

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ТА НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ПРИ ОЦІНЦІ РІВНЯ ЕКОЛОГО-БЕЗПЕЧНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Костянтин Павлов, кандидат економічних наук, доцент, докторант кафедри міжнародних економічних відносин Східноєвропейського університету ім. Л. Українки

Катерина Федина, аспірант кафедри фінансів та економіки природокористування Національного університету водного господарства та природокористування

Обмеженість природних ресурсів, їх безконтрольне залучення і використання, екологічні конфлікти привертають увагу академічної та політичної спільноти до проблем забезпечення екологічно безпечного природокористування. Концепція екологічно безпечного природокористування підкреслює необхідність інтеграції економічних та екологічних аспектів розвитку суспільства, що є важливим чинником економічного зростання без тиску на природні багатства. Досягнення сталого розвитку України та її регіонів, особливо в сучасних умовах реалізації Угоди про асоціацію з ЄС, залежить від управління екологічною безпекою та процесами природокористування. Недостатня дієвість механізмів екологічно безпечного використання природних умов і ресурсів обумовлює потребу наукового обґрунтування напрямків удосконалення їх організаційно-економічного забезпечення на рівні країни, регіонів.

Проблеми екологічно безпечного використання природних умов і ресурсів висвітлено в роботах таких вітчизняних і зарубіжних вчених: О. Балацького, У. Баумола, І. Бистрякова, В. Буркова, О. Веклич, З. Герасимчука, В. Голяна, П. Грицюка, Д. Гросмана, Б. Данилишина, Г. Дейлі, С. Доргунцова, Р. Костанзи, В. Кравціва, В. Лозанського, Л. Мельника, Н. Павліхи, В. Павлова, О. Попової, І. Синякевича, І. Скороход, П. Скрипчука, Ю. Стадницького, Дж. Съєберга, В. Тарасової, Ю. Туниці, Дж. Фарлей, М. Хвесика, Є. Хлобистова, Є. Яковлевої та інших.

Незважаючи на значних доробок учених у дослідження, доцільно підкреслити, що в науковій літературі розкрито різнопланові питання щодо

теоретичних основ та узагальнення досвіду забезпечення екологічної безпеки. Проте, існуючі наукові розробки не охоплюють всього комплексу теоретико-методичних і практичних завдань щодо удосконалення організаційно-економічних механізмів екологічно безпечного природокористування на державному та регіональному рівнях.

На сьогодні в Україні накопичено більш 35 млрд. тон відходів виробництва і споживання, площі для їх зберігання займають понад 160 тис. га та щорічно зростає кількість відходів на 1 млрд. т. [10, с. 9]. За індексом природоємності (8,7), який є інтегрованим показником споживання енергоносіїв, води, шкідливості викидів для атмосфери тощо, Україна випереджає Молдову, не говорячи вже про країни ЄС (для світу цей індекс прийнято за 1,0). Україна належить до країн з найвищими у світі абсолютними і відносними показниками утворення відходів [10, с. 112]. Виконання державних екологічних програм головним чином залежить від фінансування за рахунок власних коштів підприємств та організацій. В той час, коли щорічні витрати розвинутих країн на впровадження екологічно безпечних методів господарювання дорівнюють 1-4% ВВП [21].

Більш узагальнюючим показником забезпечення екологічної безпеки, але, здебільшого, всієї країни, можна вважати індекс екологічної ефективності (EPI), який сформовано з 22 екологічних індикаторів, які оцінюють ефективність країни за 9 факторами [20]. Індекс екологічної ефективності вимірює показники національного та світового захисту екологічного здоров'я (захист здоров'я людей від несприятливих факторів навколишнього середовища, викликаних діяльністю людини) та життєздатністю екосистем (захист екосистем і використання ресурсів). За індексом екологічної ефективності (Environmental Performance Index – EPI), який розрахований Центром з екологічного законодавства і політики Єльського університету (США) та враховує показники охорони навколишнього середовища і життєздатність екосистеми, Україна у 2016 р. зайняла 44 місце серед 180 країн порівняно з 2012 р. 102 місце зі 132 країн світу.

Відомо, що екологічна безпека – це суспільне благо, якому притаманні особливості: надпріоритетність екологічної безпеки, адже екологічна безпека є обов’язковим атрибутом прав і свобод людини і входить в мінімальний стандарт її життєзабезпечення; колективний характер присвоєння екологічної безпеки – екологічна безпека не знає кордонів і не може бути об’єктом будь-якої власності (ні приватної, ні державної); невизначеність кількісних і якісних параметрів екологічної безпеки, тобто знань як про межі стійкості екологічних систем, так і про динаміку та наслідки їх змін.

Етимологічно всі наукові визначення екологічної безпеки виходять з того, що вона є різновидом загального поняття «безпека», яке означає стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства, держави від внутрішніх та зовнішніх загроз. Підходи до визначення суті екологічної безпеки розкрито в таблиці 1.

Таблиця 1.

