

ФОРМУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ЕКОСИСТЕМНИХ ЗМІН НА СТАН ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ¹

Кириленко Максим Вікторович

аспірант кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування
Сумський державний університет
kirilenkom274@gmail.com

Кубатко Олександра Вікторівна

кандидат економічних наук, доцент
Сумський державний університет
o.kubatko@econ.sumdu.edu.ua

Треус Алла Анатоліївна

аспірант кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування
Сумський державний університет
a.treus@econ.sumdu.edu.ua

Степаненко Євгенія Сергіївна

студентка
Сумський державний університет
stepaz0601@gmail.com

Мищенко Ярослав Юрійович

студент
Сумський державний університет
yaruslaw2005@ukr.net

У статті розглянуто поняття екосистеми, екосистемних послуг та їх значення для сучасних економічних систем. Особливу увагу приділено питанням змін у екосистемах, а також позитивному та негативному впливу, котрий зумовлений цими змінами. Проведено дослідження українських та закордонних наукових праць, котрі пропонують різноманітні методи економічної оцінки екосистемних послуг та змін у екосистемах у загальному плані. Визначено основні зони впливу екосистем на економічну діяльність. На прикладі галузі бджільництва продемонстровано наслідки змін у лісових та польових екосистемах. Показано, яким чином екосистемні зміни відкривають нові можливості для малого та середнього бізнесу. Розглянуто динамічну прикладну модель «імпульси діяльності – навантаження – стан – експозиція – результат – дії» (ІНСЕРД), котра застосовується для оцінювання стану сестейності еколого-економічних систем різного рівня. Проаналізовано складові моделі ІНСЕРД та запропоновано подальші напрями її удосконалення. Проаналізовано окремі складові природних систем, котрі підвищують рівень стійкості, не лише екологічних систем, проте і економічних також. Зокрема, проаналізовано функції комах-запилювачів, котрі виконують екосистемну функцію запилення ентомофільних рослин, що сприяє підвищенню якісних та кількісних показників урожайності, а також збереженню видів рослин і тварин. У той самий час, окремі економічні фактори зростання не є сестейними по своїй природі. Зокрема, застосування інсектицидів та інших засобів захисту рослин є економічно ефективним лише в короткотерміновій перспективі. У більш широкому часовому контексті такі практики призводять до значних екосистемних та економічних втрат. Матеріали статті можуть бути корисними для представників малого та середнього бізнесу, чия діяльність пов'язана з природними екосистемними ресурсами, та для тих, хто готовий вкладати свій інтелектуальний та фінансовий капітал у сучасні екологічні напрями господарювання.

Ключові слова: екосистема, екосистемні послуги, економічний ефект, оцінка впливу, екологічний бізнес, бджільництво.

DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.2023.3.10>

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Екосистемні зміни є одним із найбільш актуальних викликів сучасності. Вплив цих змін на економічні системи стає все більш помітним, а оцінка цього впливу відіграє важливу роль у прийнятті рішень та розробці стратегій сталого розвитку.

Оцінка екосистемних змін є складним та багатограним процесом. Для досягнення точності та достовірності

результатів оцінки необхідно використовувати різні економічні моделі, статистичні методи та геоінформаційні системи.

Позитивні чинники екосистемних змін можуть сприяти розвитку екологічно орієнтованих підприємств, сільськогосподарського виробництва органічних продуктів та екотуризму. Однак, негативні фактори, такі як забруднення навколишнього середовища та втрата біорізно-

¹ Стаття містить результати досліджень, виконаних в рамках НДР «Сталий розвиток та ресурсна безпека: від проривних технологій до цифрової трансформації економіки України» (№ 0121U100470) та «Фундаментальні основи фазового переходу до адитивної економіки: від проривних технологій до інституційної соціологізації рішень» (№ 0121U109557).

маніття, можуть негативно впливати на бізнес та економічну активність.

Подальший розвиток досліджень щодо оцінки екосистемних змін дозволить краще зрозуміти зв'язок між мінливістю екосистем та економікою, а також розробити ефективні стратегії для підтримки сталого розвитку та успішного ведення бізнесу в умовах екосистемних перетворень.

У цій статті розглянемо формування інструментарію оцінки екосистемних змін та їхнього впливу на стан економічних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Шворак А. та Філюк Д. [11] у своїй роботі «Вплив екосистемних послуг на активізацію розвитку сільського господарства» розкривають досягнення, проблеми і завдання екосистемних послуг на сучасному рівні розвитку сільськогосподарського виробництва. Штик Ю. [5] у свою чергу розглядає формування інтегрального показника оцінки екосистемних послуг. Сухіна О. [12] приділяє увагу методології розрахунку вартісної оцінки екосистемних ресурсів. Веклич О. [13] проводить дослідження економічних збитків від зникнення або погіршення екосистемних послуг. Цю тему також розкривають Колмакова В. [8] та Патока І. [3].

Формування цілей статті. Головною метою роботи є: аналіз, узагальнення та пошук шляхів точної оцінки впливу змін у екосистемах, а також подальший вплив цих змін на стан економічних систем. На конкретних прикладах показати, які негативні та позитивні чинники для економіки виникають у результаті мінливості стану екосистем.

