

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ЕКОМЕРЕЖІ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Є.Д. Ткач

доктор біологічних наук, старший дослідник,
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-1956>

А.А. Бунас

кандидат біологічних наук, старший дослідник,
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4806-7004>

С.Г. Охріменко

аспірантка
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: svet-lana2006@ukr.net;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5117-5236>

У результаті глобальних тенденцій зміни клімату, в умовах значного антропогенного впливу на навколишнє середовище, що є однією з найбільш нагальних загроз із довгостроковим негативним впливом на навколишнє середовище та економіку, відбувається трансформація природних ландшафтів та збіднення їх біологічного різноманіття. Тому перехід від класичних природоохоронних територій до екомереж є вимогою часу, оскільки екомережа є концептуально інтегруючою ідеєю збереження навколишнього природного середовища. Проведено дослідження Галицько-Слобожанського і Південно-Бузького екокоридорів, котрі об'єднують виключно важливі в ландшафтному, флористичному та ценотичному відношенні ключові території, які є складовими національної екомережі України. Рослинний покрив досліджуваних екокоридорів характеризується значною кількістю рідкісних та ендемічних видів, більшість з яких занесено до Червоної книги України. На основі біоцентрично-мережевої структури проаналізовано флорокомплекси поздовжнього та поперечного екокоридорів, які територіально належать до агроландшафтів Центрального Лісостепу України. Встановлено, що найбільш результативними з погляду міграції і розселення видів являються Маслівська, Березівська, Чорногребельська, Буго-Деснянська ключові території екомережі. Галицько-Слобожанський та Південно-Бузький екологічні коридори характеризуються низьким показником циклічності ($\alpha < 1$) з можливістю подальшого розвитку екокоридорів ($\beta > 1$). Показано низький ступінь альтернативності вибору шляхів міграції ($\gamma < 1$), що є наслідком високого рівня господарського освоєння території. Для досліджуваних екокоридорів за β -індексом виявлено наявність декількох циклів ($\beta > 1$), проте це не є оптимумом для поширення і міграції видів.

Ключові слова: флорокомплекси, екокоридори, екологічна мережа, α -, β -, γ -індекси зв'язаності екологічних коридорів; індекс Біча, Ріда, відносної доступності, напівприродні фітоценози агроландшафтів, Центральный Лісостеп, рідкісні види рослин.

ВСТУП

Сукупність і різноманіття (видове, генетичне чи популяційне) усіх живих організмів біосфери називають біорізноманіттям, яке є результатом 3,8 мільярдів років еволюції [1]. Біорізноманіття України налічує понад 72 тис. видів флори, мікробіоти та фауни. Флора й мікробіота налічує понад 27 тис. видів, у т. ч. судинні рослини — 5,1 тис. видів, включаючи найважливіші культурні види. Фауна налічує

понад 45 тис. видів, у т. ч. земноводні (17 видів), плазуни (21 вид), птахи (майже 400 видів), ссавці (108 видів) [2; 3]. Проте в Україні фіксують стрімке зменшення видового багатства як тварин, так і рослин через антропогенне навантаження на довкілля. Приблизно 8,3% судинних рослин, 31,1% ссавців, 19,7% птахів, 38% плазунів, 26,3% амфібій перебувають під загрозою зникнення [4]. Прогнозують, що протягом ХХІ століття з окремих територій

зникнуть 17–35% видів, а в Європі, зокрема, до 2080 р., свій ареал скоротить майже 50% видів рослин. Для України зміни клімату здатні зумовити збіднення чисельності 8% видів рослин та 10% — тварин [5].