Підходи до визначення екологічної безпеки*

Автор	Визначення
1	2
Білявський Г.О., Ісаєнко В.М.	одна з фундаментальних складових національної безпеки України [3]
Бринчук М.М.	один з основних принципів природокористування та охорони навколишнього середовища, критерій оцінки будь-якої екологічно значимої діяльності; синонім охорони навколишнього природного середовища та найголовніша мета та задача діяльності з відновлення та збереження благо приємного стану навколишнього середовища
Веденін М.М.	стан захищеності людини, суспільства, держави та навколишнього природного середовища від негативного природного та техногенного впливу, що забезпечується організаційно-правовими, економічними, науково-технічними та іншими засобами відносин
Голіченков О.К.	досягнення та підтримання такої якості навколишнього природного середовища, при якій вплив її факторів забезпечує здоров’я людини та його плідну життєдіяльність у гармонії з природою
Економічна енциклопедія	стан навколишнього середовища у межах світового господарства, у країні загалом та в окремих регіонах і на підприємствах, що не загрожує здоров’ю населення у процесі праці та життєдіяльності [2]
Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»	такий стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров’я людей [10]
Качинський А.Б.	забезпечення захищеності життєво важливих інтересів людини, суспільства, навколишнього середовища й держави від реальних або потенційних загроз, які створюють антропогенні або природні чинники [7, с. 8]
Колбасов О.С.	система заходів, що встановлює загрозу масової загибелі людей у результаті такої несприятливої антропогенної зміни стану природного середовища на планеті, за якої людина як біологічний вид втрачає можливість існувати, тому що не зможе задовольняти свої природно-фізіологічні й соціальні потреби за рахунок навколишнього матеріального світу [8]

Колодова А.В.	логічний результат еволюції проблеми охорони навколишнього середовища [8]
Кравців В.С.	суспільне благо, якому притаманні особливості: надпріоритетність екологічної безпеки, адже екологічна безпека є обов'язковим атрибутом прав і свобод людини і входить в мінімальний стандарт її життєзабезпечення.
Кривошеїн Д.О., Муравей Л.А., Росва Н.М.	стан захищеності біосфери, суспільства, держави від загроз, які виникають в результаті антропогенних і природних впливів на оточуюче середовище [4, с. 128]

Продовження таблиці 1.

Ліпкан В.А.	складова національної безпеки, процес управління системою національної безпеки, за якого державними і недержавними інституціями забезпечується екологічна рівновага і гарантується захист середовища проживання населення країни і біосфери в цілому, атмосфери, гідросфери, літосфери і космосфери, видового складу тваринного і рослинного світу, природних ресурсів, збереження здоров'я і життєдіяльності людей і виключаються віддалені наслідки цього впливу для теперішнього і майбутніх поколінь [9]
Поплавська Ж.В., Поплавський В.Г.	Здатність конкретних підприємств протистояти екологічним ризикам, які можуть виникати внаслідок порушення чинного екологічного законодавства [12]
Прокопенко О.В., Ілляшенко С.М.	стан навколишнього середовища, який забезпечує умови функціонування, відтворення та розвитку нинішнього та майбутніх поколінь людей на певному рівні [5]
Реймерс М.Ф.	як забезпечення гарантії запобігання екологічно значимих катастроф і аварій внаслідок сукупності дій, станів і процесів, які прямо або опосередковано не призводять до цих подій; як ступінь відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов завданням збереження здоров'я населення і забезпечення тривалого й стабільного соціально-економічного розвитку; як комплекс станів, явищ і дій, які забезпечують екологічний баланс на Землі й у будь-яких її регіонах на рівні, до якого фізично, економічно, технологічно й політично готове людство [11, с. 20]
Романко С.М.	складова глобальної та національної безпеки природного чи техногенного характеру, під якою розуміють: об'єкт, один з основних принципів екологічного права, інститут права і законодавства, а також об'єкт міжнародно-правового регулювання; стан розвитку суспільних відносин та стан навколишнього природного середовища, за якого забезпечується захист інтересів, життя та здоров'я людини від шкідливого впливу; сукупність заходів, передбачених чинним законодавством, яка забезпечується шляхом створення та діяльності спеціально уповноважених органів держави; пов'язана із веденням екологічно небезпечної діяльності; повинна базуватись на постійних наукових дослідженнях впливу та наслідків впровадження сучасних технологій в екологічній сфері [13]
Скрипчук П.М.	забезпечує захищеність життєво важливих інтересів людини, довілля та держави від реальних або потенційних загроз, які створюються антропогенними чи природними чинниками на навколишнє природне середовище (НПС), гарантується законодавчими актами держави.
Серов Г.П.	стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства і держави у процесі взаємодії суспільства і природи від загроз з боку природних об'єктів, загроз, обумовлених знищенням, пошкодженням та виснаженням природних ресурсів [14, с. 33]
Хіміч О.М.	складова національної безпеки, стан захищеності людини, суспільства і держави від загроз з боку небезпечних природних об'єктів, забруднених внаслідок аварій, катастроф, господарської діяльності, природних явищ, надзвичайних ситуацій природного й техногенного характеру [15]
Хлобистов Є.В.	складова національної безпеки; передбачає певний стан розвитку продуктивних сил і нормативно-правових відносин у суспільстві, який здатний забезпечувати стале відтворення природно-ресурсного потенціалу, сприятливі екологічні умови для життєдіяльності населення [16]
Хотунцев Ю.Л.	стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства, природи і держави від реальних і потенційних загроз, які створюються антропогенним або природним впливом на навколишнє середовище [17]
Шевчук В.Я, Саталкін Ю.М, Білявський Г.О	регульований стан навколишнього середовища, за якого, згідно з чинним законодавством, нормами та нормативами, забезпечується запобігання погіршенню екологічного стану та виникненню небезпеки для здоров'я людей
Шмаль А.Г.	механізм, який забезпечує припустимий негативний вплив природних та антропогенних чинників екологічної небезпеки на оточуюче середовище і саму людину [18]

* Джерело: систематизовано авторами

Пропонуємо розрізняти поняття екологічно безпечного природокористування від поняття раціонального природокористування. На нашу думку, екологічно безпечне природокористування є поняттям більш об'ємним і масштабним. Якщо раціональне природокористування передбачає передусім комплексне використання природних умов і природних ресурсів, то, у свою чергу, екологічно безпечне природокористування охоплює раціональне використання, відтворення та охорону природних умов і природних ресурсів. В основу екологічно безпечного природокористування покладено такі принципи господарської діяльності людства як гармонізація відносин суспільства і природи, забезпечення оптимального врахування економічних та екологічних інтересів за безумовної першості екологічних.