Методи дослідження. Для досягнення мети роботи було опрацьовано літературні джерела українських та закордонних авторів, котрі активно розвивали питання оцінки впливу змін у екосистемах, та їх економічні наслідки. Проведено спостереження за діяльністю окремих малих підприємств, прибуток котрих прямо залежить від екосистемних послуг.

Результати дослідження. У загальному розумінні, екосистема – це комплекс взаємозв'язаних організмів (рослин, тварин, мікроорганізмів) та їх неживого оточення, які взаємодіють між собою із систематичними змінами речовини та енергії. Екосистеми можуть бути різноманітними за своєю природою і включати такі типи середовищ, як: ліси, озера, пустелі, гори і тд. У кожній екосистемі встановлюється баланс між різними видами, що забезпечує їх взаємодію та взаємозалежність. Цей баланс є важливим для збереження стійкості та життєздатності екосистеми.

Усі компоненти екосистеми взаємодіють один з одним у складних мережах харчування, кругообігу речовини та передачі енергії. Зміни в екосистемі можуть нести великий вплив на її стійкість та функціонування. А застосування пестицидів призводить до зменшення біорізноманіття, знищення комах-запилувачів. Таким чином, застосування інсектицидів та інших засобів захисту рослин є економічно ефективним лише в короткотерміновій перспективі. У більш широкому часовому контексті такі практики призводять до значних екосистемних та економічних втрат.

Збереження екосистем та стале використання природних ресурсів є важливим завданням для забезпечення довгострокового добробуту. Воно вимагає усвідомленого підходу до охорони біорізноманіття, збалансованого використання ресурсів та впровадження сталих практик у господарську діяльність.

Екосистемні послуги є важливим аспектом, який значно впливає на економіку. Вони включають різноманітні процеси та функції, які надаються природними екосистемами і сприяють нашому виживанню та розвитку. Ліси, рослинність і водні басейни виконують роль природних фільтрів, що вловлюють забруднюючі речовини і запобігають їх потраплянню в атмосферу та водні ресурси. Це сприяє підтримці здоров'я людей та покращенню якості життя. Природні екосистеми, такі як ліси, плантації та океани, поглинають вуглекислий газ та інші парникові гази, виконуючи провідну роль у боротьбі зі зміною клімату. Вони сприяють підтримці вологості та температури повітря, створюючи сприятливі умови для сільського господарства та інших галузей економіки. Комахи-запилувачі, такі як бджола медоносна, виконують екосистемну функцію запилення ентомофільних рослин, що сприяє підвищенню якісних та кількісних показників урожайності, а також збереженню видів рослин і тварин, до раціону яких ці рослини входять.

Важливо надавати великого значення збереженню та стійкому управлінню екосистемами. Необхідно розробляти та реалізовувати політики та практики, які сприяють збереженню біорізноманіття, відновленню зруйнованих екосистем та усуненню джерел забруднення. Крім того, важливо брати до уваги екосистемні послуги при прийнятті економічних рішень, щоб забезпечити їхню стійке надання в майбутньому.

У 1990-х роках у рамках програми Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) з оцінки екологічної продуктивності країн (Environmental Performance Reviews) була розроблена модель DPSIR.

Модель DPSIR (Driver-Pressure-State-Impact-Response) є концептуальним фреймворком, що використовується для аналізу та оцінки взаємодії між суспільною діяльністю та станом навколишнього середовища. Ця модель широко застосовується в галузі екології, сталого розвитку та економічної політики (рисунок 1).

Кожна літера в акронімі DPSIR означає певний аспект взаємодії:

– Driver (фактор) – перша стадія моделі. Відноситься до основних факторів, що викликають зміни у навколишньому середовищі. Чинники можуть бути економічними, соціальними, політичними або технологічними і можуть створювати тиск (Pressure) на довкілля.

– Pressure (тиск) – друга стадія моделі відбиває значення тиску, який фактори (Driver) чинять на довкілля. Наприклад: викиди забруднюючих речовин, зміну земельного використання, споживання ресурсів та інші процеси, що впливають на довколишнє середовище.

– State (стан) – третя стадія моделі відображає поточний стан довкілля, включаючи фізичні, хімічні та біологічні аспекти. Тут проводяться оцінки якості води

та повітря, біорізноманіття, рівня забруднення та інших показників.

– Impact (вплив) – четверта стадія моделі вказує на наслідки, або вплив змін у навколишньому середовищі на економіку, суспільство та здоров'я людини. Наприклад: вплив на біологічну різноманітність, здоров'я людей, якість життя, екосистемні послуги тощо.

– Response (реакція) – остання стадія моделі це: реакції суспільства та політики на виявлені проблеми навколишнього середовища. На цьому етапі вживаються заходи для запобігання або пом'якшення негативних впливів на навколишнє середовище, включаючи розробку та реалізацію політик, нормативних актів та програм дій [6; 9; 10].

Модель «імпульси діяльності – навантаження – стан – експозиція – результат – дії» (ІНСЕРД) застосовується для оцінювання стану сестейності еколого-економічних систем різного рівня. Структурно модель «імпульси діяльності – навантаження – стан – експозиція – результат – дії» можна досліджувати за кожним окремим блоком.

