

УДК 314.7:338

О. І. Дребот,

д. е. н., академік НААН,

Інститут агроєкології і природокористування НААН

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>

Н. В. Зіновчук,

д. е. н., професор,

Інститут агроєкології і природокористування НААН

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-8173>

М. Я. Височанська,

д. е. н., старший дослідник,

Інститут агроєкології і природокористування НААН

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

Є. В. Мішенін,

д. е. н., професор,

Інститут агроєкології і природокористування НААН

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1597-3270>

П. П. Мельник,

д. е. н., с. н. с.,

Інститут агроєкології та природокористування НААН

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-677X>

DOI: 10.32702/2306-6792.2025.8.4

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ ТА АСИМІЛЯТИВНОЇ СПРОМОЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ БІЖЕНЦІВ

O. Drebot,

Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of NAAS,

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

N. Zinovchuk,

Doctor of Economic Sciences, Professor

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

M. Vysochanska,

Doctor of Economic Sciences, Senior Researcher,

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

Ye. Mishenin,

Doctor of Economic Sciences, Professor,

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

P. Melnyk,

Doctor of Economic Sciences, Senior Research Fellow,

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE CARRYING AND ASSIMILATION CAPACITY OF RURAL AREAS FOR CLIMATE REFUGEES

У статті висвітлено проблематику кліматичних змін та їх впливу на міграційні процеси, зокрема можливість використання сільських територій України для розміщення кліматичних біженців. Зроблено акцент на тісний зв'язок між поглибленням кліматичних змін, поширенням міграції людей та зростанням тиску на екосистеми. Виділено два

напрями впливів на екосистеми. Зроблено акцент на необхідність міжнародного співробітництва з метою регуляції кліматичної міграції та оптимізації навантаження на екосистеми з необхідною системою організаційно-інституційних та еколого-економічних заходів. Обґрунтовано підходи до оцінки пропускну та асимілятивної спроможності сільських територій, враховуючи екологічні, соціальні та економічні чинники. Висвітлено вплив кліматичних змін на міграційні процеси та екосистеми, проаналізовано концепцію асимілятивної здатності територій у контексті глобальних кліматичних загроз. Доведено, що ефективне управління природними ресурсами та екосистемами є критично важливим для забезпечення стійкості регіонів (зокрема, сільських територій) до кліматичних викликів. Представлено методичний підхід до оцінки асимілятивного потенціалу територій, що може бути використаний у процесі стратегічного планування та прийняття управлінських рішень в системі сталого просторового розвитку. Досліджено важливість враховування ряду соціально-еколого-економічних чинників розвитку сільських територій як об'єкт можливої кліматичної міграції.

The article highlights the issues of climate change and its impact on migration processes, in particular the possibility of using rural areas of Ukraine to accommodate climate refugees. Emphasis is placed on the close connection between the deepening of climate change, the spread of human migration and the increase in pressure on ecosystems. Two areas of impact on ecosystems are identified. The first concerns ecosystems that have remained undamaged as a result of natural disasters. Such ecosystems experience stress due to the increase in the number of people carrying out their daily activities in limited areas. The second area is the death or damage to ecosystems of varying degrees due to manifestations of climate disasters and natural disasters.

Emphasis is placed on the need for international cooperation to regulate climate migration and optimize the load on ecosystems with the necessary system of organizational, institutional and ecological-economic measures, in particular, such as: interdisciplinary cooperation between governments, non-governmental organizations and local communities to preserve ecosystems and ensure decent living conditions for migrants; comprehensive planning and development of strategies for managing migration processes against the backdrop of climate change; formation of monitoring systems for assessing the impact of migration on ecosystems and the implementation of adaptive measures to preserve assimilative capacity, etc. It is concluded that the most common idea of the assimilative capacity of ecosystems is their ability to absorb pollutants, and less applicable is their ability to provide people with resources and eco-services.

Approaches to assessing the carrying and assimilative capacity of rural areas are substantiated, taking into account ecological, social and economic factors. The impact of climate change on migration processes and ecosystems is highlighted, the concept of the assimilative capacity of territories in the context of global climate threats is analyzed. It is proven that effective management of natural resources and ecosystems is critically important for ensuring the resilience of regions (in particular, rural areas) to climate challenges. It is concluded that the matrix method should be used as the basis for assessing the assimilative capacity of ecosystems under the risk of climate threats, which can be used in the process of strategic planning and making management decisions in the system of sustainable spatial development. The importance of taking into account a number of socio-ecological and economic factors of the development of rural areas as an object of possible climate migration is investigated: the presence of a territory where domestic and foreign climate refugees can be accommodated; the size of the existing local population, the population density of rural areas by region of the country, the main trends in demographic processes occurring in them; the number of AHCs in rural areas, etc.

Ключові слова: глобальні кліматичних зміни, кліматичні біженці, сільські території, асимілятивна здібність екосистем, міграційні процеси, еколого-економічна оцінка.

Key words: global climate change, climate refugees, rural areas, assimilative capacity of ecosystems, migration processes, ecological and economic assessment.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Згідно з прогнозами, розробленими на основі багаточисельних кліматичних моделей, кількість та масштаби глобальних кліматичних катастроф будуть зростати. У 2028 р. прогнозується більше 1000 землетрусів на день по всій планеті. Сьогодні науковці фіксують синхронізацію природних катастроф. У лютому 2023 р. одночасно відбувалися біля 500 землетрусів у крайніх, які розташовані практично на всіх континентах світу. Дослідження свідчать про тісний зв'язок між кліматичними змінами та

збільшенням міграційних потоків у всьому світі. За оцінками Управління Верховного Комісара ООН у справах біженців у 2020р. 17,2 млн людей були змушені покинути свої домівки через кліматичні катаклізми. Очікується, що в майбутньому кількість біженців лише зростатиме. Найбільш привабливими для кліматичної міграції є країни-сусіди та країни з високим рівнем життя [1].