Вклад фахівців у розвиток концепції екологічно безпечного природокористування полягає у становленні напрямків досліджень, які з часом перетворились в окремі науки, такі як: екологія, що досліджує взаємодії живих організмів і їх спільнот між собою із навколишнім середовищем; економіка природокористування, яка спрямована на практичне використання нових знань у галузі взаємовідносин між соціально-економічним розвитком суспільства та використанням природних ресурсів; економологія, що вивчає взаємозв'язки між економікою та екологією; екологічна економіка, яка пропагандує зменшення техногенного навантаження на довкілля та підтримку природного потенціалу певних територій; екологічно збалансована економіка, що досліджує процеси використання, охорони та відтворення природного довкілля та природних ресурсів; зелена економіка, як господарська діяльність, яка призводить до підвищення добробуту людей і соціальної справедливості, при цьому значно знижуючи екологічні ризики та екологічний дефіцит; економіка довкілля, що вивчає такі дві основні групи завдань, як економічну оцінку природних ресурсів, та запобігання забрудненню навколишнього природного середовища. Міждисциплінарний характер поняття екологічно безпечного природокористування показано на рис. 1.

Екологічно безпечне природокористування розкривається найбільше повно з сторони задоволення еколого-ресурсних потреб суспільства. У цьому змісті

процеси природокористування мають соціальний і економічний аспект. При нераціональному використанні і забрудненні НПС людина збільшує витрати на виробництво, знецінює його, погіршує буття суспільства. Звідси матеріальне виробництво ніби суперечить самому собі, оскільки, у кінцевому рахунку, зменшується суспільне благо. Саме тому в основу методичних підходів до оцінки екологічно безпечного природокористування, на нашу думку, має бути покладено врахування соціальних, економічних і екологічних результатів заходів з охорони, відтворення та раціонального використання природних умов та ресурсів.

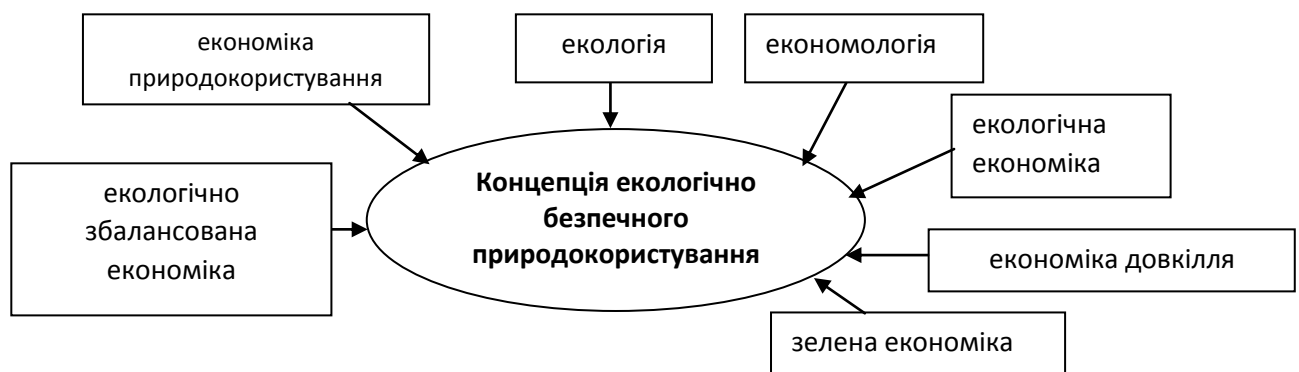


Рис. 1. – Міждисциплінарний характер концепції екологічно безпечного природокористування*

*Джерело: розроблено авторами

Дослідження показали, що не існує єдиного підходу до формування етапів оцінки екологічно безпечного природокористування. На рис. 2 зображено етапи формування оцінки екологічно безпечного природокористування, на відміну від існуючих, полягає у застосуванні системного і комплексного підходу та врахуванні синергетичного ефекту від використання, охорони, відтворення природних умов і ресурсів.

В першому «підготовчому» блоці пропонуємо визначити мету, об'єкт і завдання дослідження для деталізації діагностики екологічно безпечного природокористування в регіоні. Після цього здійснити вибір показників оцінки стану екологічної безпеки природокористування в регіоні та вибрати методи аналізу і наявної інформаційної бази (законодавчі та нормативні акти України, статистичні вісники).

На другому «аналітичному» етапі необхідно здійснити аналіз та оцінку екологічно безпечного природокористування, що включає в себе комплекс аналітичних розрахунків рівня природно-ресурсної складової, рівня антропогенної складової, стану його екологічної безпеки, рівня асиміляційної складової, а також фінансового забезпечення охорони навколишнього природного середовища.