В усьому світі, без виключення, важливе значення має розвиток екологічної мережі. Це пов'язано з тим, що концепція екомережі є цілісною і комплексною, поєднує в єдине ціле всі попередні концепції та системи охорони природи, збереження природного середовища, оптимізації ландшафтів, збереження генофонду живої природи та поліпшення стану довкілля і є основним елементом стратегії сталого розвитку [6; 7]. Метою такої стратегії насамперед є відновлення генетичної, екологічної і функціональної нерозривної єдності біологічних систем як взаємообумовленої цілісності на основі вільного обміну генетичною інформацією, можливостей природної міграції та розповсюдження рослин і тварин [8; 9]. Нині охороняти потрібно не окремі види і фрагментовані ділянки природних територій, як це, наприклад, практикувалося раніше, а цілісні функціональні природні комплекси [10–12]. Доведено, що чим вище ступінь фрагментованості екосистем певної території, тим складніше відновити їх природний континуум. З погляду порушення природних комплексів територія України дуже неоднорідна. У зв'язку з цим і проблеми створення та функціонування екомереж у різних регіонах відрізняються за складністю.

З огляду на вищевикладене **метою дослідження** було встановлення біоцентрично-мережевої структури поздовжнього та поперечного екокоридорів, які включають фітоценози агроландшафтів Центрального Лісостепу України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Формування екомереж — багатоаспектний процес, який передбачає законодавче, науково-методичне та соціально-економічне забезпечення. З 2004 р. розроблено методичні рекомендації щодо планування та розроблення регіональних екомереж на території України [13], у тому числі формування регіональних екологічних коридорів, а також визначення їхніх територіальних меж. Існує детальна система критеріїв для вибору ключових територій між-регіональної екомережі [14]. Глибокий аналіз комплексної оцінки рівня антропогенної перетвореності ландшафтів екомереж відображено в публікаціях Л.П. Царика [15], С.Ю. Поповича [16] та ін. Ландшафтознавчо-фітоценотичне обґрунтування створення екомереж у транскордонних регіонах подали Т.Л. Андрієнко [18], С.М. Панченко [19], Ю.Р. Шеляг-Сосонко [20],

Я.П. Дідух [21]. Розвиток екомережі із застосуванням методу біоцентрично-мережевої ландшафтної структури показано в роботах R. Forman, M. Gordon [22] та A. Vusek, J. Lacina [23].

Низка аспектів розбудови екомереж регулюються також положеннями майже 20 конвенцій ООН і міжнародних угод. Україна, приєднавшись до Бернської конвенції про збереження мігруючих видів диких тварин (Бонн, 1979) [24], зобов'язалася здійснювати заходи з охорони видів та оселищ, у тому числі і шляхом створення Смарагдової мережі [25].

Смарагдова мережа (Emerald Network, мережа Емеральд) — природоохоронна (екологічна) мережа територій, що включає Території Особливого Природоохоронного Інтересу (Areas of Special Conservation Interest, ASCI) на загальноєвропейському рівні [26; 27]. Таким чином, Смарагдова мережа — це не мережа, в яку може бути додана територія з будь-яким природоохоронним статусом, і не збір таких територій, визначених іншими схемами. Її узгодженість так само, як і мережі Natura 2000, впливає з обмежених критеріїв для вибору територій: вони мають бути важливими та істотно сприяти досягненню цілей Конвенції [26–28]. Сучасний стан територій Смарагдової мережі можна переглянути за посиленням офіційних ресурсів Бернської конвенції [29]. Ця карта показує, що тільки деякі країни (Україна, Білорусь, Республіка Молдова, Грузія) виконали зобов'язання Дорожньої карти [30]. Отже, український перелік територій Смарагдової мережі налічує 377 територій, загальною площею приблизно 8 млн га (грудень 2020 р.) та продовжує розвиватися.