Імпульси діяльності фактори, що є драйверами для економічних агентів, щодо ведення господарської діяльності (агропромисловий сектор, індустріальний сектор, сфера послуг), котрі можуть викликати негативні впливи на стан довкілля. Мотиви економічної активності відповідно по класифікації Маслоу можна звести до

задоволення окремих потреб нижчого та вищого рівнів (фізіологічних, культурних, духовних, самоствердження, тощо). Крім персональних чинників та стимуляторів діяльності господарюючих можливі ще й іншого роду фактори не суб'єктивного, об'єктивного характеру, які також є імпульсами діяльності, зокрема до них можна віднести: структурно-вікові зміни населення, досягнення науково-технічного прогресу та широке використання проривних технологій, соціальні, військові, та інституційно-анальні фактори.

Навантаження, як складова моделі ІНСЕРД, є результатом вираження господарської людської діяльності, що супроводжується виникненням негативного тиску на еколого-економічні системи. Процеси негативного тиску можна розділити на три групи: надмірне використання природних ресурсів, зміна умов землекористування, негативні викиди та скиди хімічних речовин у навколишнє природне середовище.

Стан, як складова моделі ІНСЕРД, це – система фізичних, хімічних та біологічних характеристик природних об'єктів. Дана складова моделі ІНСЕРД, визначає якісний природних компонентів (повітря, води, видового біорізноманіття, характеристик природних ландшафтів та екосистем).

Експозиція, як складова моделі ІНСЕРД, це зв'язуюча складова між рівнем забруднення довкілля та станом показників захворюваності населення. Негативні впливи

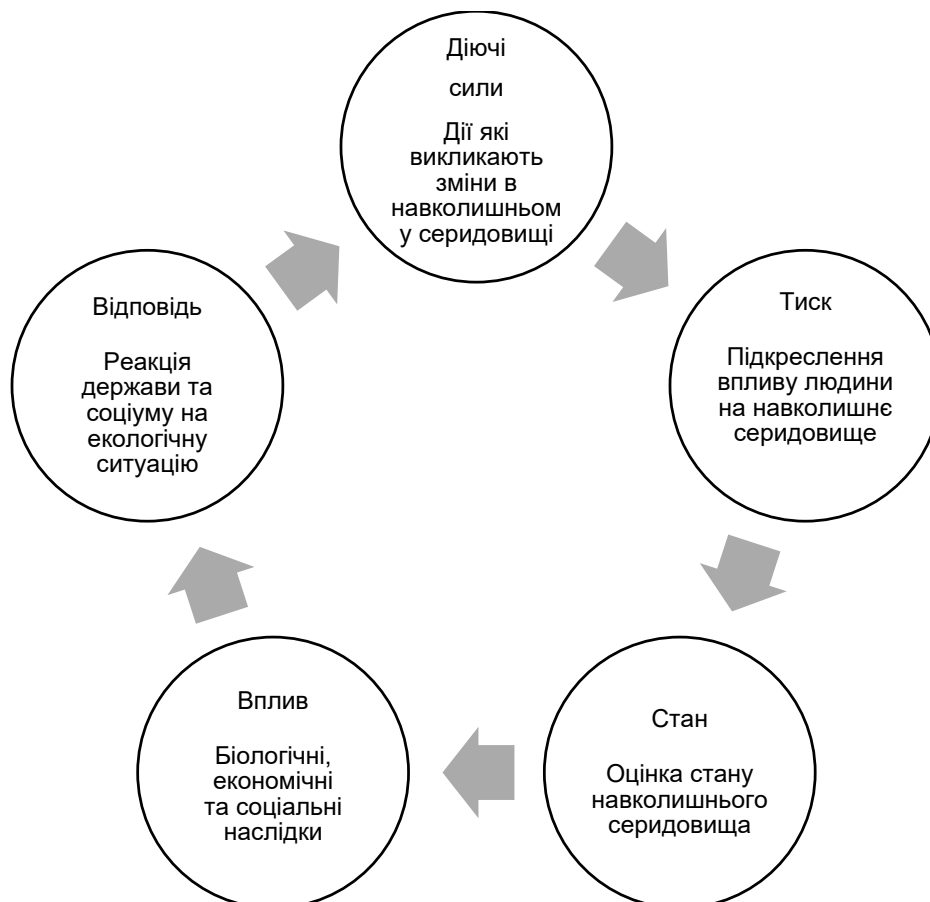


Рисунок 1 – Модель «імпульси діяльності – навантаження – стан – експозиція – результат – дії» (ІНСЕРД)

викидів на соціум можуть передаватися різними напрямками та каналами, що в решті-решт стає фактором погіршення показників здоров'я населення.

Результат, як складова моделі ІНСЕРД, характеризує зміни стану довкілля, котрі можуть призводити до порушення рівня стаціонарності екологічних систем.