Отже, екстремальні погодні явища, деградація земель та дефіцит ресурсів змушують людей залишати свої домівки в пошуках кра-

щих умов для життя. Одним із потенційних напрямів такої міграції є переміщення до сільських територій, де екосистеми можуть забезпечити певний рівень асиміляційної здатності для розміщення додаткового населення. Однак, насамперед, потрібно усвідомлювати, що від зміни клімату страждають безпосередньо самі екосистеми. Кліматичні фактори є визначальними для стійкості екосистем. Зміни кліматичних факторів можуть мати серйозні наслідки для збалансованого функціонування екосистем.

Слід констатувати, що існують значні регіональні відмінності в здатності екосистем асимілювати міграційні потоки. Райони з високим біорізноманіттям, родючими ґрунтами та достатніми водними ресурсами мають вищу асимілятивну здатність порівняно з регіонами, що страждають від посухи, опустелювання чи деградації земель. Більшість науковців поділяють думку, що міграція населення зумовлює ризики для екосистем та біорізноманіття. Незважаючи на асимілятивний потенціал деяких екосистем, масштабна міграція населення може мати серйозні наслідки для довкілля [1].

Частину території України, яка залишиться у відносно стійкому стані та без критичних руйнувань (безумовно з урахуванням воєнного стану), вже сьогодні можна розглядати як об'єкт кліматичної міграції, особливо в межах сільських територій. Неконтрольований потік кліматичних мігрантів, які потребуватимуть продуктів харчування, медикаментів, одягу, соціальних послуг, а також спричинять додатковий негативний вплив на екосистеми, слід вважати невід'ємною частиною глобальних кліматичних змін, що відбудуться найближчим часом. Тому важливим методологічним завданням є еколого-економічна оцінка пропускну та асимілятивної здібності сільських територій під час руху неконтрольованого міграційного потоку.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Наукові засади щодо регулювання соціально-еколого-економічних явищ, пов'язаних з кліматичними загрозами, їх проявами та наслідками, знаходяться у процесі свого становлення. Більше уваги приділяється фізико-географічним та астрономічним аспектам. Вивчення політичних, економічних, соціальних взаємозв'язків у контексті глобальних кліматичних змін потребують більшої уваги науковців. Сучасні дослідження спрямовані, насамперед, на вивчення асимілятивної здібності екосистем та

їх можливостей адаптуватися до негативних промислових впливів. На сьогодні практично не існує наукових розробок стосовно асиміляції сільських територій під час глобальних кліматичних катастроф у контексті міграційних процесів. Слід відмітити, що загальні теоретико-методологічні питання адаптації до змін клімату та кліматичної міграції піднімали у своїх дослідженнях, зокрема, такі вчені Т.І. Длугопольська, С.П. Іванюта, О.О. Коломієць, В.В. Колосовська, О.А. Малиновська, О.В. Попик, У.Я. Садова, А.М. Якушенко та ін.

МЕТА СТАТТІ

Метою дослідження є обґрунтування теоретико-методологічних напрямів еколого-економічної оцінки пропускну та асимілятивної спроможності сільських територій для проживання кліматичних біженців.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ОБґРУНТУВАННЯ

Глобальні кліматичні зміни спричиняють вимушену міграцію населення з уражених територій до районів із сприятливішими умовами для життя та господарювання. Нині все більше науковців підтверджують, як нами вже відмічалось, зв'язок між зміною клімату та міграцією [1]. Насамперед, потрібно усвідомлювати, що від зміни клімату страждають безпосередньо самі екосистеми. Кліматичні фактори є визначальними для екосистем, які мають різний асимілятивний потенціал [1; 2]. Дослідники попереджають про можливу фрагментацію місць існування, втрату біорізноманіття, збільшення забруднення, виснаження ресурсів та деградацію земель у разі неконтрольованого припливу мігрантів [1; 3]. Зокрема, встановлено, що приплив кліматичних мігрантів часто спричиняє значні зміни у використанні земельних ресурсів.

У цьому контексті серед рекомендацій науковців, практиків, політиків можна виділити певні організаційно-інституціональні та еколого-економічні заходи, пов'язані з міжнародним співробітництвом:

- міжгалузевим співробітництвом між урядами, неурядовими організаціями та місцевими громадами для збереження екосистем та забезпечення гідних умов життя для мігрантів;
- комплексним плануванням та розробкою стратегій для керування міграційними процесами на тлі зміни клімату;
- моніторингом впливу міграції на екосистеми та впровадженні адаптивних заходів для збереження асимілятивної здатності;

— обміном даними, передовим досвідом, ресурсами та координації зусиль між країнами для збереження вразливих екосистем;

— відновленням земель, раціональним використанням ресурсів, створенням охоронних та буферних зон та інші заходи екологічного менеджменту;

— управлінням процесами кліматичної міграції для мінімізації негативних впливів на екосистеми;

— створення коридорів для міграції видів, відновлення деградованих середовищ існування, моніторинг змін та управління інвазійними видами [1; 2; 3].

На особливу увагу заслуговує моделювання асимілятивної здатності екосистем в умовах кліматичної міграції. Через складність процесів кліматичної міграції та багатогранність впливу на екосистеми, моделювання відіграє важливу роль у прогнозуванні та плануванні і дозволяє краще зрозуміти наслідки міграції. Наразі пропонується використання таких моделей, як:

— просторові моделі (моделі земельного покриву та землекористування). Вони дозволяють аналізувати зміни у ландшафті, доступність ресурсів та межі асимілятивної здатності екосистем у різних регіонах;

— демографічні моделі (враховують динаміку населення, приплив мігрантів, народжуваність та смертність). Допомогають оцінити навантаження на екосистеми від різних міграційних сценаріїв;

— моделі використання ресурсів (водні ресурси, харчові запаси та енергетичні потреби). Дозволяють прогнозувати потенційну нестачу ресурсів та пов'язані з нею екологічні наслідки.