Створення Європейської екомережі Емеральд включає низку елементів, які функціонально доповнюють один одного:

1) *природні ядра (ключові території)* — для збереження екосистем, середовищ існування, видів і ландшафтів європейського значення. Українськими вченими ключові території (КТ) розглядаються як центри збереженої біотичної та ландшафтної різноманітності (природні ядра). Саме від територій, які володіють високим рівнем біорізноманіття, значним генофондом, фітоценофондом, повинні розходитися екокоридори та охоплювати своєю мережею всю територію [31];

2) *екокоридори, або перехідні зони (сполучні території)*, — для забезпечення взаємозв'язків між природними екосистемами. Головною їх функцією є забезпечення підтримання процесів розмноження, обміну генофондом, міграції видів, поширення видів на суміжні території, переживання ними несприятливих умов, переховування, підтримання екологічної

рівноваги. Форма коридорів може бути різною: як прямою, так і звивистою [15]. За територіальною цілісністю розрізняють суцільні та острівні екокоридори. Перші являють собою суцільну смугу з природною або напівприродною рослинністю, другі — подовжений контур, у межах якого розміщені природні ділянки, між якими існує або є потенційно можливим обмін генетичною інформацією [32]. Необхідно, щоб сполучні території екомережі включали максимальну кількість природних об'єктів, характерних для ключових територій, які вони поєднують, і були достатньо широкими для створення відповідних умов для біорізноманіття. У загальних рисах, чим вужчий коридор, тим гірше він виконує своє призначення, а чим ширший, тим краще відбувається міграція та поширення видів;

3) *відновлювальні території*, де є можливість відновлення порушених елементів екосистем, середовищ існування і ландшафтів європейського значення або повне відтворення деяких районів;

4) *буферні зони (території)*, які сприяють зміцненню мережі та її захисту від впливу негативних зовнішніх чинників [26; 33].

Включення територій до мережі Емеральд відбувається з використанням так званого біогеографічного підходу. Біогеографічний підхід означає, що оцінка достатності визначених територій мережі Емеральд для довгострокового збереження видів і оселищ проводиться в межах біогеографічних регіонів. Біогеографічний регіон — це територія з відносно однорідними екологічними умовами та подібними характеристиками. Поділ на біогеографічні регіони застосовується при проектуванні мережі Natura 2000 в країнах-членах ЄС та при проектуванні мережі Емеральд в інших країнах.

З літературних джерел відомо, що на території України представлено чотири біогеографічних регіони: Континентальний (приблизно співпадає з Поліською та Лісостеповою природними зонами), Степовий (співпадає зі Степовою зоною та зоною субтропіків у Гірському Криму), Альпійський (Українські Карпати) та Паннонський, до якого входить рівнинна частина Закарпатської області [34].

Може складатися враження, що мережа Емеральд охоплює лише невеликий перелік видів і оселищ, проте в дійсності, забезпечення їх охороною означатиме охорону практично всіх наявних у межах держави територій, що справді становлять цінність для охорони біорізноманіття. Мережа, в її теперішньому варіанті, є недостатньою, розробленою на основі фрагментарних даних, з яких не можна отримати цілісне уявлення про поширення видів та оселищ із роздільністю 4 та 6 по всій Україні. Також

на державному рівні не організовано послідовної роботи з інвентаризації та картографування поширення видів та оселищ із роздільністю 4 та 6 по всій території країни та створення національної бази даних. Без проведення такої роботи неможливо достовірно оцінити співвідношення частки популяцій видів чи площ оселищ, що покриваються проектованою Мережею в межах країни, і спроектувати Мережу, яка б відповідала встановленим критеріям щодо її достатності для забезпечення довготривалого збереження видів і оселищ.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Територія дослідження включала позовдовжний (Південно-Бузький) та поперечний (Галицько-Слобожанський) екокоридори, які характеризуються значною кількістю природних ядер загальнодержавного, регіонального та місцевого значення (табл. 1). Для рослинного покриву характерно поєднання понтійських, середземноморських та середньоевропейських елементів флори.

Біоцентрично-мережеву структуру досліджуваних ландшафтів оцінювали за показниками зв'язаності, індекси α , β , γ [35]. Визначення потенційної інтенсивності біотичних міграцій вздовж екокоридорів визначали за формулою:

$$C_{ij} = (k \cdot S_i \cdot S_j) / d_{ij}^2,$$

де C_{ij} — оцінка інтенсивності міграцій між ядрами “i” та “j”.

