати певний час для відновлення своїх властивостей.

$$k_a \rightarrow \min(0) ; \quad (3)$$

Дослідження багатьох учених показують, що наявність асиміляційного потенціалу НПС дозволяє запобігати збиткам (втратам) від забруднення природи. Таким чином, відвернений збиток (економія витрат по запобіганню забруднення природи) визначає економічну оцінку асиміляційного потенціалу НПС на основі витратного підходу. Але такий метод доцільно використовувати з обережністю, щоб не зупинити підприємства.

В Україні доцільно враховувати природні зони всіх природних зон Землі, оскільки виробнича діяльність може призводити до опустелювання територій навіть із високим асиміляційним потенціалом НПС, і про це вже написано ряд наукових статей (для вирішення даних проблем і попередження опустелювання територій доцільно імплементувати до відповідних нормативно-правових документів положення Конвенції Організації Об'єднаних Націй про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, які страждають від серйозної посухи й / або опустелювання, особливо в Африці). Можливо також більше детальний поділ природних зон: наприклад, лісів – на хвойні, широколистяні, змішані й т. д.

Морські акваторії й прибережні зони мають значний асиміляційний потенціал НПС. За нашими розрахунками для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС, коефіцієнт врахування асиміляційних властивостей морських акваторій і прибережних зон може становити 0,75–0,85, якщо враховувати діапазон між найнижчим (0,1) і найвищим (близько 1,0) рівнем асиміляційного потенціалу НПС.

Відповідні кореляційні коефіцієнти для врахування асиміляційних особливостей природних зон України пропонуються в цілому. У подальшому вони будуть територіально деталізуватися.

В попередніх дослідженнях нами розроблена економізована класифікація асиміляційних послуг екосистем для всієї планети, де використано відповідні коефіцієнти, на розвиток нової версії 5.0 Загальної міжнародної класифікації екосистемних послуг «The Common International Classification of Ecosystem Services» (CICES, version 4.3) [6, 7, 8]. Автором у 2016 р. отримано позитивну відповідь від містера Я.-Е. Петерсена (керівника групи «Облік природного капіталу» Європейського екологічного агентства (European Environment Agency, Данія, Копенгаген) на аналітичну записку «Classification of

assimilative services of ecosystems, complemented by assimilation coefficients for various ecosystems».

Автору статті 8 січня 2018 р. надійшов лист із Європейського екологічного агентства з подякою за активність, за те, що зареєструвалась і брала участь в анкетуванні щодо удосконалення CICES, та про те, що вже вийшла версія 5.1 CICES [9]. Окрім того, Європейське екологічне агентство ще й висловило подяку тим, хто брав участь в анкетуванні (200 фахівців) щодо удосконалення Загальної міжнародної класифікації екосистемних послуг CICES на сторінках Інструкції до CICES V5.1 [10] (автор статті теж брала участь в цьому анкетуванні у 2016 р.).

Для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС ці показники будуть досить високими й розміри збитків будуть завищені, тому нами з урахуванням конструктивних пропозицій С. Матюхи В.В і Клинового Д.В. (ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України») пропонується вводити для території України поправочні коефіцієнти до коефіцієнтів асиміляції екосистем України ($\times 0,1$): від 0,02 до 0,095 (табл. 1).

Останнім часом за кордоном при оцінці економічних збитків від забруднення навколишнього природного середовища (НПС) на відміну від вітчизняної практики, широко застосовується екосистемний підхід. Проте в методиках оцінки економічних збитків від забруднення НПС, наприклад, в РФ, використовуються коефіцієнти, які враховують особливості екосистем, але конкретних методик щодо визначення розміру відповідних коефіцієнтів немає. Тому в Україні доцільною є розробка як методик оцінки економічних збитків від забруднення НПС з урахуванням екосистемного підходу, так і методики визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів врахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення природи.

Екосистемний підхід до оцінки збитків від забруднення НПС використовують американські вчені, які визначали розміри економічних збитків від масштабного розливу нафти в результаті вибуху у 2010 р. нафтової платформи «Deepwater Horizon» в Мексиканській затоці: Х. Бреннер, М.К. Буфадель, Дж. Даттон, Дж. У. Демінг, Дж. Р. Джерачи, Д. Дж. Ді, Дж. Ігл, Д.У. Йошкович, Р.С. Карні, К. Каррас, К.К. Купер, К. Лі, Л.А. Мейер, Дж. Т. Морріс, Б.А. Нут, С. Поласкі, Н.Н. Рабалеїс, К. Редді, К. Уодделл, Ш. Форрест, Л. Хардінг, Х. Чьярелло, Р. Дж. Шталь, молодший [1, 2]; інша група вчених: Д.Г. Вестерхолм, С. Д. Раух III (основні розробники), а також: Ч.К. Браун, Дж. Б. Бредбері, Б. Вінн, Н.Г. Гай, молодший, Р.А. Гайд, К.Д. Долі, С.К. Донер, Е.Л. Ідсал, М.К. Лінч, Ч. Дж. Меланкон, Е.С. Мілс, Л. Морган, Г.С. Рікард, К. Самек, К. Сміт, Б.Х. Тью, молодший, Т.Ф. Харріс та інші [3]. Ці питання досліджують: Дж. Діксон і С. Бобильов (генератори ідей), Ж. Беккес, К. Гамільтон, А. Кант,