Інтегровані підходи поєднують різні типи моделей для отримання більш точних та комплексних прогнозів. Охоплюють моделі екологічних ніш, біогеохімічні моделі та моделі біорізноманіття.

Зрозуміло, що використання моделей має певні обмеження та виклики, насамперед, нестача даних, невизначеність, складність взаємозв'язків між різними факторами [4].

Асимілятивною здатністю екосистем називають їх потенційну спроможність поглинати та використовувати різні речовини з навколишнього середовища. Також під асимілятивною здатністю (або асимілятивним потенціалом) екосистеми розуміють максимальне навантаження забруднюючих речовин, яке екосистема може асимілювати без порушення її структури та функціонування. Ці здібності відіграють важливу роль у підтримці екосистемного ба-

лансу та забезпеченні життєдіяльності живих організмів, збереженні біологічного різноманіття та стабільності, а також у реалізації екосистемних послуг, таких як очищення повітря та води, регулювання клімату тощо. До факторів, що впливають на асимілятивну здатність, відносять: тип екосистеми (наземна, водна тощо); кліматичні умови; стійкість окремих компонентів екосистеми; здатність до самоочищення та відновлення.

Всі природні процеси і явища, пов'язані з геологічним середовищем, тому негативні зміни цього середовища внаслідок антропогенного впливу варто розглядати з огляду їх небезпеки для людини і природних екосистем. У цьому контексті науковці пропонують розрізняти поняття асиміляційний потенціал екосистем та ідентифікувати його не тільки як здатність навколишнього природного середовища до певної межі поглинати небезпечні впливи природних або антропогенних чинників, але як чинник, що може знижувати екологічну небезпеку і вважатися природним ресурсом. Асиміляційний потенціал виступає як елемент, що перешкоджає виникненню екологічної небезпеки і зменшує як саму небезпеку, так і можливий екологічний збиток від надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф у зоні ризику. Як природний ресурс асиміляційний потенціал екосистем має такі властивості: здатність відновлятися; циклічність, динамічну мінливість; незамінність; системність; комплексність [5, с. 7—9].

Також науковці пропонують розмежовувати поняття асиміляційний потенціал біосфери та асиміляційний потенціал довкілля. У прикладному сенсі асиміляційний потенціал біосфери можна розглядати як її здатність відновлювати свою функцію по підтримці життя залежно від збурюючих зовнішніх (Сонця і космосу) і внутрішніх чинників природного кругообігу речовини і енергії, а також господарської діяльності людини. Асиміляційний потенціал довкілля визначають як здатність середовища: 1) засвоювати, переробляти відходи конкретної виробничої діяльності людей в межах конкретних природних комплексів і екосистем; 2) нівелювати енергетичні, речові впливи виробництва за допомогою життєдіяльності, природного кругообігу речовини і енергії в структурі природного комплексу, що відрізняється від структури і функції біосфери ієрархічно нижчим рівнем організаційної системи. При цьому важливо спиратися на уявлення про асиміляційну ємність, яка є показником максимальної динамічної місткості кількості токсикантів, яке може бути за одиницю часу накопичено, зруй-

новано, трансформовано і виведено за межі об'єму екосистеми без порушення її нормальної діяльності. Величина асиміляційної ємності залежить від безлічі природних і антропогенних чинників, фізичних і хімічних властивостей, що надходять до екосистеми. Але вирішальну роль при цьому грають біологічні процеси. Уявлення про оцінку асиміляційного потенціалу біосфери і довкілля спирається на біотичний потенціал — як здатність протистояти дії несприятливих чинників довкілля (у тому числі і антропогенних) [5, с. 9—12].

Загальний об'єм асиміляційного потенціалу території складається із здатності атмосфери, гідросфери і верхньої частини літосфери (геологічного середовища) витримувати до певної межі як природний, так і антропогенний чи техногенний вплив.

З огляду на кліматичні загрози, ємність асиміляційного потенціалу території залежатиме від:

- виду природного стихійного лиха (пожежа, повінь, торнадо, смерч, ураган, штормова система, землетрус, виверження лави тощо);

- масштабів та сили прояву стихійного лиха (наприклад, тропічний циклон, що супроводжується лише ливневим дощем; або ураган 1—5 категорії небезпеки за шкалою Саффіра-Сімпсона);

- можливих комбінацій видів, масштабів та сили проявів стихійних лих (наприклад, сильна повінь з незначною локальною пожежею, сильний землетрус і слабка повінь, сильна повінь і безліч локальних зсувів, глибокі карстові провали та слабкий торнадо, сильна засуха і сильна пожежа тощо).

Аналітична систематизація кліматичних подій, які вже відбулися у світі за останні три десятиріччя, свідчить про те, що:

- кліматичні явища відбуваються на територіях, які є не характерними для прояву цих явищ (наприклад, потужні ливні з градом у пустелях, торнадо та водні смерчі у європейських містах, тисячі землетрусів щодня у різних кутках світу);

- зростання кількості, масштабів та сили стихійних явищ відбувається по експоненті;

- швидкість, з якою змінюється статус стихійного лиха (від слабого до надпотужного), постійно зростає і є непередбачуваною.

Таким чином, при визначенні асиміляційного потенціалу території необхідно враховувати ймовірність прояву абсолютно всіх кліматичних загроз.

Розрахунок асимілятивної здатності є складним завданням через високу варіативність

та динамічність екосистем. Труднощі виникають також через недостатність даних, невизначеності у взаємодіях компонентів екосистеми та недосконалість математичних моделей. Аналіз зарубіжних та вітчизняних наукових досліджень асимілятивних здібностей екосистем виявляє, що ця тема є предметом багатьох досліджень, які охоплюють широкий спектр питань, від фундаментальних біологічних процесів до прикладних аспектів екологічного менеджменту.

Однією з найбільш цитованих є концепції Д. Пірса й К. Тернера, які демонструють зворотні зв'язки в еколого-економічній системі. Навколишнє природне середовище є не тільки джерелом природних ресурсів та екологічних благ, а також слугує для поглинання й розміщення відходів виробництва та споживання. У розвиток цих концепцій було розроблено різні класифікації забруднень довкілля. Найбільш детальні класифікації забруднення запропоновані екологами М. Ф. Реймерсом, А. В. Яблоковим [6].