На третьому етапі «Оцінка і прийняття рішень» підсумовуємо елементи аналітичного етапу і зводимо його в два інтегральні показники – екологічного стану довкілля та фінансового забезпечення екологічної безпеки, та співставляємо отримані результати з об'єктом еталоном. Після цього співставляємо результати аналізу екологічної безпеки природокористування на основі застосування системи показників.

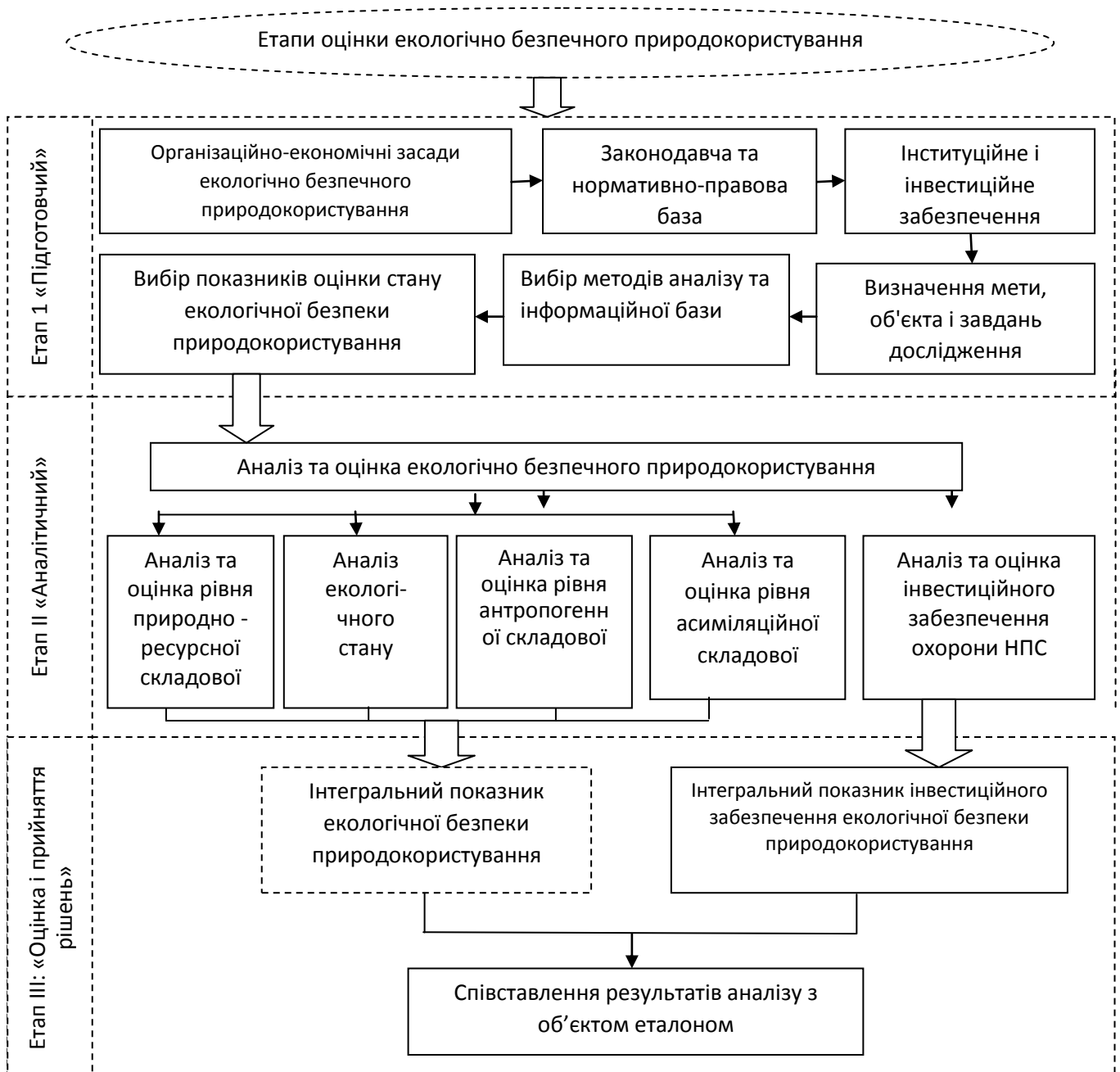


Рисунок 2 – Етапи оцінки екологічно безпечного природокористування*

*Джерело: Розроблено авторами

Оцінка екологічно безпечного природокористування включає в себе врахування еколого-економічних функцій системи показників, зокрема продуктивної, яка дає змогу визначити наявність компонентів довкілля та дії суб'єктів; прогнозування – дозволяє передбачити ймовірні кризи; пізнавальної – для моніторингу та виявлення зв'язків між процесами в довкіллі та екологічною діяльністю; відтворення – дає змогу визначити обсяги виробництва палива, сировини, матеріалів та ін.; регулятивної – для здійснення підтримки біологічного балансу (рівноваги) в екологічних системах; інформування – передбачає доведення екологічної інформації до всіх груп населення; спонукальної – дає змогу пробуджувати свідомість людини щодо зменшення забруднення та раціонального використання природних ресурсів; розпоряджувальної – використовує стандарти та нормативи та шляхом проведення жорстокої штрафної політики впливає на деякі галузі, обмежуючи розширення їх природного базису.

Зазначимо, що існують різні методики в розрахунках екологічного стану довкілля та стану екологічної безпеки.