Е. Латц, с. Педжиола, Ж. Хі, І. Глазіріна, Є. Голубева, Г. Моткін, Р. Перелет, І. Потравний, с. Пунцукова, О. Рюміна, А. Тишков, А. Шевчук та інші. Детальний аналіз стану методологічного забезпечення оцінки збитків від забруднення НПС з урахуванням екосистемного підходу за кордоном розкрито у статті І. Яжлева [4]. В останні роки питаннями оцінки економічних збитків від забруднення НПС займаються і українські вчені М. Бублик, А. Жулавський, В. Лук'янін, Л. Мельник, О. Теліженко, Ю. Опанасюк та інші, але в українській практиці оцінки таких збитків екосистемний підхід, на жаль, застосовується недостатньо.

Російські вчені (В.І. Данилов-Данильян та ін.) ще в 1998 р. включили екосистемний підхід до оцінки збитків від забруднення НПС до відповідних офіційних методик, зокрема [5]. У додатку 4 таблиці 7 діючої в РФ «Временной методики определения предотвращенного экологического ущерба» (1999 р.) [5], затвердженої Головою Державного комітету Російської Федерації з охорони навколишнього

Таблиця 1

Коригуючі коефіцієнти до коефіцієнтів асиміляції екосистем *

Коефіцієнти асиміляції екосистем	Коригуючі коефіцієнти	Коефіцієнти асиміляції екосистем	Коригуючі коефіцієнти
0,9	0,09	0,5	0,05
0,8	0,08	0,4	0,04
0,7	0,07	0,3	0,03
0,6	0,06	0,2	0,02

*Складено автором з урахуванням пропозицій Матюхи В.В. та Клинового Д.В. (ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України»)

природного середовища В.І. Даниловим-Данильяном, представлені регіональні коефіцієнти біорізноманіття з урахуванням природних зон Росії. Проте без методичних рекомендацій щодо визначення розміру відповідних коефіцієнтів. Необхідно здійснювати напрацювання в даному напрямку.

Тому метою статті є представлення результатів наукового дослідження з визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів врахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення природи.

Нами представлено методологічний підхід щодо визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів врахування асиміляційних властивостей екосистем України для диференціації розмірів (плати) відшкодування економічних збитків від забруднення НПС. Ці коефіцієнти будуть коливатися в межах: від 0,2 (мікроклімат піщаного масиву «Олешківські піски» є напівпустельним) до 0,95 (лісові екосистеми). Такі кореляційні коефіцієнти нами пропонуються на основі відомих досліджень: вченими визначено, що найбільший асиміляційний потенціал у світі мають ліси (серед них – тропічні) (часто для них використовують кореляційний коефіцієнт 1,0, тобто 100-процентна асиміляція – 100%, але більше 1,0 бути не може). Високий асиміляційний потенціал мають ліси помірних широт, водно-болотні угіддя, екосистеми дельти. Низький асиміляційний потенціал характерний для тундри, пустель, напівпустель (відповідно 0–0,2; що означає, що відходи або взагалі не асимілюються або лише на 10–20%).

Коефіцієнт асиміляції визначається як відношення обсягу викидів (викидів в атмосферу, скидів у водні об'єкти, утворення відходів), що асимілюються, до загального обсягу викидів (скидів, відходів) або обсягу викидів (скидів, відходів), які зможе нейтралізувати відповідна екосистема (і-го виду викидів (скидів, відходів)) (формула 1):

$$k_a = \frac{OB_a}{OB_z} (\times 100 \%) ; \quad (1)$$

де k_a – коефіцієнт асиміляції, *одиниць (або відсотків)*;
 OB_a – обсяг викидів (скидів, відходів) *i*-го виду, які асимілюються, *г (кг або тонни)*;

OB_z – загальний обсяг викидів (скидів, відходів) *i*-го виду, *г (кг або тонни)*.