Економічні групування забруднень дещо відрізняються від екологічних класифікацій. Так, Д. Пірс пропонує виділяти три типи забруднень залежно вже не тільки від їхньої властивості асимілюватися природними навколишнім середовищем, але й від біологічного та економічного ефекту, який спричиняють забруднювачі [7]. Дослідник біологічний ефект розуміє, як вплив забруднювачів на екологічні системи, економічний ефект визначає, як вплив забруднювача на економічну та соціальну системи (табл. 1).

Відповідно до означених типологій забруднювачів дослідники розробляють різні методологічні засади щодо вирішення основних економічних питань, пов'язаних із забрудненням, а саме: як підрахувати збитки, завдані довкіллю, та яких витрат потребують заходи щодо запобігання й зменшення забруднення.

Наведена класифікація пояснює, в яких саме випадках виникає економічний ефект, тобто, коли суспільство помічає забруднення і готове нести витрати на його запобігання. У наведеній класифікації не чітко виокремлено соціальний ефект, але він є врахованим. Якщо економічні ефекти визначаються сумами витрат, пов'язаних із забрудненням, то соціальні ефекти полягають у реагуванні людей на прояви забруднення та стан власного здоров'я [8]. Можна стверджувати, що соціальний ефект забруднення пов'язаний з двома інституціональними аспектами: офіційними обмеженнями (правами власності) та неофіційними правилами поведін-

нки людей, що залежать від менталітету, культурного рівня, освіти та інших соціальних чинників.

Водночас, дослідження соціальних ефектів не набули належного поширення, хоча, вони є вкрай актуальними. Нині суспільство занепокоєне якістю навколишнього природного середовища, гостро реагує на виникнення будь-яких нових екологічних проблем і активно оцінює ефективність функціонування соціальних інститутів, від яких залежить вирішення проблем забруднення. Тому важливо досліджувати зворотні реакції соціальних систем на появу екологічних проблем, зокрема забруднення довкілля.

Екологічні аспекти забруднення достатньо широко висвітлені в науковій літературі. Економічні ефекти забруднення є менш дослідженими. М. Коммон, А. Рендолл демонструють економічний інструментарій, який дозволяє визначати витрати, пов'язані із запобіганням та зменшенням забруднення [10;].

Слід зауважити, що існують й інші підходи до оцінки взаємодії навколишнього природного середовища і які можна було б використати для непрямого оцінювання асимілятивної здатності екосистем. Наприклад, міжгалузева модель, яка була розроблена В.В. Леонтьєвим і Д. Фордом. Міжгалузевий баланс представлено як сукупність потоків товарів і послуг, які відображені у таблиці "input-output" та характеризують основні структурні зміни окремих секторів економіки. Балансовий метод дозволяє встановлювати й узгоджувати в господарській діяльності натурально-речовинні та вартісні пропорції. Умовами цієї моделі є: необхідність дотримання законів збереження в балансовій формі, зокрема потоків природної сировини, матеріалів, забруднюючих речовин тощо. До припущень віднесено те що, тобто вартість знешкодження одиниці кожного забруднювача є постійною величиною.

На основі динамічної моделі Леонтьєва-Форда побудована оптимізаційна модель, в якій як критерій взято вартісну інтегральну величину споживання та створення нових виробничих

Таблиця 1. Типологія забруднювачів навколишнього середовища

Типи забруднювачів	Характеристика забруднювачів	Формалізований опис	Приклад
Тип I	Асимілятивна здатність природного навколишнього середовища (А) дорівнює нулю: в природі не існує мікроорганізмів, які розкладали б такі забруднювачі. Біологічний ефект (В) дорівнює нулю: екосистемам не завдається ніякої шкоди. Економічний ефект (Е) дорівнює нулю, якщо суспільство не зазнає ніяких втрат, пов'язаних з появою забруднювача у довкіллі; або економічний ефект вище нуля: суспільство витрачає кошти на усунення забруднювача та ліквідацію наслідків його розміщення.	$A=0; B=0;$ $E=0$ або $E>0$	скло
Тип II	Асимілятивна здатність дорівнює нулю. Біологічний ефект вище нуля: забруднювачі нагромаджуються і передаються за харчовими ланцюгами в екосистемах, спричиняючи мутації, хвороби, смерть живих організмів. Біологічний ефект є віддаленим від джерела забруднення за часом та у просторі. Економічний ефект дорівнює нулю або вище нуля залежно від того, як суспільство реагує на появу та нагромадження забруднювачів цього типу.	$A=0; B>0;$ $E=0$ або $E>0$	токсичні метали, радіоактивні елементи
Тип III	Асимілятивна здатність (А) вище нуля, але вона є обмеженою (А'). Якщо обсяг забруднювача (W) в межах потенціалу самоочищення, то він розкладається. Якщо обсяг забруднювача вище за асимілятивну здібність, то він нагромаджується у довкіллі. Біологічний ефект вище нуля. Економічний ефект дорівнює нулю, якщо суспільство не вживає ніяких заходів щодо зменшення обсягу забруднювачів та ліквідації наслідків його нагромадження. Економічний ефект вище нуля, якщо суспільство зазнає певні витрати, пов'язані з припиненням забруднення.	$A=A'; A'>0;$ a). $W<A'; B=0;$ $E=0;$ b). $W>A'; B>0; E=0;$ або $E>0$	побутові стічні води

Джерело: сформовано авторами на основі [9].

фондів, а як ресурсні обмеження довгострокового періоду — робоча сила. Також запропонована модель, що узагальнює динамічну модель класичного міжгалузевого еколого-економічного балансу, та проведено її дослідження на предмет існування магістральної траєкторії розвитку. Встановлено, що темп зростання нагромадження основних виробничих фондів основного та допоміжного виробництва, випуску кінцевого продукту та об'єму знищених забруднювачів відповідає темпу зростання обсягів валових випусків та знищення забруднювачів [10; 11].