Для визначення рівня екологічно безпечного природокористування пропонуємо застосовувати методи математичного моделювання, що базуються на пропозиції авторів. При оцінюванні рівня екологічно безпечного природокористування деякого об'єкта вважаємо за необхідне враховувати декілька основних факторів, таких як: ступінь забруднення атмосфери, кількість твердих відходів на одиниці площі, рівень використання свіжої води, ступінь забруднення поверхневих вод відходами, ступінь розораності сільськогосподарських угідь тощо. Деякі з цих факторів відображають ступінь забруднення довкілля, інші – інтенсивність використання природних ресурсів. Дані фактори мають різну природу та різні одиниці вимірювання.

Для оцінювання сумісного впливу різнорідних факторів на екологічну ефективність природокористування можна використати підхід, який ґрунтується на методиці нормування показників та порівнянні їх із об'єктом-еталоном. В ролі об'єкта-еталона виступає вектор, компонентами якого є бажані значення кожного з показників досліджуваної системи. У випадку екологічних показників стандартами можуть виступати законодавчо затверджені нормативи допустимої норми забруднення навколишнього середовища. В разі відсутності таких норм за стандарт приймається найкраще значення екологічного фактора, яке зустрічалось на протязі періоду спостережень або ж серед низки об'єктів в один момент часу.

На основі формули 1 ми визначили рівень екологічної безпеки певного регіону

$$B_i = 1 - d_i / d_{кр} \quad (1)$$

де, B_i – рівень екологічної безпеки деякого регіону;

d_i – відстань даного об'єкта до об'єкта-еталона;

$d_{кр}$ – критичне значення відстані від об'єкта еталона.

Дану методикау апробовано на прикладі адміністративних областей України. Іншим підходом до математичного моделювання рівня екологічної безпеки природокористування є *методика нечіткої логіки*. У нашому випадку екологічний стан об'єкта (області України) характеризується п'ятьма показниками: X_1 («викиди в атмосферу»), X_2 («тверді відходи»), X_3 («використання свіжої води»), X_4 («скидання забрудненої води»), X_5 («розораність сільськогосподарських угідь»).

Основним поняттям теорії нечіткої логіки є поняття лінгвістичної змінної. Згідно Л. Заде [22], лінгвістичною називається змінна, значеннями якої є терміни природної чи штучної мови, представлені у вигляді термів. Зміст лінгвістичного значення деякої змінної X характеризується функцією належності (membership function) $\mu:U \rightarrow [0;1]$, яка кожному елементу u універсальної множини $U (u \in U)$ ставить у відповідність значення сумісності цього елемента з X . Теорія нечіткої логіки розширює класичне поняття

множини, припускаючи, що функція належності елемента до множини може приймати будь-яке значення в інтервалі $[0; 1]$, а не лише граничні значення 0 чи 1. Такі множини Л. Заде назвав нечіткими (fuzzy) [22].

Теорія нечіткої логіки дає можливість врахування факторів будь-якої природи (кількісні, якісні, логічні) та надає зручний інструментарій для врахування експертних знань у вигляді логічних правил прийняття рішень. Застосування нечітких описів у розробці моделі оцінювання екологічного стану території дає змогу отримати адекватні результати і надати рекомендації стосовно прийняття управлінських рішень за відсутності достовірних даних, неповної і нечіткої статистичної інформації, складних функціональних залежностей між вхідними показниками системи.

Враховуючи вищесказане, розробимо підхід до комплексного аналізу екологічного стану території з використанням інструментарію нечіткої логіки, який дозволить сформувати класифікаційну модель з урахуванням специфіки регіону. Розробка моделі передбачає наступні етапи: вибір кількості та типу лінгвістичних змінних, побудова функцій належності для кожної лінгвістичної змінної, фазифікація (трансформація вхідних числових даних у лінгвістичні змінні), побудова системи нечіткого логічного виведення для класифікації регіонів за рівнем ефективності екологічно безпечного природокористування, реалізація отриманої системи нечіткої логіки на вхідних даних, дефазифікація (перехід від нечіткого описання результуючого фактора до його числового значення), перегляд та аналіз отриманої класифікації об'єктів.

Застосуємо, описану вище методику для оцінювання рівня ефективності екологічно безпечного природокористування в адміністративних областях України. Екологічні характеристики природокористування в адміністративних областях України представлено в табл. 2. Для більш коректного оцінювання впливу наведених факторів на екологічний стан місцевості всі фактори представлені у відносному вимірі, а саме: обсяг викидів в атмосферу та твердих відходів оцінені в тонах на квадратний кілометр території, рівень використання

свіжої води та скидання забрудненої води у водні джерела оцінені у тисячах метрів кубічних на 1 особу, рівень розораності сільськогосподарських угідь представлений у відсотках.