Для метричної оцінки ключових територій та їх ролі в екокоридорі застосовували такі показники [31; 36]:

- індекс Бічема $R_i = (n - 1) / S_i$;
- індекс Ріда $R_i = (n - 1) / S_i$;
- індекс відносної доступності ключової території $\Omega_i = (S_i - S_{\min}) / S_{\min}$.

де S_i — площа i -ї ключової території, n — їх число, S — площа екокоридору; S_{\min} — площа найменшої ключової території; S_{\max} — площа найбільшої ключової території.

Математико-статистичне оброблення експериментальних даних виконано в програмі Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Розвиток та формування антропогенно трансформованих фітоценозів у лісостеповій зоні пов'язані переважно із сукцесійною динамікою рослинного покриву та формуванням

Таблиця 1

Екологічні коридори території дослідження

Коридори	Ключові території	Область	Ключові території
<i>Поперечний Галицько- Слобожанський</i>	Маслівська	Київська височинна область	Ботанічний заказник Маслівський
	Березівська	Південно-Подільська височинна область	Ландшафтний заказник “Березівський”
	Бритавська		Ботанічний заказник “Бритавський”
	Гайдаматська		Ботанічний заказник “Гайдамацька балка”
	Шептередська		Ландшафтний заказник “Шептерида”
	Лісничівська		Ботанічний заказник “Лісничівка”
	Байталівська		Заповідне урочище “Байтали”
	Кішевська		Заповідне урочище “Кішево”
	Чабанківська		Заповідне урочище “Чабанка”
	Черногреблянська		Ботанічний заказник “Червоногреблянський”
Чорноліська	Ландшафтний заказник “Чорноліський”		
<i>Повздожний Південно-Бузький</i>	Буго-Деснянська	Південно-бузька височинна область	Савранський ліс
	Савранська		

Джерело: сформовано авторами.

своєрідного фітоценозу і супроводжуються зміною біотичних та абіотичних компонентів екокоридору. Для оцінювання ефективності ключових територій були проведені розрахунки їх зв'язаності, доступності, центральності та фрагментованості. Ступінь зв'язаності ключової території — топологічний показник сполученос-

ті з іншими ключовими територіями, дорівнює кількості екокоридорів, що безпосередньо з нею пов'язані. Чим вище його значення, тим більше існує альтернативних шляхів обміну генетичним матеріалом між центрами біорізноманіття, і тим більшу стійкість має ключова територія від впливу антропогенних чинників (табл. 2).

Таблиця 2

Оцінка ефективності ключових територій екокоридорів Центрального Лісостепу

Коридори	Ключові території	Код	Індекс Бічема	Індекс Ріда	Індекс відносної доступності
<i>Поперечний Галицько- Слобожанський</i>	Маслівська	БП.1.1.2.	0,019	49,8	0,118
	Березівська	БП.1.1.6.	0,019	52,6	0,118
	Бритавська	БП.1.1.7.	0,003	26,3	0,044
	Гайдаматська	БП.1.1.8.	0,025	15,8	0,015
	Шептередська	БП.1.1.9.	0,036	13,4	0,220
	Лісничівська	БП.1.1.10	0,060	14,2	0,080
	Байталівська	БП.1.1.11	0,018	10,5	0,250
	Кішевська	БП.1.1.12	0,090	10,5	0,118
	Чабанківська	БП.1.1.13	0,060	15,6	0,015
	Черногреблянська	БП.1.1.14	0,020	18,4	0,080
	Чорноліська	БП.1.1.15	0,024	13,5	0,118
<i>Повздожний Південно-Бузький</i>	Буго-Деснянська	БІ.2.1.1.	0,018	13,4	0,007
	Савранська	БІ.2.1.2.	0,060	10,5	0

Джерело: сформовано авторами.