Дії, як складова моделі ІНСЕРД, розглядаються як запобіжні заходи котрі здійснюються на різних рівнях з метою мінімізації еколого-економічних збитків. Відзначимо, що взаємозв'язок між «впливами» на людей або екосистему і їх «станом» залежить від рівня асиміляційного потенціалу природних систем. Сила і швидкість «реакції» суспільства, залежить від того які збитки потенційно чи фактично завдаються екологічним, соціальним чи економічними системам.

Розглянемо класичні складові елементів моделі «імпульси діяльності – навантаження – стан – експозиція – результат – дії». Імпульси діяльності в даній часті сприймаються як зовнішні фактори, на які суспільство не може впливати. Блок «Навантаження», визначається показниками економічного зростання може бути розвитим показниками зеленого зростання.

Україна – унікальна країна з широким спектром екосистем, які з тих чи інших причин зазнають постійних змін. Протягом останнього десятиліття спостерігається низка перетворень, які безпосередньо впливають на біорізноманіття, економіку та спосіб життя місцевого населення.

Однією з головних трансформацій, з якими стикаються екосистеми на території України, є втрата природних ареалів існування окремих видів. Цей фактор став наслідком активного розвитку сільського господарства, промисловості та містобудування. Лісові масиви скорочуються, болота осушуються, а унікальні природні угіддя втрачаються. Значним викликом для сталого існування екосистем є російсько-українська війна. Унаслідок військових дій, руйнування дамб та інших об'єктів екосистеми зазнають подекуди безповоротних змін. На відновлення біогеоценозів на цих територіях підуть десятиліття.

Проблема екосистемних змін не обмежується певною територією і набула глобального масштабу. Зміна температурних режимів та режимів опадів впливає на розподіл рослин та тварин. Деякі види не можуть адаптуватися до нових умов і наражаються на ризик зникнення, що призводить до втрати біорізноманіття та деградації екосистем.

Природні морські екосистеми, такі як коралові рифи і мангрові ліси, схильні до ризику затоплення та руйнування [7]. Ці екосистеми відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття та захисту берегових зон від ерозії. Їхня втрата може призвести до серйозних наслідків для прибережних громад та місцевого бізнесу, пов'язаного з туризмом та рибальством.

Кліматичні зміни негативно впливають на сільське господарство. Зміна погодних умов, збільшення частоти та інтенсивності екстремальних подій, таких як посухи та повені, призводить до зниження врожайності та погіршення становища для рослин та тварин. Це безпосе-

редньо впливає на сільськогосподарські підприємства і може викликати нестабільність у постачанні продовольства, та є викликом для світової продовольчої безпеки.

Крім того, зміни клімату можуть призвести до появи нових хвороб та поширення шкідників. Деякі види комарів, наприклад, можуть розширювати свої ареали через підвищення температур, що збільшує ризик передачі інфекцій.

Дослідження в галузі оцінки екосистемних змін та їх впливу на економіку мають важливе практичне значення. Розробка інструментарію оцінки дозволить приймати обґрунтовані рішення у плануванні та розвитку бізнесу, враховуючи екологічні аспекти та сприяючи сталому розвитку.

Шляхом аналізу екосистемних змін є можливість визначити, які сектори економіки можуть бути найбільш уразливими чи мати найбільший потенціал зростання у зв'язку із цими змінами.

Незважаючи на всі виклики, пов'язані з екосистемними трансформаціями, існують можливості для позитивних перетворень. Впровадження стійких методів землеробства, енергетичної ефективності та поновлюваних джерел енергії може сприяти пом'якшенню наслідків змін клімату та створенню нових економічних можливостей, серед яких: розвиток екологічних технологій, просування екотуризму та створення «зелених» робочих місць.

– Зростаюча суспільна свідомість про екологічні проблеми та потреби у сталому розвитку стимулює попит на екологічно чисті продукти та послуги. Малі та середні підприємства, що здатні запропонувати такі продукти та послуги, можуть бути у виграшному становищі, залучаючи екологічно усвідомлених споживачів. Наприклад, компанії, які займаються виробництвом та реалізацією сонячних панелей, енергоефективних пристроїв або утилізацією відходів, можуть відчувати зростання попиту та збільшення своєї клієнтської бази.

– Розвиток відновлюваних джерел енергії може сприяти розвитку нових галузей, таких як сонячна та вітрова енергетика, та створювати робочі місця для інноваційних малих та середніх компаній. Крім того, заходи щодо боротьби з кліматичними змінами та збереження біорізноманіття можуть призвести до виникнення спеціалізованих послуг та технологій, які потрібні для реалізації таких заходів.

– Екосистемні зміни можуть сприяти розвитку інновацій та технологічному прогресу. Зростаючий інтерес до стійкості та екологічної відповідальності стимулює підприємців та інноваційні компанії розробляти нові екологічно чисті технології та методи виробництва. Наприклад, у сфері утилізації відходів з'являються нові технології переробки та утилізації, які можуть бути комерційно успішними підприємств, які ведуть діяльність у цій галузі.

Потрібно розуміти, що окрім позитивного впливу, екосистемні зміни несуть у собі низку негативних факторів, котрі можуть нанести непоправні збитки для окремих типів підприємств.