Проте доцільно враховувати вид викидів (викидів в атмосферу, скидів у водні об'єкти, утворення й розміщення відходів), інтенсивність негативного впливу на НПС, тривалість їхнього розкладання й т. п.

Дуже добре, якщо асиміляційні властивості екосистем будуть прагнути до 1,0 (формула 2), але все залежить від властивостей екосистем, наприклад від рівня кислотності (рН) ґрунту: кислі ґрунти мають рН менше 7, нейтральні — близько 7, а лужні — понад 7 (чим нижче рН ґрунту, буде більше кисле середовище й тем швидше будуть відбуватися процеси окислення (підзолисті ґрунти лісової зони мають переважно кислу реакцію) та ін. Вапнування кислих ґрунтів під пологом лісу поліпшує умови мінералізації опаду й інтенсифікує кругообіг речовин у лісових біогеоценозах. Чим вище рН, тим лужне середовище більше агресивне) і т. д. Залежно від рівня рН і строк асиміляції буде різним.

$$k_a \rightarrow \max(1,0) ; \quad (2)$$

Порівнювати процес асиміляції викидів (скидів, відходів) необхідно за однаковий проміжок часу (часовий лаг), наприклад, 1 рік. При цьому коефіцієнт k_a буде змінюватися. Згодом, коли екосистема виснажується, тому що властивості екосистем погіршуються під впливом техногенного навантаження, коефіцієнт k_a буде знижуватися й наближатися до нуля (0) (формула 3), і якщо не будуть вчасно проведені природоохоронні заходи, асиміляційний потенціал екосистеми зникне. Тому екосистемам доцільно давати певний час для відновлення своїх властивостей.

$$k_a \rightarrow \min(0) ; \quad (3)$$

Дослідження багатьох учених показують, що наявність асиміляційного потенціалу НПС дозволяє запобігати збиткам (втратам) від забруднення природи. Таким чином, відвернений збиток (економія витрат по запобіганню забруднення природи) визначає економічну оцінку асиміляційного потенціалу НПС на основі витратного підходу. Але такий метод доцільно використовувати з обережністю, щоб не зупинити підприємства.

В Україні доцільно враховувати природні зони всіх природних зон Землі, оскільки виробнича діяль-

ність може призводити до опустелювання територій навіть із високим асиміляційним потенціалом НПС, і про це вже написано ряд наукових статей (для вирішення даних проблем і попередження опустелювання територій доцільно імплементувати до відповідних нормативно-правових документів положення Конвенції Організації Об'єднаних Націй про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, які страждають від серйозної посухи й/ або опустелювання, особливо в Африці). Можливо також більше детальний поділ природних зон: наприклад, лісів – на хвойні, широколистяні, змішані й т. д.

Морські акваторії й прибережні зони мають значний асиміляційний потенціал НПС. За нашими розрахунками для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС, коефіцієнт врахування асиміляційних властивостей морських акваторій і прибережних зон може становити 0,75–0,85, якщо враховувати діапазон між найнижчим (0,1) і найвищим (близько 1,0) рівнем асиміляційного потенціалу НПС.

Відповідні кореляційні коефіцієнти для врахування асиміляційних особливостей природних зон України пропонуються в цілому. У подальшому вони будуть територіально деталізуватися.

В попередніх дослідженнях нами розроблена економізована класифікація асиміляційних послуг екосистем для всієї планети, де використано відповідні коефіцієнти, на розвиток нової версії 5.0 Загальної міжнародної класифікації екосистемних послуг «The Common International Classification of Ecosystem Services» (CICES, version 4.3) [6, 7, 8]. Автором у 2016 р. отримано позитивну відповідь від містера Я.-Е. Петерсена (керівника групи «Облік природного капіталу» Європейського екологічного агентства (European Environment Agency, Данія, Копенгаген) на аналітичну записку «Classification of assimilative services of ecosystems, complemented by assimilation coefficients for various ecosystems».

Автору статті 8 січня 2018 р. надійшов лист із Європейського екологічного агентства з подякою за активність, за те, що зареєструвалась і брала участь в анкетуванні щодо удосконалення CICES, та про те, що вже вийшла версія 5.1 CICES [9]. Окрім того, Європейське екологічне агентство ще й висловило подяку тим, хто брав участь в анкетуванні (200 фахівців) щодо удосконалення Загальної міжнародної класифікації екосистемних послуг CICES на сторінках Інструкції до CICES V5.1 [10] (автор статті теж брала участь в цьому анкетуванні у 2016 р.).