Встановлено, що найвищу доступність і центральність мають ключові території з найменшим індексом Бічема, найвищим індексом Ріда, найвищим індексом відносної доступності. Найбільш результативними з погляду міграції і розселення видів є Маслівська, Березівська, Буго-Деснянська ключові території.

Так, α -індекс зв'язності відображає наявність і насиченість мережі біокоридорів циклами та являє собою відношення кількості циклів, які існують у системі екологічних коридорів, до їхньої максимально можливої кількості. При цьому, чим вищим є значення α -індексу, тим більше існує альтернативних шляхів міграції особин із біоцентрів, і тим ефективніше мережа виконує біотично-міграційну функцію. За оптимальне вважається значення $\alpha = 1$.

Розрахунок β -індексу зв'язності застосовується для потреб оцінки ступеня розвиненості мережі біокоридорів і відображає ступінь розвитку і складність мережі біокоридорів екомережі. При цьому оцінюється цей індекс наступним чином: якщо $\beta < 1$, це означає, що граф біоцентрично-мережевої структури ландшафтів не має жодного циклу та є графом-деревом; якщо $\beta = 1$ — граф має лише один цикл; та за умови, якщо $\beta > 1$ — граф має кілька циклів. За оптимальне вважається значення $\beta = 3$, за якого всі наявні у складі біоцентри об'єднуються біокоридорами в цикли. γ -індекс зв'язності відображає ступінь альтернативності вибору шляхів міграції з одного біоцентру до інших і характеризує відношення кількості існуючих біокоридорів до їхнього максимального значення у складі екомережі. При цьому, чим вищим є значення γ -індексу, тим більш розгалуженою є мережа біокоридорів і тим коротшими є шляхи міграції між двома біоцентрами. Якщо $\gamma = 0$, то це означає, що біоцентри не зв'язані один з одним або ж біокоридори повністю відсутні; якщо $\gamma = 1$ — це свідчить про те, що кожен біоцентр безпосередньо (одним біокоридором) пов'язаний з рештою.

Результати оцінювання ефективності зв'язності та формування міграційних шляхів

Галицько-Слобожанського і Південнобузького екокоридорів наведено в таблиці 3.

Встановлені значення α -індексу: 0,1 — для поперечного Галицько-Слобожанського екокоридору та 0,19 — Південно-Бузького повздовжнього вказують на наявну, але не оптимальну кількість альтернативних шляхів міграції і поширення видів із біоцентрів. Ймовірно, це спричинено високим рівнем господарського освоєння території, а також нерівномірним розподілом об'єктів природно-заповідного фонду. Для досліджуваних екокоридорів за β -індексом встановлено наявність декількох циклів ($\beta > 1$), проте це не є оптимумом для поширення і міграції видів. Для Галицько-Слобожанського поперечного екокоридору індекс γ становив 0,38, для повздовжнього Південнобузького — $\gamma = 0,5$. Отже, γ -індекс демонструє слабкий тип зв'язку для екокоридорів.

Отже, показники зв'язності графу підтвердили нашу думку про те, що мережа екокоридорів, які з'єднують між собою об'єкти природно-заповідного фонду, є недостатньо розвиненою. Галицько-Слобожанський і Південно-Бузький екокоридори є суттєвими, необхідними складовими національної екомережі України. Ці екокоридори об'єднують виключно важливі у ландшафтному, флористичному та ценотичному відношенні ключові території, які є репрезентативними для степової зони. Рослинний покрив досліджуваних екокоридорів характеризується значною кількістю рідкісних та ендемічних видів, більшість з яких занесено до Червоної книги України. Встановлено, що в межах ключових територій досліджуваних агроландшафтів Центрального Лісостепу зростає 8 видів раритетних видів деревних рослин різних біоморф: *Sorbus torminalis* (L.) Crantz., *Euonymus nana* Bieb., *Staphylea pinnata* L., *Amygdalus nana* L., *Crataegus ucrainica* Pojark., *Spiraea hypericifolia* L., *Chamaecytisus kreczetoviczii* (Wissjul.), *Chamaecytisus paczoskii* (V. Krecz.).