– Екстремальні погодні умови, такі як повені, посухи або урагани, можуть призвести до руйнування інфраструктури, втрати збуту та переривання виробничих

процесів. Крім того, зміна клімату може призвести до зниження врожайності та якості сільськогосподарських культур, що негативно позначається на секторі сільськогосподарства.

– Втрата біорізноманіття та скорочення доступності природних ресурсів також негативно впливають на бізнес. Скорочення запасів риби в рибальських водах або скорочення лісових угідь може призвести до зниження можливостей для розвитку галузей, пов'язаних із природними ресурсами. Крім того, втрата біорізноманіття може негативно впливати на туризм та екологічно орієнтовані бізнеси, які залежать від збереження природних екосистем.

– Підвищення вартості енергії та природних ресурсів внаслідок екосистемних змін може створювати додаткові негативні фінансові бар'єри для малого та середнього бізнесу. Наприклад, зростання цін на енергію може негативно позначитися на виробничих процесах та операційних витратах підприємств.

Пропонуємо розглянути позитивні та негативні фактори, котрі виникають у результаті екосистемних змін, на прикладі такої галузі народного господарства як бджільництво. За останні роки на території України спостерігаються активні зміни у лісових та польових екосистемах. Під дією таких природних факторів як зміна режимів опадів, зміна температурних режимів, а також антропогенних факторів, таких як масові лісові вирубки та розорювання земельних масивів, скорочується кількість медоносних рослин. Проте, слід зазначити, що у ситуації, коли на розроблених земельних ділянках висаджуються ентомофільні культури (ті які запилюються бджолами, наприклад: ріпак, гречка, соняшник), виникає тенденція до пришвидшеного розвитку галузі бджільництва на території із описаними вище змінами.

У зв'язку із вирубками лісів, спостерігається постійне скорочення дерев-медоносів, таких як липа, котра залежно від кліматичних умов демонструє медову продуктивність 300-700 кг/га.

Нещодавно, Верховною радою були внесені зміни до Правил відтворення лісів, що передбачають недопущення розвитку 13-ти видів рослин, котрі були визнані інвазійними, тобто тими, котрі ставлять під загрозу біорізноманіття (Про затвердження, 2023). До цього переліку потрапила і акація біла (робінія звичайна), котра є важливим медоносом, і здатна показувати продуктивність близько 500 кг меду із 1-го гектару суцільних насаджень. Окрім акації, до списку інвазійних видів потрапили ще такі медоносні рослини як: айлант (до 300 кг/га), аралія маньчжурська (до 100 кг/га), гледичія колюча (до 300 кг/га) павлонія (до 700 кг/га), а також важливі пилконоси. Закон не передбачає вирубки цих видів, але забороняє їх штучне відтворення.

Спираючись на вищезгадані факти можна дійти висновку, що через певний проміжок часу можливим буде зменшення загальних площ насаджень перелічених рослин, що призведе до скорочення кількості товарного меду. Застосування інструментарію для оцінки екосистемної послуги лісу у виробництві меду, дало б змогу більш обґрунтовано приймати рішення стосовно

заборон певних видів рослин, щоб не отримати негативних наслідків для взаємопов'язаних галузей. Крім того, неконтрольоване використання засобів захисту рослин призводить до підвищення смертності комах-запилювачів. Законодавчі інструменти контролю та відшкодування збитків потребують вдосконалення, оскільки процедура доведення загибелі бджіл від застосування пестицидів є достатньо складною і вимагає від бджолярів витрати значних фінансових та часових ресурсів. У поєднанні з неререформованою судовою системою це призводить до того, що компенсацію збитків і кошти на відновлення пасік, що постраждали через застосування засобів захисту рослин, отримує лише незначний відсоток бджолярів.

З огляду на ці фактори важливо розробляти стратегії адаптації та пом'якшення наслідків екосистемних змін для малого та середнього бізнесу. До переліку таких дій можна віднести розробку екологічно стійких бізнес-моделей, використання енергоефективних технологій, залучення фінансування для потреб пристосування до змін в екосистемах, удосконалення законодавчої бази.

На даний момент існує низка методів та інструментів, що використовуються для оцінки екосистемних змін та їх впливу на економічні системи. Один із таких методів – *економічна оцінка екосистемних послуг*. Ця методика дозволяє оцінити вартість та важливість екосистемних послуг для економіки.

На основі аналізу літературних джерел було сформовано таблицю 1, котра характеризує основні методи оцінки екосистемних послуг [1; 2; 7].

Для деяких екосистемних послуг існують сформовані системи та механізми оцінювання економічних складових. Наприклад, згідно з Наказом Міністерства аграрної політики України Про затвердження Програми розвитку галузі бджільництва в Україні N 374/62 від 13.07.2006, орендна плата за застосування бджолиних сімей для запилення ентомофільних рослин розраховується таким чином:

$$O = \frac{C * P}{H} 20, \quad (2)$$

де O – орендна плата за 1 бджолину сім'ю, грн;

C – прибавка урожаю, ц/га;

P – ціна 1 ц насіння, грн;

H – норма постановки бджолиних сімей на 1 га;

20 – % одержаного додаткового врожаю внаслідок бджолозапилення.