Для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС ці показники будуть досить високими й розміри збитків будуть завищені, тому нами з урахуванням конструктивних пропозицій С. Матюхи В.В. і Клинового Д.В. (ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України») пропонується вводити для території України поправочні коефіцієнти до коефіцієнтів асиміляції екосистем України ($\times 0,1$): від 0,02 до 0,095 (табл. 1).

Для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС доцільно використовувати коригуючі коефіцієнти врахування асиміляційних властивостей екосистем. Для визначення їх розміру доцільно використовувати коефіцієнти-множники (формула 4):

$$k_k = 1 + k_a ; \quad (4),$$

де k_k – коригуючий коефіцієнт врахування асиміляційного потенціалу екосистем, *одиниць*;

k_a – коефіцієнт асиміляції, *одиниць*.

Нами пропонуються показники, представлені в табл. 1 та 2: значення коригуючого коефіцієнта врахування асиміляційних властивостей екосистем може бути в діапазоні від 1,0 до 1,1, зокрема – для змішаних (хвойно-широколистяних) лісів – 1,08–1,095; лісостепу – 1,06; степу – 1,04; гірських лісів – 1,085, річок – 1,075; морів – 1,085, а, наприклад, у РФ вони є досить високими (додаток 4 таблиці 7 [5]).

На даний час автор працює над виконанням фундаментальної теми НДР «Екосистемні засади оцінювання збитків від забруднення НПС», й на розвиток теорії збитків вперше в Україні розробила конкретні формалізовані методологічні підходи до екосистемного оцінювання економічних збитків від забруднення НПС, які опубліковані в [8]. Кореляційні коефіцієнти врахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС можуть бути використані в авторській формулі вартісної оцінки збитків від втрати екосистемою асиміляційних властивостей (формула 5):

$$\Delta Z_b = (BP_{АПНес} - BP_{АПДес}) \cdot k_k ; \quad (5),$$

де ΔZ_b – економічний збиток від втрати екосистемою асиміляційних властивостей (грн.); $BP_{АПНес}$ – вартість «роботи» асиміляційного потенціалу неперетвореної екосистеми (яка перебуває у первинному стані) (грн.); $BP_{АПДес}$ – вартість «роботи» асиміляційного потенціалу деградованої екосистеми (яка перебуває у вторинному стані) (грн.).

У «Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба» [5] також є положення про введення поправочних коефіцієнтів на фоновий екологічний стан природно-територіальних комплексів при визначенні екологічного збитку, якого уникли (додаток 5 цієї Методики).

В Україні доцільно розробити методику, аналогічну «Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба» [5], яка

буде ефективною в умовах децентралізації владних повноважень в Україні. Ученими розраховано, що вартість лісу як екосистеми в 3 рази вища, ніж

Таблиця 2

Кореляційні коефіцієнти врахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС (як складова авторської економізованої класифікації асиміляційних послуг екосистем України) *

Типи екосистем з асиміляційними властивостями	Коефіцієнт асиміляції екосистем	Кореляційні коефіцієнти врахування асиміляційних властивостей екосистем
<i>Наземні екосистеми з асиміляційними властивостями</i>		
Лесові (змішані, хвойні) екосистеми	0,80–0,95	1,080–1,095
Лісостепові екосистеми	0,60	1,060
Степові екосистеми	0,40	1,040
Екосистеми напівпустель,	0,20	1,020
Екосистеми гірських лісів	0,85	1,085
<i>Прісноводні екосистеми з асиміляційними властивостями</i>		
Річкові екосистеми	0,75	1,075
Озерні екосистеми	0,70	1,070
Болотні екосистеми (водно-болотні угіддя)	0,80	1,080
<i>Морські екосистеми з асиміляційними властивостями</i>		
Екосистеми акваторій морів	0,85	1,085
<i>Ґрунтові екосистеми з асиміляційними властивостями, в т. ч. ризосфера</i>		
Ґрунтові екосистеми (в т. ч. ризосфера)	0,80	1,080
<i>Атмосфера як елемент глобальної екосистеми</i>		
Атмосферне повітря як складова глобальної екосистеми	0,35	1,035
<i>Антропогенно-природні (штучні) екосистеми з асиміляційними властивостями</i>		
Садові, паркові, городні, польові екосистеми; екосистеми лісових насаджень	0,45	1,045
Екосистеми штучних водойм (каналів, водосховищ)	0,50	1,050

**Розроблено автором статті на основі власних розрахунків та авторських умовиводів на підставі даних географічних карт, наукової економічної літератури, і з урахуванням пропозицій фахівців у сфері економіки природокористування Матюхи В.В. і Клинового Д.В. (Державна установа "Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України")*