Збереження видового різноманіття флори України залишається актуальним завданням сьогодення. Як підсумок, створення екомережі

Таблиця 3

Показники ефективності функціонування досліджуваних екокоридорів екомережі Центрального Лісостепу

Індекси зв'язності	Поперечний Галицько-Слобожанський	Повздовжний Південно-Бузький
α	0,1	0,19
β	1,2	1,41
γ	0,38	0,49

Джерело: сформовано авторами.

сприятиме стабілізації природного середовища в регіоні, зокрема відновленню біорізноманіття, підтриманню гідроекологічного режиму, зменшенню ерозії ґрунтів, забезпеченню чистоти води тощо.

ВИСНОВКИ

Проведено розрахунки ефективності ключових територій, їх зв'язаності, доступності, центральності та фрагментованості. Найвищу доступність і центральність мають ключові території з найменшим індексом Бічема, найвищим індексом Ріда, найвищим індексом відносної доступності. Найбільш результатив-

ними з погляду міграції і розселення видів є Маслівська, Березівська, Буго-Деснянська ключові території. За результатами графоаналітичної зв'язаності, Галицько-Слобожанський та Південно-Бузький екологічні коридори характеризуються низьким показником циклічності ($\alpha < 1$), з можливістю подальшого розвитку екокоридорів ($\beta > 1$), натомість низьким ступенем альтернативності вибору шляхів міграції ($\gamma < 1$), що є наслідком високого рівня господарського освоєння території. Для досліджуваних екокоридорів за β -індексом встановлено наявність декількох циклів ($\beta > 1$), проте це не є оптимальним для поширення і міграції видів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Екологія агросфери: підручник / О.І. Фурдичко, О.І. Дребот, О.С. Дем'янюк, С.Д. Ткач, А.А. Бунас. Київ: ДІА, 2022. 336 с., DOI: <https://doi.org/10.33730/978-617-7785-30-8>
2. Національний екологічний центр. URL: <https://necu.org.ua/bioriznomanittya/> (дата звернення: 09.10.2022).
3. П'ятий національний звіт щодо впровадження Конвенції про біологічне різноманіття в Україні. URL: http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/UKRAINE_5th_Nat_Rep_CBD_ua.pdf (дата звернення: 23.06.2022).
4. Посібник зі збереження біорізноманіття, створення екомережі та інтегроване управління земельними ресурсами. Кобеньок Г., Закорко О., Марушевський Г., 2008. URL: http://archive.wetlands.org/Portals/0/publications/BSO%20publications/Zberezhennia%20bioriznomanittia_posibnyk.pdf (дата звернення: 24.06.2022).
5. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко; за ред. С. П. Іванюти. К. : НІСД, 2020. 110 с
6. Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки: Закон України від 21.09.2000 р. *Відомості Верховної Ради України*. 2000. № 1989-III. N 47. С. 405–482.
7. Розбудова екомережі України / за ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонка. Київ: Програма розвитку ООН. Проект "Екомережі", 1999. 127 с.
8. Кагало О.О. Принципи розбудови екомережі та вибору її територіальних елементів: українська практика та європейський досвід. *Розвиток заповідної справи в Україні і формування пан'європейської екологічної мережі*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Рахів, 11–13 лист. 2008 р.). Рахів, 2008. С. 195–200.
9. Національна екологічна мережа як складова частина Пан'європейської екологічної мережі / Ю. Р. Шеляг-Сосонка та ін. Київ, 2005. 62 с.
10. Денисик Г.І. Антропогенні ландшафти Правобережної України. Вінниця, 1998. 202 с.
11. Пащенко В.М. Гуманістичність екомережі: географічний аспект. *Укр. географ. журн.* 2004. № 3. С. 29–35.
12. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні: наук. вид. / М.Д. Гродзинський та ін. Київ: Академперіодика, 2001. 104 с.
13. Методичні рекомендації щодо розроблення регіональних та місцевих схем екологічної мережі: *Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України* від 13 листопада 2009 р. № 604. URL: <http://www.menr.gov.ua> (дата звернення: 11.05.2018).
14. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Гродзинський М.Д., Романенко В.Д. Концепція, методи и критерии создания экосети Украины. Київ, 2004. 144 с.
15. Царик П.Л. Оцінка ступеня сприятливості геолого-геоморфологічних ресурсів Поділля для рекреаційної діяльності. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2014. Вип. 2 (37). С. 83–93.
16. Екомережа Лісостепу України (картосхема та її легенда) / С.Ю. Попович, В.С. Василенко. *Заповідна справа в Україні*: навч. пос. Харків, 2009. Т. 15. Вип. 1. С. 1–5.
17. Преображенский В.С. Геоэкологические основы территориального проектирования и планирования. Москва, 1989. 144 с.
18. Андриенко Т.Л. Трансграничные биосферные резерваты Европы. Перспективы развития экологической сети и создания трансграничных охраняемых территорий в бассейне Десны. Киев, 1999. 296 с.
19. Панченко С.М., Андриенко Т.Л., Гавриш Г.Г., Кузьменко Ю.В. Екологічна мережа Новгород-Сіверського Полісся. Суми: Університетська книга, 2003. 96 с.
20. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Транснаціональні заповідні території екомережі України. 2000. № 3–4.
21. Дідух Я.П. Проблеми і перспективи організації біосферних резерватів у Криму як основи функціонування Паневропейської екомережі. *Сесія, посвячу. 90-летию Карадагской станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного зап-ка*: матеріали юбилейн.сесии. Симферополь, 2006. С. 9–20.
22. Foman R.T. Corridors in a landscape — their ecological structure and function. *Ecologia*, 1983. No. 2. P. 375–387.