Таблиця 2

Екологічні характеристики природокористування в областях України*

	Викиди в атмосферу	Тверді відходи	Використання свіжої води	Скидання забрудненої води	Частка ріллі в сг угіддях	Індекс екологічної безпеки природокористування
	т/ км ²	тис т/ км ²	тис м ³ / особа	тис м ³ / особа	%	
Україна	11.3	747	0.231	0.033	79.6	0.55
АР Крим	5.3	142	0.415	0.049	68.9	0.61
Вінницька	6.9	118	0.071	0.001	85.8	0.51
Волинська	2.5	36	0.068	0.001	64.5	0.75
Дніпропетровська	36.7	9107	0.432	0.116	84.0	0.09
Донецька	64.7	2136	0.330	0.128	81.2	0.16
Житомирська	2.9	29	0.129	0.002	76.7	0.61
Закарпатська	5.6	44	0.024	0.002	42.2	0.97
Запорізька	11.6	225	0.664	0.040	85.0	0.41
Івано-Франківська	17.9	128	0.068	0.001	64.8	0.71
Київська	11.0	107	0.597	0.002	83.5	0.46
Кіровоградська	3.0	1631	0.050	0.005	86.9	0.49
Луганська	19.8	626	0.082	0.045	72.3	0.60
Львівська	11.6	153	0.062	0.017	66.7	0.71
Миколаївська	3.5	101	0.186	0.022	84.3	0.52
Одеська	5.1	40	0.125	0.043	80.2	0.55
Полтавська	6.2	219	0.152	0.003	83.5	0.53
Рівненська	3.0	64	0.149	0.007	71.0	0.67
Сумська	3.4	51	0.095	0.019	77.1	0.60
Тернопільська	4.7	72	0.069	0.003	83.4	0.54
Харківська	10.2	77	0.122	0.005	80.9	0.56
Херсонська	2.6	17	1.004	0.002	89.9	0.28
Хмельницька	3.9	71	0.090	0.000	80.0	0.58
Черкаська	7.0	91	0.190	0.003	88.4	0.48
Чернівецька	5.1	68	0.079	0.002	71.3	0.67
Чернігівська	2.9	23	0.151	0.018	71.6	0.66

* Джерело: розраховано авторами

Результати розрахунку рівня екологічно безпечного природокористування для адміністративних областей України показано на рис. 3.

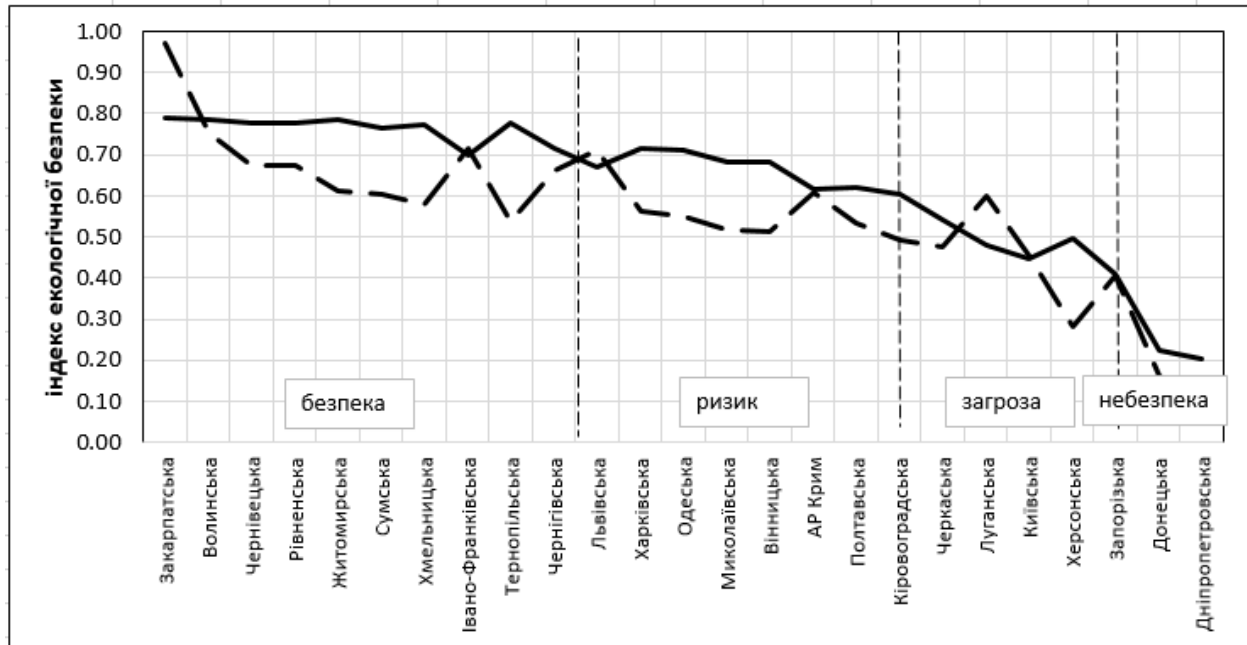


Рис. 3. Класифікація областей України за рівнем екологічно безпечного природокористування. Суцільна лінія – система нечіткої логіки Matlab; штрихова лінія – метод нормування показників

Із проведених розрахунків на основі застосування методу нормування показників видно, найбільш екологічно безпечно природокористування спостерігається у Волинській, Івано-Франківській, Львівській, Рівненській, Чернівецькій та Чернігівській областях. Безумовним лідером за рівнем екологічної ефективності природокористування є Закарпатська область. Найнижчий рівень екологічної ефективності природокористування спостерігається у Запорізькій, Київській, Кіровоградській, Херсонській, Черкаській областях. Лідерами антирейтингу екологічної ефективності є Дніпропетровська та Донецька області. Екологічна ситуація в цих областях, а також у Херсонській області характеризується станом «небезпека». Близьким до небезпечної ситуації є екологічний стан Запорізької області.

Як і попередня, побудована нами, модель із використанням методу нормування показників (модель 1), застосуванням моделі на базі нечіткої логіки (модель 2) дозволяє визначити найнижчий рівень екологічної ефективності природокористування у таких регіонах України, як Дніпропетровська та Донецька області. Найбільш екологічно безпечно природокористування модель нечіткої логіки виявляє у Волинській, Житомирській, Закарпатській Рівненській, Сумській, Тернопільській, Хмельницькій та Чернівецькій областях. Якщо порівнювати результати класифікації регіонів з використанням обох вище зазначених моделей, то можна сказати, що із застосуванням моделі нечіткої логіки, визначено низький рівень екологічної ефективності природокористування у Закарпатській області (0.79 замість 0.97). Відносно високий рівень у Вінницькій, Житомирській, Тернопільській, Херсонській та Хмельницькій областях (табл. 3).