В Україні значний вклад у розвиток еколого-економічного моделювання внесла школа під керівництвом І.М. Ляшенка. Зокрема, побудована еколого-економічна модель оптимізації галузевої структури економіки України з урахуванням екологічних умов країни. При цьому здійснено модифікацію моделі міжгалузевого балансу, яка доповнена маржинальними змінними, що передбачають зміни у динаміці обсягів

випуску продукції за окремим видом економічної діяльності та відповідної зміни кількості викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря. Розроблена оптимізаційна еколого-економічна модель розвитку локальної території [12].

Однак наведені моделі можуть розглядатися методологічним підґрунтям для оцінки асимілятивної здатності екосистем лише за умов стабільного господарювання. При виникненні кліматичних загроз, насамперед слід розуміти, що:

— будь-який вид господарської діяльності може бути припинений (у найкращому випадку) або зруйнований взагалі;

— основні та оборотні засоби кожного суб'єкта господарювання можуть стати джерелом різних видів фізико-хімічного забруднення;

— доступ до звичайних ресурсних потоків, зокрема чистої питної води, земельних угідь, може бути перекрито;

— погодні умови можуть різко і нетипово змінитися, що ускладнить відновлення харчових ланцюгів в оточуючих екосистемах;

— екосистема може втратити частково або повністю здатність до самовідновлення.

Відтак, при розробці методичного підґрунтя слід виокремлювати фази, ступінь прояву наслідки від стихійного лиха, і відповідно до них оцінювати потенційні або реальні можливості екосистем.

Кліматична загроза у вигляді стихійного лиха може мати наступні фази: період очікування; фаза настання; фаза розгортання події; фаза посилення події; фаза послаблення події; період депресії лиха; період прояву наслідків, що матимуть мультипліційний, кумулятивний та синергетичний ефекти. Тому в основу оцінки асимілятивної здатності екосистем за умов ризику кліматичних загроз має бути застосований матричний метод.

Асиміляційний потенціал різних територій України є різним у залежності від їх геологічної будови і фізико-географічних умов, що характеризують уразливість біоценозів, умови життєдіяльності населення в їх межах та їх інженерний захист. У кінцевому рахунку наявність таких властивостей навколишнього природного середовища підвищує безпеку життєдіяльності населення і дозволяє підприємствам економити на природоохоронних витратах.

Згідно з дослідженнями О.Б. Ярош, розподіл вагових коефіцієнтів між складовими асиміляційного потенціалу відбувається у залежності від швидкостей обмінних процесів у різних компонентах середовища: $1/7$ повітря +

$2/7$ вода + $4/7$ ґрунт = 1. Це означає, що повільніше за все асиміляція забруднень йде у ґрунтах, швидше — у водному середовищі, а найшвидше — у повітрі. Оскільки спектр забруднень ґрунтів великий: від органічних з'єднань до твердих побутових відходів, то науковець пропонує розглядати найбільш значні забруднювачі ґрунтів — важкі метали у рамках їх геохімічного кругообігу. При цьому оцінку асиміляції проводити шляхом виявлення можливостей переводу цих токсичних елементів у інертний стан у ґрунтового середовищі.

Другий показник — наявність гумусу. Враховуючи те, що важкі метали можуть утворювати складні комплексні з'єднання з органічною речовиною ґрунту в кислому середовищі, то при високому вмісті гумусу, важкі метали менш доступні для рослин в нейтральному і слаболужному середовищі ґрунтового розчину. Упродовж останніх 20 років середній зміст гумусу знизився по усім природним зонам України. Це пов'язано зі зменшенням внесення органічних добрив. Зменшення врожайності спостерігається в основному в промислових регіонах, де відсоток зниження якості і кількості урожаю проявляється в середньо й сильно забруднених важкими металами ґрунтах.

Близько $1/10$ посівних земель зосереджено в зоні Полісся, приблизно $2/5$ в Лісостеповій зоні України і половина в Степовій зоні [13]. Виходячи з даних по рН ґрунтів і змісту гумусу, з урахуванням переважаючого виду ґрунтів О.Б. Ярошом зроблено висновок, що здатність ґрунтів асимілювати важкі метали (асиміляційний потенціал ґрунтів) Волинської, Закарпатської, Житомирської, Львівської, Рівненської областей є украй низькою. Ґрунти Хмельницької, Чернігівської, Київської, Чернівецької, Івано-Франківської областей мають слабкий асиміляційний потенціал. Інші області в цілому мають середній і нормальний природний асиміляційний потенціал, окрім окремих ділянок.

Відомо, що ґрунти Донецької, Дніпропетровської, Запорізької, Луганської областей мають досить хороший асиміляційний потенціал, що обумовлений високим вмістом гумусу й оптимальним рН середовища. Однак забруднення важкими металами цих регіонів перевищило асиміляційну ємність ґрунтів, перейшло критичний поріг по навантаженням на лісосферу. Оцінка, проведена для адміністративно-територіальних одиниць України, дозволила орієнтовно диференціювати ці території за ступенем порушення й асиміляційною ємністю [13, с. 21—23].