23. Bucek, A., Lacina J. Vytvareni uzemnich systemu ekologicke stability jako predpoklad zachovani genofondu. *Aktualni problemy ochrany fauny*. Brno, 1983. P. 117–123.
24. Конвенція про збереження мігруючих видів диких тварин (Бонн, 1979). Електронний ресурс. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_136#Text. (дата звернення: 22.06.2022).
25. Всеєвропейська стратегія збереження біологічного і ландшафтного різноманіття: прийнята в м. Софія 23–25 жовтня 1995 р. *Законодавство України*. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_711 (дата звернення: 08.10.2022).
26. The Pan European Biological and Landscape Diversity Strategy, a vision for Europe's natural heritage: *Council of Europe, UNEP & European Centre for Nature Conservation*. Strasbourg. 1996. 45 p.
27. Залучення громадськості та науковців до проектування мережі Емеральд (Смарагдової мережі) в Україні / К.В. Полянська та ін. Київ, 2017. 304 с.
28. Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи: моногр. Вінниця, 2012. 914 с.
29. Emerald Network. European Environment Agency. URL: <https://emerald.eea.europa.eu/> (дата звернення: 09.10.2022).
30. Management, Consulting, Law Group. URL: <https://mcl.kiev.ua/izumrudnaja-set-emerald-network/> (дата звернення: 09.10.2022).
31. Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір: моногр.: у 2 т. Т.1. Київ: Вид. центр “Київський університет”, 2005. 431 с.
32. Домаранський А.О. Ландшафтне різноманіття: сутність, значення, метризація, збереження. Кіровоград, 2006. 146.
33. Про екологічну мережу України: Закон України від 24.06.2004 р. *Відомості Верховної Ради України*. 2004. № 1864-IV. N 45, т. 502. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1864-15> (дата звернення: 13.05.2018) (дата звернення: 13.05.2018)
34. Маринич О.М., Пархоменко Г.О., Петренко О.М., Шищенко П.Г. Удосконалена схема фізико-географічного районування України. *Український географічний журнал*. 2003. Т. 41. № 1. С. 16–20
35. Збереження і відтворення ландшафтного різноманіття в контексті сталого розвитку / М.Д. Гродзинський, П.Г. Шищенко. Заповідна справа в Україні: навч. пос. Харків, 1998. Т. 4. Вип. 1. С. 3–8.
36. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології. Київ: Либідь, 1993. 224 с.