Таблиця 3

Екологічні характеристики природокористування в областях України

Адміністративні обл..	Індекс екологічної безпеки природокористування	
	Модель 1	Модель 2
АР Крим	0.61	0.62
Вінницька	0.51	0.68
Волинська	0.75	0.79
Дніпропетровська	0.09	0.21
Донецька	0.16	0.23
Житомирська	0.61	0.78
Закарпатська	0.97	0.79
Запорізька	0.41	0.41
Івано-Франківська	0.71	0.70
Київська	0.46	0.45
Кіровоградська	0.49	0.60
Луганська	0.60	0.48
Львівська	0.71	0.67
Миколаївська	0.52	0.68
Одеська	0.55	0.71
Полтавська	0.53	0.62
Рівненська	0.67	0.78
Сумська	0.60	0.77
Тернопільська	0.54	0.78
Харківська	0.56	0.72
Херсонська	0.28	0.50
Хмельницька	0.58	0.77
Черкаська	0.48	0.54
Чернівецька	0.67	0.78
Чернігівська	0.66	0.72

Сер. значення	0,55	0,60
---------------	------	------

* Джерело: розраховано авторами

Із проведених розрахунків на основі застосування методу нормування показників видно, найбільш екологічно безпечне природокористування спостерігається у Волинській, Івано-Франківській, Львівській, Рівненській, Чернівецькій та Чернігівській областях. Безумовним лідером за рівнем екологічної ефективності природокористування є Закарпатська область. Найнижчий рівень екологічної ефективності природокористування спостерігається у Запорізькій, Київській, Кіровоградській, Херсонській, Черкаській областях. Лідерами антирейтингу екологічної ефективності є Дніпропетровська та Донецька області. Екологічна ситуація в цих областях, а також у Херсонській області характеризується станом «небезпека». Близьким до небезпечної ситуації є екологічний стан Запорізької області.

Як і попередня, побудована нами, модель із використанням методу нормування показників (модель 1), застосуванням моделі на базі нечіткої логіки (модель 2) дозволяє визначити найнижчий рівень екологічної ефективності природокористування у таких регіонах України, як Дніпропетровська та Донецька області. Найбільш екологічно безпечне природокористування модель нечіткої логіки виявляє у Волинській, Житомирській, Закарпатській Рівненській, Сумській, Тернопільській, Хмельницькій та Чернівецькій областях. Якщо порівнювати результати класифікації регіонів з використанням обох вище зазначених моделей, то можна сказати, що із застосуванням моделі нечіткої логіки, визначено низький рівень екологічної ефективності природокористування у Закарпатській області (0.79 замість 0.97). Відносно високий рівень у Вінницькій, Житомирській, Тернопільській, Херсонській та Хмельницькій областях (табл. 4).

Таблиця 4

Екологічні характеристики природокористування в областях України

Адміністративні обл..	Індекс екологічної безпеки природокористування	
	Модель 1	Модель 2
АР Крим	0.61	0.62

Вінницька	0.51	0.68
Волинська	0.75	0.79
Дніпропетровська	0.09	0.21
Донецька	0.16	0.23
Житомирська	0.61	0.78
Закарпатська	0.97	0.79
Запорізька	0.41	0.41
Івано-Франківська	0.71	0.70
Київська	0.46	0.45
Кіровоградська	0.49	0.60
Луганська	0.60	0.48
Львівська	0.71	0.67
Миколаївська	0.52	0.68
Одеська	0.55	0.71
Полтавська	0.53	0.62
Рівненська	0.67	0.78
Сумська	0.60	0.77
Тернопільська	0.54	0.78
Харківська	0.56	0.72
Херсонська	0.28	0.50
Хмельницька	0.58	0.77
Черкаська	0.48	0.54
Чернівецька	0.67	0.78
Чернігівська	0.66	0.72
Сер. значення	0,55	0,60

* Джерело: розраховано автором

Модель нечіткої логіки дає вузький діапазон значень коефіцієнтів екологічної ефективності ніж модель на базі нормування екологічних показників. Обидві моделі можуть бути використані для динамічного (у часі) моніторингу стану ефективності екологічно безпечного природокористування в областях України та рекомендацій щодо управління значеннями вхідних екологічних характеристик областей України з метою підвищення екологічної ефективності. Дві вище згадані моделі є адекватні, адже обидва підходи дали практично однакові результати, отже, використані моделі дають змогу: оцінити стан екологічної безпеки природокористування; управляти процесами природокористування, на основі допустимих значень екологічних показників.

Таким чином, нами побудовані дві моделі, які дозволяють класифікувати області України за рівнем ефективності екологічно безпечного природокористування. Результатами обох моделей є значення індекса

екологічно безпечного природокористування, який може змінюватися в межах від 0 до 1. Результати класифікації згідно з обома моделями є досить близькими, хоча і спостерігаються певні відмінності.

Модель нечіткої логіки дає вужчий діапазон значень індекса екологічної безпеки ніж модель, побудована на базі нормування екологічних показників. Обидві моделі можуть бути використані для динамічного (у часі) моніторингу стану ефективності екологічно безпечного природокористування в областях України та рекомендацій щодо управління значеннями вхідних екологічних характеристик областей України з метою підвищення екологічної ефективності.