До основного інструментарію оцінки впливу екосистемних змін на стан економічних систем також можна віднести *просторовий аналіз*, котрий використовує географічні інформаційні системи та геопросторові дані для дослідження змін стану екосистем та їх зв'язку з економічними процесами. Такий тип оцінки дозволяє ідентифікувати вразливі регіони, де раніше вказані зміни можуть мати максимальні наслідки для функціонування та розвитку систем економічних.

Світова практика свідчить, що застосування географічних інформаційних систем (ГІС) дозволяє ефективно аналізувати географічну інформацію шляхами її візуалізації. Використовуючи цей метод можливим є створення

Таблиця 1 – Основні підходи до оцінки екосистемних послуг

Метод	Характеристика
Метод прямого ринкового оцінювання	Визначення вартості екосистемних послуг (товарів) на основі реальної ціни на ринку. Наприклад, дослідники можуть провести опитування серед місцевих мешканців, скільки вони були б готові платити за збереження гірських лісів, котрі приймають участь у процесі водозабезпечення? За допомогою статистичних методів ці дані аналізуються для визначення середньої вартості, яку люди готові платити за цю послугу. Отримана цифра може бути використана для прийняття рішень, що до збереження екосистем та розробки економічних інструментів для компенсації ресурсокористування.
Методи непрямого ринкового оцінювання	Застосовуються в умовах відсутності ринків на певні товари та послуги екосистем. Один з прикладів застосування цього методу - оцінювання ролі мангрових лісів у зменшенні шкідливих ефектів ураганів. Для оцінювання вартості екосистемних послуг мангрових лісів може бути використана методика, яка базується на розрахунку економічних збитків, що були б заподіяні в разі відсутності цих екосистем. Дослідники можуть провести аналіз різниці витрат, пов'язаних з відновленням пошкоджень від ураганів з наявністю та без наявності мангрових лісів.
Метод умовного оцінювання	Використовується для визначення вартості екосистемних послуг, які не мають безпосереднього ринкового цінника, шляхом створення сценаріїв та встановлення умов, за яких можуть бути оцінені ці послуги. Припустимо, що дослідники бажають оцінити економічну вартість рекреаційних послуг, які надає природний парк. Однак, у парку немає встановлених платежів за вхід чи використання послуг, тому вартість цих послуг є неявною і потребує умовного оцінювання. Можливим варіантом є анкетування серед відвідувачів парку, про їхню готовність заплатити за доступ до рекреаційних зон чи за покращення існуючих послуг. На основі отриманих результатів можна побудувати змішану модель, яка поєднує відповіді учасників і встановлює залежність між їхніми відповідями та готовністю платити за послуги парку. Ця модель дозволяє встановити вартість рекреаційних послуг для всіх користувачів парку.
Метод групового оцінювання	Підхід до оцінки економічної вартості екосистемних послуг, що передбачає створення експертної групи. Припустимо, що дослідники бажають оцінити вартість рекреаційних послуг, підтримки біорізноманіття та водоохоронних функцій, які надає національний парк. Вони можуть скликати групу людей, що включає відвідувачів парку, місцевих мешканців, екологів, представників місцевих органів влади, туристичних компаній та інших стейкхолдерів, які мають відношення до парку. У результаті цього процесу дослідники збирають колективну оцінку вартості екосистемних послуг парку від погляду різних зацікавлених сторін. Ця інформація може бути використана для прийняття рішень щодо управління парком, розробки стратегій збереження та розвитку екосистем, а також для підвищення громадської свідомості щодо значення природних ресурсів.

просторових шарів, котрі наочно демонструють пряму залежність між розподілом природних ресурсів та їх впливом на економічні показники регіонів.

Метод *екологічного моделювання* дозволяє за допомогою комп'ютерних моделей та математичних алгоритмів моделювати зміни у екосистемах, а також робити проєкцію цих змін на економіку. Цінність даного методу полягає у прогнозуванні стану екосистем та які наслідки вони теоретично матимуть для бізнесу.

Метод *дистанційного зондування* дає можливість за допомогою супутників та інших засобів спостереження отримати інформацію про зміни у землекористуванні, насадженнях та інших параметрах екосистеми. Ці дані допомагають визначати тенденції змін та їх вплив на економічну діяльність, наприклад, на сільське господарство, або туризм.

Останнім часом активного розвитку набуває сфера застосування штучного інтелекту та нейронних мереж. Потенціал використання даного інструменту у прогнозуванні та оцінці екосистемних факторів у функціонуванні економіки залишається достеменно не визначеним, оскільки тривають постійні вдосконалення технології, оновлюється та розширюється база даних. Таке рішення є надзвичайно перспективним, адже дозволить робити точний та багатогранний аналіз у короткий термін.

Висновки. У результаті проведеного дослідження стає зрозумілим той факт, що екосистеми на території України та за її межами піддаються значному антропогенному та природному впливу. Під дією цих факторів виникають загрози зникнення окремих видів рослин та тварин, переміщення або повне зникнення їх ареалів

існування. Кліматичні зміни також спричиняють низку загроз для продовольчої безпеки певних регіонів, впливаючи на частоту екстремальних погодних явищ, таких як повені та посухи.