вартість дров (деревини). Зараз оцінюються лише його ресурсні функції, а лісові, водорегулюючі функції не враховуються. В результаті міжнародного дослідження економічної цінності екосистемних послуг водно-болотних угідь була встановлена вартість послуг з очищення стічних вод в 654,0 US \$/га / рік, регулювання клімату – близько 140,0 US \$/га / рік [11]. Вартість послуг, на які немає ринку (наприклад, пом'якшення екстремальних природних явищ, очищення скидів та інше), є набагато вище, ніж на ті, які мають реальну ціну (екослуг з виробництва продуктів харчування, сировинних матеріалів). Це є дуже актуальним в умовах децентралізації владних повноважень, оскільки потрібно буде оцінювати послуги локальних екосистем.

За даними Державного агентства лісових ресурсів України для насадження (вручну) 1 га соснового лісу й догляду за ним необхідно як мінімум 12–15 тис. грн., проте, до рубання лісу необхідно чекати 80–90 років (а дубового лісу – до 200 років), постійно витрачаючи значні кошти на охорону й збереження лісу від шкідників або негоди. Це чималі кошти для новостворених територіальних громад. В 2009 р. в Україні затверджено Методику визначення відновної вартості зелених насаджень [12].

Дуб і сосна мають найбільшу киснепродукуючу здатність (відповідно, 6,7 т / га й 4,8–5,9 т / га). Щороку 1 га 20-річних соснових насаджень поглинає

9,35 т вуглекислоти й виділяє 7,25 т кисню, а 60-річних – 14,4 т і 10,9 т. У свою чергу, 40-річні діброви за рік поглинають 18 т вуглекислоти й виділяють 13,9 т кисню. Крім того, штучно насажені ліси мають меншу киснепродуктивність. Лакида І.П. визначив, що киснепродуктивність модальних штучних сосняків міських лісів Києва становить за загальною продуктивністю від 38,2 (вік – 10 років) до 2224,6 (вік – 140 років) т/ га. Для розрахунків використані результати досліджень українських учених (П.І. Лакида, І.П. Лакида й ін. [13]).

«За оцінками американських фахівців фітореMediaція однієї тонни забрудненого ґрунту обходиться в 10–35 доларів США, біореMediaція *in situ* – в 50–150 доларів США, відмивання ґрунту в 80–200 доларів США, екстракція розчинниками – в 360–440 доларів США, а спалювання в 200–1500 доларів США [14, с. 35; 15]. Романюк О.І. та Шевчик Л.З. пропонують використання обліпихи крушиновидної для фітореMediaції нафтозабруднених ґрунтів. За оцінками Шевчик Л.З. витрати на запровадження фітореMediaції нафтозабрудненої території 1 га обліпихою складають 20,0 тис. грн. З літературних джерел відомо, що обліпиха є головною ґрунтопокрашуючою породою, порівняно з іншими фітореMediaнтами: акація, клен, береза, верба [14, с. 121].

Поправочні коефіцієнти врахування асиміляційних властивостей екосистем і природних ресурсів з асиміляційними властивостями будуть корисні для економічної оцінки збитків від забруднення НПС.

Один із варіантів може бути наступний: брати до розрахунку коефіцієнти асиміляційних властивостей екосистем у межах ареалу поширення забруднень по кожному із джерел шкідливих емісій. Ареал поширення може охоплювати кілька екосистем (ландшафтів) – лісові, лугові, сільгоспугідь, девастовані землі, урбанізовані території тощо.

Протоколом про реєстри викидів і перенесення забруднювачів, ратифікованим Законом України № 980-VIII від 3 лютого 2016 р. [16] передбачені механізми фіксації перенесення забруднень. Тому доречним буде використання даних Протоколу при розробці методологічних підходів екосистемного оцінювання збитків від залпових та інших аварійних забруднень. Буде практично корисним, якщо пов'язати напрацювання автора в частині диференціації економічних збитків від забруднення НПС з механізмами фіксації перенесення забруднень. Так, цей Протокол містить 4 додатки про види діяльності (додаток I) (в т. ч. граничне значення потужності та гранична кількість працівників), забруднювачі (додаток II), операції з видалення, утилізації речовин (додаток III) та арбітраж (додаток IV).