Для попередньої оцінки асимілятивних здібностей екосистем України можна використувати комплексний підхід, який поєднує різні методики та враховує специфіку сільськогосподарського виробництва та стан довкілля різних регіонів. Серед таких наукових доробок доцільно виділити:

1. метод балансового підходу для оцінки надходження та видалення забруднюючих речовин в агроєкосистемах. Цей метод ґрунтується на розрахунку балансу поживних речовин, пестицидів, важких металів та інших забруднювачів, що надходять з добривами, засобами захисту рослин, атмосферними опадами, та видаляються з урожаєм, ґрунтовими водами, ерозією тощо [14];

2. біоіндикаційні методи для оцінки стану ґрунтів та рослинності в агроландшафтах. Наприклад, використання мікробіологічних показників ґрунту (чисельність та активність мікроорганізмів) для виявлення забруднення пестицидами та важкими металами [15];

3. моделювання екосистемних процесів для оцінки міграції та трансформації забруднюючих речовин в агроландшафтах. Наприклад, використання моделей переносу та трансформації пестицидів у ґрунтово-водних системах [15];

4. методи біоаккумуляції та біомагніфікації для оцінки накопичення забруднюючих речовин в харчових ланцюгах агроєкосистем. Наприклад, визначення вмісту важких металів та пестицидів у рослинній та тваринній продукції. Використання коефіцієнта біоаккумуляції дозволяє визначити здатності живих організмів концентрувати шкідливі речовини. Він виражається відношенням концентрації речовини в організмі до концентрації в навколишньому середовищі;

5. Методи оцінки ризику для визначення ймовірності негативних наслідків забруднення для агроєкосистем та здоров'я людини. Проте навіть для оцінки ризику від застосування пестицидів з урахуванням їх токсичності, експозиції та чутливості реципієнтів існують різні методи та підходи. Серед них необхідно виділити модель розподілу чутливості до видів (SSD), яка використовує дані про екоотоксичність різних видів (наприклад, NOECs, EC50s) для оцінки ризику [16; 17];

6. Оцінка екологічного ризику за атмосферним фактором [16].

Наведені вище методики слугують підґрунтям для визначення ступеню існуючого антропогенного впливу на екосистеми та прогнозування майбутніх ризиків його посилення. Про-

те важливо додатково враховувати впливи кліматичних змін на екосистеми. Насамперед, варто звернути увагу на те, як клімат може вплинути на біорізноманіття та середовище існування.

Кліматичні зміни впливають на генетичне різноманіття та фенотипічну пластичність видів. Види, які не можуть швидко адаптуватися через генетичні зміни, можуть опинитися під загрозою зникнення. Фенотипічна пластичність, або здатність організму змінювати свої фізичні чи поведінкові риси у відповідь на зміни в середовищі, є важливим механізмом адаптації. Однак через антропогенні забруднення цей механізм може не спрацювати.

Встановлено, що клімат може здійснювати впливи на структуру та функціонування екосистем. При цьому відбувається зміна біомів та виникають перехідні стани екосистем. Зміна клімату може призводити до переходу екосистем з одного біому до іншого, як-от перетворення лісів на луки чи савани через зміни у вологості та температурі. Ці зміни можуть мати значний вплив на види, що залежать від певних середовищ проживання, а також на цілісність екосистеми. Зрозуміло, що під дією кліматичних змін екосистемні послуги навколишнього природного середовища різко скорочуються. Зменшується продуктивність риболовлі та охоти, стає менш привабливим туризм та відпочинок [17—19].

Таким чином, оцінка вразливості екосистем до зміни клімату є важливим етапом у визначенні їх асиміляційного потенціалу. Методичний підхід до оцінки асимілятивного потенціалу територій може бути використаний у процесі стратегічного планування та прийняття управлінських рішень в системі сталого просторового розвитку.

Сільські території можна трактувати як поняття, що охоплює різні аспекти сільського життя, включаючи природні ресурси, населені пункти, економічну та соціальну інфраструктуру. Сільська місцевість та сільське поселення виступають як складові елементи сільської території, представляючи різні варіанти населених пунктів та ландшафтів, які можуть входити до її складу. Відтак, сільські території можна вважати важливою підсистемою територіальної організації суспільства.

Реформи, які відбулися в Україні у сфері місцевого самоврядування та адміністративно-територіального устрою, утвердили поняття об'єднаних територіальних громад (ОТГ) як адміністративно-територіальних одиниць, утворених в результаті об'єднання кількох

сільських, селищних або міських рад для спільного вирішення місцевих питань.

Станом на 10 жовтня 2023 року в Україні створено 627 сільських ОТГ, що складає 42,7% від всіх територіальних громад країни. На карті, яка відображає частки площі сільських територій у загальній площі регіону, видно що більшість регіонів України є переважно сільськими. Частка сільських територій в 2021 р. у загальній площі окремих регіонів становить від 60% до 100%. Найбільші частки сільських територій у загальній площі регіону спостерігаються в західних областях: Закарпатській та Рівненській — 99,5 %, Волинській — 99,4 %. У Чернігівській, Сумській, Житомирській, Хмельницькій, Тернопільській, Івано-Франківській областях сільські території займають понад 80% загальної площі регіону. Найменші показники частки сільських територій у загальній площі регіону спостерігаються в східних — Донецькій та Луганській областях, відповідно 39,2 % та 60,9 % [20]. Такі відмінності в частці сільських територій між регіонами України пояснюються:

- географічними особливостями регіону. В гірських та лісистих регіонах сільські території займають більшу площу, ніж у рівнинних регіонах;

- історичною спадщиною. У деяких регіонах України, таких як Закарпатська і Чернівецька області, сільське господарство є традиційним видом економічної діяльності;

- економічним розвитком регіону. У регіонах з розвиненою промисловістю частка сільських територій у загальній площі регіону може бути нижчою, ніж у регіонах з переважно аграрною економікою.

Основним самоорганізуючим компонентом сільських територій є населення, яке проживає на них. Аналіз густоти населення на території переважно сільських регіонів України відзначається різноманітністю розподілу населення та нерівномірністю його зміни. Усереднений показник густоти населення станом на 1 січня 2020 р. в сільських регіонах України становив 32,4 особи на квадратний кілометр. Зауважено, що на заході та в центральних областях густота населення на сільських територіях вища в порівнянні із східними та південними регіонами. Найвища густота населення на сільських територіях є притаманною Чернівецькій (81,7 осіб/кв. км), Закарпатській (78,7 осіб/кв. км), Івано-Франківській (74,6 осіб/кв. км) та Львівській (66,5 осіб/кв. км) областям. Найнижча густота населення спостерігається на територіях Луганської (17,3 осіб/кв. км) та Донецької (19,6 осіб/кв. км) областей, де з 2014 року

тривають воєнні конфлікти, що призвели до значних міграційних процесів. Чернігівська (17,6 осіб/кв. км) та Сумська (19,2 осіб/кв. км) області також відзначаються низькою густотою населення, і тут спостерігалось помітне зменшення чисельності населення протягом всього періоду незалежності України (на 40% у Чернігівській та на 32% у Сумській області за період 1990-2015 рр.). Також відзначається відносно низька густота населення у Миколаївській (20,0 осіб/кв. км), Херсонській (20,0 осіб/кв. км), Кіровоградській (20,7 осіб/кв. км) та Запорізькій (21,4 осіб/кв. км) областях [20].