Зміни у екосистемах можуть відігравати позитивну і негативну роль для систем економічних. Зростання суспільної свідомості до екологічних проблем може відкривати шлях для нових екологічних підприємств, розвиток відновлюваних джерел енергії сприятиме розвитку нових галузей економіки та створенню робочих місць. Крім того, заходи боротьби із кліматичними змінами та збереженням біорізноманіття можуть позитивно вплинути на технологічний розвиток у цій сфері. Негативні ж фактори можуть проявлятися у скороченні доступу до природних ресурсів для галузей, котрі на них базуються. Туризм, екологічно орієнтовані види бізнесу можуть зазнати збитків від втрати біорізноманіття. Екстремальні погодні умови теоретично можуть нанести збитки виробничим потужностям підприємств, а практично, поставити під загрозу продовольчу безпеку. На прикладі пасічних підприємств було продемонстровано, яким чином зміни у лісових та польових екосистемах впливають на результативність пасік.

Було встановлено, що на даний момент існують методи та інструменти, що дозволяють оцінити вплив змін у екосистемах на економіку. Серед цих інструментів можна знайти засоби економічної оцінки екосистемних послуг, екологічного моделювання, просторового аналізу та дистанційного зондування. Також, багатообіцяюче виглядає методика оцінки за допомогою нейронних мереж та штучного інтелекту, що дозволить опрацювати великі масиви даних і робити на їх базі конкретні висновки.

Список використаної літератури:

1. Веклич О. О. Характеристика екосистемних послуг з регулювання клімату. *Електронний журнал «Ефективна економіка»*. 2023. № 5. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.5.9> (дата звернення: 30.06.2023).
2. Ільїна М., Шпильова Ю. Алгоритм впровадження методів оцінювання екосистемних послуг. *Економіка та суспільство*. 2022. № 35. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-35-3> (дата звернення: 30.06.2023).
3. Колмакова В., Патока І. Економічна складова втрат екосистемних послуг. *Business, economics, sustainability, leadership and innovation*. 2019. № 2. С. 31–40.
4. Про затвердження переліку інвазійних видів дерев із значною здатністю до неконтрольованого поширення, заборонених до використання у процесі відтворення лісів : Наказ М-ва зах. довкілля та природ. ресурсів України від 03.04.2023 р. № 184 : станом на 16 трав. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0641-23#Text> (дата звернення: 05.06.2023).
5. Штик Ю. Особливості оцінки екосистемних послуг: формування інтегрального показника. «Механізми забезпечення сталого розвитку економіки: проблеми, перспективи, міжнародний досвід» : Матеріали II міжнар. науково-практ. конф., м. Харків, 23 квіт. 2021 р. Харків, 2021. С. 170–173.
6. Brink P. t. *Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*. Taylor & Francis Group, 2012. 390 p.
7. Evaluation of forest ecosystem services provided by forests of Ukraine and proposals on PES mechanisms: ENPI-FLEG 2. Home. URL: <https://www.enpi-fleg.org/docs/evaluation-of-forest-ecosystem-services-provided-by-forests-of-ukraine-and-proposals-on-pes-mechanisms/> (дата звернення: 05.06.2023).
8. Kolmakova V. M. Key signs of ecosystem assets valuation. *Business, Economics, Sustainability, Leadership and Innovation*. 2020. № 5. С. 23–28. URL: <https://doi.org/10.37659/2663-5070-2020-5-23-28> (дата звернення: 05.06.2023).
9. Majorošová M. DPSIR Framework – A Decision – Making Tool for Municipalities. *Slovak Journal of Civil Engineering*. 2016. Vol. 24, no. 4. P. 45–50. URL: <https://doi.org/10.1515/sjce-2016-0021> (date of access: 30.06.2023).
10. Next generation application of DPSIR for sustainable policy implementation / S. A. Carnohan et al. *Current Research in Environmental Sustainability*. 2023. Vol. 5. P. 100201. URL: <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2022.100201> (date of access: 30.06.2023).
11. Shvorak A., Filiuk D. Вплив екосистемних послуг на активізацію розвитку сільськогосподарського виробництва. *Economic journal of Lesya Ukrainka Volyn National University*. 2021. Т. 1, № 25. С. 37–51. URL: <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2021-01-37-51> (дата звернення: 05.06.2023).
12. Suhina O. Features of the methodology for calculating the valuation of ecosystem resources. *Environmental Economics and Sustainable Development*. 2021. No. 10(29). P. 61–68. DOI: [https://doi.org/10.37100/2616-7689.2021.10\(29\).8](https://doi.org/10.37100/2616-7689.2021.10(29).8) (дата звернення: 05.06.2023).
13. Veklych O. Determination of economic damage from deterioration/destruction of ecosystem services. *Environmental Economics and Sustainable Development*. 2018. No. 1-2(20-21). P. 43–48. DOI: [https://doi.org/10.37100/2616-7689/2018/1-2\(21-22\)/8](https://doi.org/10.37100/2616-7689/2018/1-2(21-22)/8) (дата звернення: 05.06.2023).