Важливим для економічної оцінки збитків від забруднення НПС є додаток II «Забруднювачі», де зазначені: граничні значення викидів у повітря (наприклад, діоксиду вуглецю (CO₂) – 100 000 000 кг / рік, оксидів сірки (SO₂/SO₃) – 150 000 кг / рік), у воду (наприклад, загальної кількості фосфору – 5 000 кг / рік; міді та її сполук (як Cu) – 50 кг / рік, ртуті та її сполук (як Hg) – 1 кг / рік), в землю (наприклад, загальної кількості фосфору – 5 000 кг / рік, свинцю та його сполук (як Pb) – 20 кг / рік, цинку та його

сполук (як Zn) – 100 кг / рік, ДДТ – 1 кг / рік), граничні значення для перенесення забруднювачів за межі ділянки, граничні значення для виробництва, переробки або використання.

Запропоновану автором методологію визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів урахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення природи можна використати для удосконалення додатку II Протоколу про реєстри викидів і перенесення забруднювачів. Залежно від екосистеми, показники додатку II можуть бути більшими чи меншими.

На даний час досить актуальною проблемою для кожної людини є вибір: використання дешевого чи дорогого прального порошку без фосфатів. Фосфати призводять до численних екологічних збитків. Використання фосфоромісних сполук у різних сферах впливає як на середню тривалість життя людей, так і на екосистеми. Згідно з даними Приватного акціонерного товариства «Акціонерна компанія «Київводоканал», «середня концентрація фосфатів у стічних водах, що потрапляють із міста Києва на Бортницьку станцію аерації, стрімко зросла з 8 міліграм на літр у 1990 р. до 18 міліграм на літр у 2012 р. й продовжує збільшуватись. Рівень цих сполук у воді, що повертається після очистки на станції назад у Дніпро, також піднявся». «Фосфати потрапляють у водойми й працюють як добрива, даючи поштовх для росту синьо-зелених водоростей», – пояснює Вікторія Яковлева, радник з інформаційних питань голови «Київводоканалу», компанії, що забезпечує централізоване водопостачання в Києві». «Особливо активно процес «цвітіння води» відбувається влітку, коли температура води підвищується. Розмножуючись у великій кількості, синьо-зелені водорості споживають майже весь кисень у річках і озерах, що призводить до масової загибелі риби. У водоймах відбувається також ріст бактерій та патогенної мікрофлори, ще більше погіршуючи якість річкової води. «[17].

У частині А (операції з видалення («D»)) додатку III зазначено: «D1 Захоронення в землі чи скидання на землю (наприклад, на звалище тощо)», «D2 Обробка ґрунтом (наприклад, біохімічний розклад рідких чи мулових відходів у ґрунті тощо)», «D4 Скидання у поверхневі водойми (наприклад, скидання рідких або мулистих відходів у котловани, ставки чи відстійні басейни тощо)» та ін. У частині В (операції з утилізації («R»)) передбачено: «R1 Використання у вигляді палива (крім безпосереднього спалювання) чи іншим чином для отримання енергії», «R2 Утилізація / регенерація розчинників», «R3 Рециркуляція (рециклінг)/утилізація органічних речовин, які не застосовуються як розчинники» та ін.

Як свідчить міжнародний досвід, саме врахування екосистемного підходу при оцінці збитків від забруднення НПС дозволить визначити реальні їх розміри для того, щоб змусити забруднювачів відновлювати екосистеми та створювати квазіприродні (штучні природні) об'єкти (зазначимо, що у практичній площині вважається перспективним відповідний досвід ЄС). Особливо це є актуальним для локальних

спроможних територіальних громад, які в умовах децентралізації владних повноважень в Україні будуть розпоряджатися місцевими екосистемами.

Висновки. Таким чином, для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС необхідно є розробка методологічних підходів до визначення розмірів кореляційних коефіцієнтів врахування асиміляційних властивостей екосистем. Відповідна методологія представлена у статті, що становить новизну дослідження. Формалізоване визначення розміру коефіцієнтів асиміляції екосистем та коригуючих коефіцієнтів до них показує механізм формування таких коефіцієнтів.

Конкретні кореляційні коефіцієнти врахування асиміляційних властивостей екосистем для диференціації розмірів відшкодування економічних збитків від забруднення НПС знайшли своє відображення в авторській економізованій класифікації асиміляційних послуг екосистем України, яка розроблялась на розвиток версії 5.0 Загальної міжнародної класифікації екосистемних послуг (CICES) Європейського екологічного агентства.

У подальших дослідженнях доцільно деталізувати кореляційні коефіцієнти асиміляції екосистем.