З огляду на те, що сільські території можуть виступати об'єктом кліматичної міграції, важливо розуміти основні тенденції демографічних процесів, що відбуваються на таких територіях. За даними Державної служби статистики України, станом на 01.01.2022 р. загальна чисельність наявного населення України становила 41 167,3 тис. осіб, з них 12 473,6 тис. осіб складало сільське населення.

Загальновідомо, що сільські та селищні територіальні громади України переживають демографічну кризу. Основними чинниками демографічної кризи є перевищення смертності над народжуваністю, внутрішня та міжнародна міграція сільського населення України. За даними Державної статистики України, кількість сільських населених пунктів у 2022 р. скоротилася на 435 одиниць порівняно з 1990 р. Масовий відтік сільських жителів призводить до поглиблення негативної демографічної ситуації, протягом тривалого періоду відбувається деградація окремих сільських поселень. Щорічно в середньому зникають із мапи України по 14 сільських поселень. Загалом за період 1990—2021 рр. зникло 432 поселення. Зрозуміло, що військові дії на території України вже внесли свої корективи у чисельність населення, зокрема сільського, але основні тенденції не тільки не змінилися, а лише посилилися.

Зазвичай, до важливих характеристик сільських територій науковці відносять економіко-фінансові показники, що дозволяють скласти уяву про розміри місцевих бюджетів, дотацій та субсидій з державного бюджету, доходів від місцевого бізнесу та інших джерел надходження. З огляду на кліматичні загрози, така інформація не є важливою, тому що для виживання людей доцільно мати не фінансові ресурси, а реальні запаси питної води, продуктів харчування, медикаментів, санітарно-гігієнічних засобів та інших предметів побуту, а також житлову інфраструктуру.

Отже, розглядаючи сільські території як об'єкт можливої кліматичної міграції, важливо враховувати ряд чинників:

- наявність території, на якій можуть бути розміщені вітчизняні та іноземні кліматичні біженці;

- чисельність наявного місцевого населення, густина заселення сільських територій по регіонах країни, основні тенденції демографічних процесів, що відбуваються в них;

- кількість ОТГ на сільських територіях;

- наявність складської та житлової інфраструктури, здатної забезпечити виживання кліматичних біженців;

- наявність та стан забруднення (або виснаження) природних ресурсів, що знаходяться на сільських територіях;

- можливість адаптації лісових, водних екосистем та агросистем до тих чи інших кліматичних лих у різних фазах їх проявів.

ВИСНОВКИ

Сучасні дослідники підтверджують тісний зв'язок між поглибленням кліматичних змін, поширенням міграції людей та зростанням тиску на екосистеми. Слід виділити два напрями впливів на екосистеми. Перший стосується екосистем, які залишилися не ушкодженими внаслідок стихійних лих. Другий напрям — загибель або ушкодження екосистем різного ступеня через прояви кліматичних катастроф та стихійних лих.

Необхідність міжнародного співробітництва з метою регуляції кліматичної міграції та оптимізації навантаження на екосистеми, на думку багатьох вчених, має стати топ-темою для науковців, політиків та бізнесменів. Цей аспект потребує здійснення певних заходів організаційно-інституціональних та еколого-економічних заходів.

Ідентифікацію поняття "асимілятивна здатність екосистеми" пов'язують з їхньою потенційною спроможністю поглинати та використовувати різні речовини з навколишнього середовища. Виділяють асимілятивну здатність екосистеми та асимілятивну здатність біосфери. Найбільш поширеним уявленням про асимілятивну здатність екосистем є їх здібність поглинати забруднюючі речовини, і менш застосованим — їх здатність забезпечувати людей ресурсами та екослугами.

Встановлено, що на величину асиміляційної ємності впливає безліч природних і антропогенних чинників, фізичних і хімічних властивостей, що надходять до екосистеми, а також біологічні процеси. Економічні підходи до оцінки

асимілятивної здатності екосистем можна класифікувати відповідно до тих концепцій, які були покладені в основу ідентифікації поняття асимілятивної здатності, а саме: можливостей екосистем поглинати забруднюючі речовини або забезпечувати людей ресурсами. Дослідниками розроблено різні методологічні засади щодо оцінки екосистем через збитки, завдані довкіллю, та витрат, що потребують заходів з запобігання й зменшення забруднення або виснаження природних ресурсів.

Наведені моделі можуть розглядатися методологічним підґрунтям для оцінки асимілятивної здатності екосистем лише за умов стабільного господарювання. При розробці методичного підґрунтя слід виокремлювати фази, ступінь прояву наслідки від стихійного лиха, і відповідно до них оцінювати потенційні або реальні можливості екосистем. Тому в основу оцінки асимілятивної здатності екосистем за умов ризику кліматичних загроз має бути застосований матричний метод.