References:

1. Veklich, O.O. (2023). Characteristics of ecosystem services for climate regulation. *Electronic magazine "Efficient Economy"*, (5). <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.5.9>
2. Ilyina, M., & Shpilova, Yu. (2022). Algorithm for implementation of ecosystem services assessment methods. *Economy and society*, (35). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-35-3>
3. Kolmakova, V., & Patoka, I. (2019). Economic component of loss of ecosystem services. *Business, economics, sustainability, leadership and innovation*, (2), 31–40.
4. On the approval of the list of invasive tree species with a significant capacity for uncontrolled spread, prohibited for use in the process of forest reproduction, Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine No. 184 (2023) (Ukraine). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0641-23#Text>
5. Shtyk Y. (2021). Peculiarities of assessment of ecosystem services: formation of an integral indicator. In "Mechanisms for ensuring sustainable development of the economy: problems, prospects, international experience" (pp. 170–173). KhDUHT.
6. Brink, P. T. (2012). *Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*. Taylor & Francis Group.
7. Evaluation of forest ecosystem services provided by forests of Ukraine and proposals on PES mechanisms: ENPI-FLEG 2. (2016, 1 листопада). Home. <https://www.enpi-fleg.org/docs/evaluation-of-forest-ecosystem-services-provided-by-forests-of-ukraine-and-proposals-on-pes-mechanisms/>
8. Kolmakova, V.M. (2020). Key signs of ecosystem assets valuation. *Business, Economics, Sustainability, Leadership and Innovation*, (5), 23–28. <https://doi.org/10.37659/2663-5070-2020-5-23-28>
9. Majorošová, M. (2016). DPSIR Framework – A Decision – Making Tool for Municipalities. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 24(4), 45–50. <https://doi.org/10.1515/sjce-2016-0021>
10. Carnohan, S. A., Trier, X., Liu, S., Clausen, L. P. W., Clifford-Holmes, J. K., Hansen, S. F., Benini, L., & McKnight, U. S. (2023). Next generation application of DPSIR for sustainable policy implementation. *Current Research in Environmental Sustainability*, 5, 100201. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2022.100201>
11. Shvorak, A., & Filiuk, D. (2021). The effect of ecosystem services on the activation of the development of agricultural production. *Economic journal of Lesya Ukrainka Volyn National University*, 1(25), 37–51. <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2021-01-37-51>

8/2786-4618-2021-01-37-51

12. 12. Suhina, O. (2021). Features of the methodology for calculating the valuation of ecosystem resources. *Environmental Economics and Sustainable Development*, (10(29)), 61–68. [https://doi.org/10.37100/2616-7689.2021.10\(29\).8](https://doi.org/10.37100/2616-7689.2021.10(29).8)

13. 13. Veklych, O. (2018). Determination of economic damage from deterioration/destruction of ecosystem services. *Environmental Economics and Sustainable Development*, (1-2(20-21)), 43–48. [https://doi.org/10.37100/2616-7689/2018/1-2\(21-22\)/8](https://doi.org/10.37100/2616-7689/2018/1-2(21-22)/8)

Maksym Kyrilenko, Postgraduate Student of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration of Sumy State University

Oleksandra Kubatko, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Sumy State University

Alla Treus, Postgraduate Student of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration of Sumy State University

Evgenia Stepanenko, Student, Entrepreneurship and Business Administration of Sumy State University

Yaroslav Mishchenko, Student, Entrepreneurship and Business Administration of Sumy State University

FORMATION OF TOOLS FOR ASSESSING THE IMPACT OF ECOSYSTEM CHANGES ON THE STATE OF ECONOMIC SYSTEMS

The article examines the concept of ecosystem, ecosystem services and their importance for modern economic systems. Special attention is paid to the issues of changes in ecosystems, as well as the positive and negative impact caused by these changes. A study of Ukrainian and foreign scientific works, which offer various methods of economic evaluation of ecosystem services and changes in ecosystems in general, has been conducted. The main zones of influence of ecosystems on economic activity have been determined. The consequences of changes in forest and field ecosystems are demonstrated on the example of the beekeeping industry. It is shown how ecosystem changes open up new opportunities for small and medium-sized businesses. The dynamic application model "activity impulses – load – state – exposure – result – actions" (DPSIR) is considered, which is used to assess the state of sustainability ecological and economic systems of different levels. The component models of DPSIR were analyzed and further directions for its improvement were proposed. Individual components of natural systems that increase the level of sustainability of not only ecological systems, but also economic ones are analyzed. In particular, the functions of pollinating insects, which perform the ecosystem function of pollination of entomophilous plants, were analyzed, which contributes to the increase of qualitative and quantitative productivity indicators, as well as the preservation of plant and animal species. At the same time, individual economic factors of growth are not sustain in nature. In particular, the use of insecticides and other plant protection products is cost-effective only in the short term. In a broader temporal context, such practices lead to significant ecosystem and economic losses. The materials of the article can be useful for representatives of small and medium-sized businesses whose activities are related to natural ecosystem resources, and for those who are ready to invest their intellectual and financial capital in modern ecological directions of management.

Key words: ecosystem, ecosystem services, economic effect, impact assessment, ecological business, beekeeping.

Дата надходження до редакції: 17.07.2023 р.