Список використаних джерел

1. Approaches for Ecosystem Services Valuation for the Gulf of Mexico After the Deepwater Horizon Oil Spill: Interim Report / [L.A. Mayer, M.C. Boufadel, J. Brenner et al.]; National Research Council. – Washington, DC: The National Academies Press, 2012. – 150 p. – Retrieved from <https://www.nap.edu/read/13141/chapter/5>
2. An Ecosystem Services Approach to Assessing the Impacts of the Deepwater Horizon Oil Spill in the Gulf of Mexico / [L.A. Mayer, M.C. Boufadel, J. Brenner et al.] (The National Academy of Sciences, National Research Council). Washington, DC: The National Academies Press, 2013. – Retrieved from <http://dels.nas.edu/resources/static-assets/materials-based-on-reports/reports-in-brief/Ecosystem-Services-Report-Brief-Final.pdf>
3. Deepwater Horizon Oil Spill: Final Programmatic Damage Assessment and Restoration Plan and Final Programmatic Environmental Impact Statement / [D. G. Westerholm, S. D. Rauch III, N. G. Guy, J. R. et al.]. – Silver Spring, Maryland: United States Department Of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2016. – 242 p.
4. Яжлев И. К. О состоянии методического обеспечения оценки ущерба природной среде в Российской Федерации и за рубежом / И. К. Яжлев // Теория и практика судебной экспертизы. – 2009. – № 3 (15) – С. 194-221.
5. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба: утверждена Председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды В.И. Даниловым-Данильяном 9 марта 1999 г. – М., 1999. – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294849/4294849569.htm>
6. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES-V4.3). (2013, January). (CICES for

ecosystem service mapping and assessment; CICES for ecosystem accounting). – Retrieved from <http://cices.eu/>.

7. Suhina E. N. Economized classification of assimilative services of ecosystems as the instrument of their monetization in the development CICES / E. N. Suhina // From Baltic to Black Sea: National Models of Economic Systems: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference, March 25, 2016, Part I, Riga. – Riga: Baltija Publishing, 2016. – P. 226–231.

8. Сухіна О. М. Екосистемний підхід до вартісної оцінки збитків від забруднення навколишнього природного середовища / О. М. Сухіна // Економіка України. – 2018. – № 1. – С. 54–70.

9. The Common International Classification of Ecosystem Services (CICES). V5.1. (01.01.2018). (CICES should be used in association with the accompanying document: R. Haines-Young, and M. B. Potschin (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure). – Retrieved from <https://cices.eu/resources/>

10. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1. Guidance on the Application of the Revised Structure (European Environment Agency). – By Roy Haines-Young and Marion Potschin Fabis Consulting Ltd. The Paddocks, Chestnut Lane, Barton in Fabis, Nottingham, NG11 0AE, UK. – January 2018. – 32 p. – Retrieved from <https://www.dropbox.com/s/z1g2ph2705jrjsg/Guidance%20V51%2001012018.docx?dl=0>

11. Emerton L. Assessment of the Economic Value of Muthurajawela Wetland / L. Emerton, L. D. C. B. Kekulandala // Occasional Papers of IUCN – Sri Lanka (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Regional Environmental Economics Programme (IUCN Asia)) (Colombo, Sri Lanka). – 2003. – No. 4. – 28 p.

12. Про затвердження Методики визначення відновної вартості зелених насаджень: Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 12 травня 2009 року № 127 (Редакція від 23.04.2013, підстава з0548-13). – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0549-09>

13. Лакида І. П. Киснепродуктивність модальних штучних сосняків міських лісів міста Києва / І. П. Лакида. – 2011. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/nvnuu_lds/2011_164_3/11lip.pdf

14. Шевчик Л.З. Екологічна оцінка та фітореMediaція нафтозабруднених ґрунтів: дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.16 – екологія / Л.З. Шевчик; Інститут фізико-органічної хімії і вуглекімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України. – Львів, 2017. – 166 с.

15. Schnoor J. L. Phytoremediation of soil and groundwater; Technology Evaluation Report TE-02-01; Groundwater Remediation Technologies Analysis Centre (GWRATAC): Pittsburgh, PA, USA, 2002, 45 p.

16. Протокол про реєстри викидів і перенесення забруднювачів: ратифіковано Законом України від 3 лютого 2016 р. № 980-VIII. – Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/995_159/paran2#n2

17. Лячинська О. На шляху до Європи. Фосфати у пральних порошках / О. Лячинська. – 30.06.2014. – Режим доступу: <https://life.pravda.com.ua/society/2014/06/30/173620/>