Асиміляційний потенціал територій України залежить від їх геологічної будови і фізико-географічних умов, що характеризують уразливість біоценозів, умови життєдіяльності населення в їх межах та їх інженерний захист. Зокрема, зроблено акцент здатність ґрунтів асимілювати важкі метали (асиміляційний потенціал ґрунтів). Для попередньої оцінки асимілятивних здібностей екосистем України можна використовувати комплексний підхід, який поєднує різні методики та враховує специфіку сільськогосподарського виробництва та стан довкілля різних регіонів. Такі методики слугують підґрунтям для визначення ступеню існуючого антропогенного впливу на екосистеми та прогнозування майбутніх ризиків його посилення. Проте необхідно додатково визначати впливи кліматичних змін на екосистеми. Окремою складовою комплексної оцінки асиміляційного потенціалу має стати визначення можливих наслідків дії кліматичних змін на екосистемні послуги.

При визначенні асиміляційного потенціалу територій необхідно враховувати ймовірність прояву абсолютно всіх кліматичних загроз. При виборі сільської території як об'єкту можливої кліматичної міграції, важливо враховувати ряд соціально-еколого-економічних чинників

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі екологічних та кліматичних викликів полягають у можливості використання отриманих результатів для розробки методичних положень оцінка пропускну та асиміля-

available at: <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-impacts-ecosystems> (Accessed 22 March 2025).

3. IOP Publishing (2024), "Environmental Research Communications", available at: <https://iopscience.iop.org/journal/2752-5295> (Accessed 11 March 2024).

4. Gaglio, M., Aschonitis, V., Pieretti, L., Santos, L., Gissi, E., Castaldelli, G. and Fano, E.A. (2019), "Modelling past, present and future Ecosystem Services supply in a protected floodplain under land use and climate changes", *Ecological Modelling*, [Online], vol. 19. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.04.019>.

5. Korzhnev, M.M. and Kosharna, S.K. (2016), "Conceptual approaches in relation to determination of territories assimilatory potential taking into account his constituents for geological environment", *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia*, vol. 1—2 (21), pp. 16—24. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2016.1-2>.

6. Sitnyk, K.M., Braion, A.V., Horodetskyi, A.V., and Braion, A.P. (1994). *Slovar-spravochnyk po ekolohyy* [Dictionary Ecology reference book], Naukova dumka, Kyiv, Ukraine.

7. Pearce, David W. (1976), *Environmental Economics*, Longman Inc New York, USA.

8. Randall, A. (1987), *Resource Economics: An Economic Approach to Natural Resource and Environmental Police*, 2nd ed, J. Wiley & Son, New York, USA.

9. Common, M. (1988), *Environmental and Resource Economics: An Introduction*, Longman Inc., London, UK.

10. Onyshchenko, A. M. (2003), "Economic and mathematical modeling of environmentally balanced economic development", PhD. Thesis, Economics, International Scientific and Educational Center of Information Technologies and Systems. National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

11. Petrovska, S. A. (2011), "Modelling sustainable development: process and environmental and economic aspects of the problem", vol 2, pp. 159—166, available at: <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/24501/3/Petrovska.pdf> (Accessed 05 February 2025).

12. Iedynak, O. M. (2009), "Environmental and economic modeling in the context of the main types of economic activity in Ukraine PhD, Thesis, Economics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.

13. Dovhyi, S.O., Ivanchenko, V.V., and Korzhnev, M.M. (2016), *Asymiliatsiyni potentsial heolohichnoho seredovyshcha Ukrainy ta yoho*

otsinka [Assimilation potential of the geological environment of Ukraine and its assessment], Nika-Tsentr, Kyiv, Ukraine, available at: <https://bit.ly/4hTKBfv>, (Accessed 11 March 2025).

14. Kyrnasivska, N.V., and Danilova, N.V. (2022), *Metodychni vkazivky do praktychnykh robiz z dystsypliny "Zemlerobstvota roslынnytstvo* [Methodical instructions for practical work in the discipline "Agriculture and Crop Production", ODEKU, Odesa, Ukraines. available at: [http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11307/1/Kyrnasivs%CA%B9ka%20NV,%20Danilova%20-NV_Zeml.%20ta%20rosl.%20\(balans%-20humusu\)_MV_2022.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/11307/1/Kyrnasivs%CA%B9ka%20NV,%20Danilova%20-NV_Zeml.%20ta%20rosl.%20(balans%-20humusu)_MV_2022.pdf) (Accessed 08 March 2025).

15. Patyka, V.P., and Symochko, L.Iu. (2013), "Soil microbiological monitoring of natural and transformed ecosystems in the transcarpathian region of ukraine", *Mikrobiolohichni zhurnal*, vol. 75, no. 2, pp. 21—31. available at: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/8807/1/8%20%20%9c%20%98%20%9a%20%a0%20%9e%20%91.%20%962013.pdf>. (Accessed 10 March 2025).

16. Kameneva, I.P. Popov, O.O., Yatsyshyn, A.V. and Artemchuk, V.O. (2009), "Methods for determining environmental risk", *Modeliuvannia ta informatsiini tekhnolohii*, vol. 53, available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/29669/04-Kameneva.pdf>, (Accessed 18 February 2025).

17. Staudinger, M. D. Grimm, N. B. Staudt, A. Carter, S. L. Chapin III, F. S. Kareiva, P. Ruckelshaus, M. and Stein, B. A. (2012), "Impacts of Climate Change on Biodiversity, Ecosystems, and Ecosystem Services: Technical Input to the 2013 National Climate Assessment", *Cooperative Report to the 2013 National Climate Assessment*, available at: <http://assessment.globalchange.gov>, (Accessed 18 February 2025).

18. Partridge, M.k D., Bo, Feng, and Rembert, M. (2017), "Improving Climate-Change Modeling of US Migration", *American Economic Review*, vol. 107 (5), pp. 451—55, available at: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.p20171054> (Accessed 18 February 2025). DOI: 10.1257/aer.p20171054.

19. Beyer, RM, Schewe, J and Abel GJ (2023), "Modeling climate migration: dead ends and new avenues", *Front. Clim. Sec. Climate Mobility*, [Online], vol. 5. DOI: <https://doi.org/10.3389/fclim.2023.1212649>.

20. State Statistical Service of Ukraine (2024), available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/>, (Accessed 10 March 2025).

Стаття надійшла до редакції 04.04.225 р.