Використовуючи отримані значення індекса екологічної безпеки ми провели класифікацію областей України за їх рівнем екологічної безпеки. За основу класифікації ми вибрали індекс екологічної безпеки, отриманий за методикою нечіткої логіки. Це пояснюється тим, що його значення є більш стабільними і змінюються у вужчому діапазоні. Використовуючи методику З.В. Герасимчук [1] будемо вважати, що значення індекса екологічної безпеки може знаходитися в межах одного з чотирьох діапазонів: «безпека», «ризик», «загроза», «небезпека». Якщо значення індекса перевищує значення 0.70, стан екологічної безпеки відповідає рівню «безпека»; якщо значення індекса знаходиться у межах від 0.60 до 0.70, стан екологічної безпеки позначаємо терміном «ризик»; якщо індекс екологічної безпеки знаходиться у діапазоні 0.40 – 0.60, стан екологічної безпеки відповідає рівню «загроза»; якщо значення індекса екологічної безпеки опускається нижче рівня 0.40, рівень екологічної безпеки знаходиться в зоні «небезпека».

Загалом, можна відзначити лише часткове вирішення існуючих проблем в сфері екологічної безпеки природокористування в Україні. Адже ще не досягнуто належної інтеграції зусиль системи державного управління та суспільства в питаннях охорони довкілля, існують колізії з боку різних міністерств і відомств щодо формування та реалізації державної екологічної політики.

Джерела та література

1. Герасимчук З.В., Вахович І. М., Голян В. А., Олексюк А. О. Трансформація інституціонального механізму природокористування в умовах глобалізації: екологічні імперативи та системні суперечності: Монографія. - Луцьк: Надстирря, 2006. - 228 с.
2. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1. / Редкол.: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Видавничий центр “Академія”, 2000. – 864 с.
3. Екологічне управління: підручник для студ. екологіч. спец. вищ. навч. закладів / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г. О. Білявський та ін. – К.: Либідь, 2004. – 432 с.
4. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособ. для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева и др.; под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с.
5. Ілляшенко С. М. Менеджмент екологічних інновацій: навчальний посібник / С. М. Ілляшенко, О. В. Прокопенко ; за заг. ред. С. М. Ілляшенка. – Суми: Вид-во СумДУ, 2003. – 266 с.
6. Ісаєнко В. М. Екологічна безпека – основний чинник еколого-збалансованого розвитку України у ХХІ столітті / В. М. Ісаєнко, Г. О. Білявський // Екологічний вісник. – 2007. – №4. – С. 14–17.
7. Качинський А. Б. Сучасні проблеми екологічної безпеки України / А.Б. Качинський . – К., 1994. – 48 с. – (Нац. ін-т стратег. дослідж. Наукові доповіді; Вип.33).
8. Колодова А. В. Экологическая безопасность: понятие и структура / А. В. Колодова // Вестник Удмуртского университета. Правоведение. – 2005. – №6 . – С. 150–158.
9. Ліпкан В.А. Національна безпека України. Навчальний посібник. 2-ге видання. / Ліпкан В.А. – К.: КНТ, 2009. – 576 с.
10. Національна екологічна політика України: оцінка і стратегія розвитку // М-во охорони навколишнього природного середовища України, Програма розвитку ООН, Глобальний екологічний фонд. – К., 2007. – 184 с.
11. Охрана природы и окружающей человека среды: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Просвещение, 1992. – 319 с.
12. Поплавська Ж.В. Економічні аспекти екологізації / Ж.В. Поплавська, В.Г. Поплавський // Вісник НАН України. – 2005. – №10. – С. 26–34.
13. Романко С.М. Економіко-правовий механізм забезпечення екологічної безпеки сільськогосподарської продукції: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. юрид. наук: спец. 12.00.06 «Земельне право; аграрне право; екологічне право; природоресурсне право» / С.М. Романко. – К., 2008. – 24 с.
14. Серов Г.П. Правовое регулирование экологической безопасности при осуществлении промышленной и иных видов деятельности / Г. П. Серов. – М.: Ось-89, 1998. – 224 с.
15. Хіміч О. Екологічна безпека як елемент національної безпеки / О. Хіміч // Право України. – 2002. – №11. – С. 44–48.
16. Хлобистов Є. В. Проблеми забезпечення екологічної безпеки в умовах трансформації економіки України: автореф. дис... д-ра екон. наук: 08.08.01 / Є. В. Хлобистов; НАН України. Рада по вивч. продукт. сил України. – К., 2005. – 34 с.
17. Хотунцев Ю. Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. заведений / Ю. Л. Хотунцев. – М.: Академия, 2002. – 480 с.
18. Шмаль А. Г. Методология создания национальной системы экологической безопасности / А. Г. Шмаль // Экологический вестник России. – 2005. – №7. – С. 57–59.
19. Юридична енциклопедія: В 6 т. / редкол.: Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) та ін. – К.: Укр. енцикл., 1998. – Т. 1: А – Г.– 672 с.
20. Environmental performance Index 2016.[Електронний ресурс].-Режим доступу: <http://epi.yale.edu/country-rankings>.
21. Weinberg Jack A Framework for Action to Protect Human Health and the Environment from Toxic Chemicals http://www.ecoaccord.org/pop/doc/POPs_booklet_English.doc.
22. Zadeh L. Fuzzy sets // Information and control. – 1965, №8. – p. 338 – 353