References

1. Mayer, L. A., Boufadel, M. C., Brenner, J., & et al. (2012). Approaches for Ecosystem Services Valuation for the Gulf of Mexico After the Deepwater Horizon Oil Spill: Interim Report (National Research Council). Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from <https://www.nap.edu/read/13141/chapter/5>
2. Mayer, L.A., Boufadel, M.C., Brenner, J., & et al. (2013). An Ecosystem Services Approach to Assessing the Impacts of the Deepwater Horizon Oil Spill in the Gulf of Mexico (The National Academy of Sciences, National Research Council). Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from <http://dels.nas.edu/resources/static-assets/materials-based-on-reports/reports-in-brief/Ecosystem-Services-Report-Brief-Final.pdf>
3. Westerholm, D. G., & Rauch III, S. D. (2016) Deepwater Horizon Oil Spill: Final Programmatic Damage Assessment and Restoration Plan and Final Programmatic Environmental Impact Statement. Silver Spring, MD: United States Department Of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration.
4. Yazhlev, I. K. (2009). O sostoyanii metodicheskogo obespecheniya otsenki ushcherba prirodnoi srede v Rossiiskoi Federatsii i za rubezhom [The study of the state of the methodology support of environmental damage evaluation in the Russian Federation and abroad]. *Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy – Theory and Practice of Forensic Science*, 3 (15), 194–221 [in Russian].
5. The State Committee of the Russian Federation of Environmental Protection (1999). [Temporary method of determination of the prevented ecological damage]. Approved by Chairman V. I. Danilov-Danilyan on 1999, March 9. Retrieved from <http://meganorm.ru/Index2/1/4294849/4294849569.htm> [in Russian].
6. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES-V4.3) (2013, January). CICES for ecosystem service mapping and assessment; CICES for ecosystem accounting. – Retrieved from <http://cices.eu/>
7. Suhina, E. N. (2016). Economized classification of assimilative services of ecosystems as the instrument of their monetization in the development CICES. In *From Baltic to Black Sea: National Models of Economic Systems: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference 2016, March 25, Riga: Part I* (pp. 226-231). Riga: Baltija Publishing.
8. Suhina, O. M. (2018). Ekosystemnyy pidkhid do vartisnoyi otsinky zbytkiv vid zabrudnennya navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha [Ecosystem approach to valuation of damage from environmental pollution]. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 1, 54-70. [in Ukrainian].
9. The Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 (2018, January 1). CICES should be used in association with the accompanying document: Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Retrieved from <https://cices.eu/resources/>
10. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 (2018, January). Guidance on the Application of the Revised Structure (European Environment Agency). Nottingham, UK. Retrieved from <https://www.dropbox.com/s/z1g2ph2705jrjsg/Guidance%20V51%2001012018.docx?dl=0>
11. Emerton, L., & Kekulandala, L.D.C.B. (2003). Assessment of the Economic Value of Muthurajawela Wetland. *Occasional Papers of IUCN*, No. 4. Colombo, Sri Lanka: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Regional Environmental Economics Programme (IUCN Asia).
12. Ministry of Housing and Communal Services of Ukraine (2009). Pro zatverdzhennya Metodyky vyznachennya vidnovnoyi vartosti zelenykh nasadzen'. [On Approval of the Methodology of Determination the Replacement Value of Green Plants]. Order, adopted on 2009, May 12, 127. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0549-09> [in Ukrainian].
13. Lakyda, I. P. (2011). Kysneproduktyvnist' modal'nykh shtuchnykh sosnyakiv mis'kykh lisiv mista Kyyeva [Oxygen productivity of modal artificial pine forests of Kyiv city]. Retrieved from http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnu_lds/2011_164_3/11lip.pdf [in Ukrainian].
14. Shevchyk, L. Z. (2017). Ekolohichna otsinka ta fitoremediatsiya naftozabrudnennykh gruntiv [Ecological estimation and phytoremediation of the petropolluted soils] (Ph.D. in Biol. dissertation, Institute of Physical-Organic Chemistry and Coal Chemistry of a name of L.M. Litvinenko of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine). [in Ukrainian].
15. Schnoor, J. L. (2002). Phytoremediation of soil and groundwater; Technology Evaluation Report TE-02-01. Pittsburgh, PA: Groundwater Remediation Technologies Analysis Centre.
16. Supreme Council of Ukraine (2016). Protokol pro reyestry vykydiv i perenesennya zabrudnyuvachiv [Protocol on emissions registers and transfer of pollutants]. Ratified by the Law of Ukraine on 2016, February 3, 980-VIII. Retrieved from http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/995_159/paran2#n2 [in Ukrainian].
17. Lyachynska, O. (2014, June 30). Na shlyakhu do Yevropy. Fosfaty u pral'nykh poroshkakh [On the way to Europe. Phosphates in washing powders]. *Website Ukrainian Truth*. Retrieved from <https://life.pravda.com.ua/society/2014/06/30/173620/> [in Ukrainian].