FEATURES OF THE FORMATION OF THE ECONETWORK STRUCTURE IN THE CENTRAL FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Tkach Ye.

Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-1956>

Bunas A.

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4806-7004>

Okhrymenko S.

Postgraduate Student
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: svet-lana2006@ukr.net;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5117-5236>

As a result of global trends of climate change, in conditions of significant anthropogenic impact on the environment, which is one of the most urgent threats with a long-term negative impact on the environment and the economy, the transformation of natural landscapes and the impoverishment of their biological diversity is taking place. Therefore, the transition from classic nature conservation areas to eco-networks is the need of the hour. Because the eco-network is a conceptually integrating idea of preserving the natural environment. A study was conducted of the Halytskyi-Slobozhanskyi and Yuzhno-Buzskiy ecocorridors, which unite exceptionally important landscape, floristic and coenotic key territories that are components of the national eco-network of Ukraine. The plant cover of the studied ecocorridors is characterized by a significant number of rare and endemic species, most of which are listed in the Red Book of Ukraine. On the basis of the biocentric network structure, the flora complexes of the longitudinal and transverse ecocorridors, which territorially belong to the agrolandscapes of the Central Forest-Steppe of Ukraine, were analyzed. It has been established that the key areas of the eco-network are Maslivska, Berezhivska, Chornogrebelska, Bugo-Desnyanska, from the point of view of migration and dispersal of species. Halytskyi-Slobozhanskyi and Yuzhno-Buzskiy ecological corridors are characterized by a low cyclicality index ($\alpha < 1$) with the possibility of further development of ecocorridors ($\beta > 1$). The low degree of alternative choice of migration paths is shown ($\gamma < 1$), which is a consequence of the high level of economic development of the territory. For the investigated ecocorridors, the β -index revealed the presence of several cycles ($\beta > 1$), but this is not optimal for the distribution and migration of species.

Keywords: *flora complexes, ecocorridors, ecological network, α -, β -, γ -indices of connectivity of ecological corridors; index of Beach, Reid, relative availability, semi-natural phytocenoses of agrolandscapes, Central Forest Steppe, rare plant species.*

REFERENCES

1. Furdychko, O.I., Drebot, O.I., Demianiuk, O.S., Tkach, Ye.D., Bunas, A.A. (2022). *Ekolohiia ahrosfery: pidruchnyk [Ecology of the agrosphere: textbook]*. Kyiv: DIA. DOI: <https://doi.org/10.33730/978-617-7785-30-8> [in Ukrainian].
2. Natsionalnyi ekolohichniy tsentr [National Ecological Center]. URL: <https://necu.org.ua/bioriznomanittya/> [in Ukrainian].
3. Piaty natsionalnyi zvit shchodo vprovadzhennia Konventsii pro biolohichne riznomanittia v Ukraini [The fifth national report on the implementation of the Convention on Biological Diversity in Ukraine]. URL: http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/UKRAINE_5th_Nat_Rep_CBD_ua.pdf [in Ukrainian].
4. Kobenok, H., Zakorko, O., Marushevskiy, H. (2008). *Posibnyk zi zberezhenntia bioriznomanittia, stvorennia ekomerezhi ta intehrovane upravlinnia zemelnymy resursamy [Guide to conservation of biodiversity, creation of an eco-network and integrated management of land resources]*. URL: http://archive.wetlands.org/Portals/0/publications/BSO%20publications/Zberezhenntia%20bioriznomanittia_posibnyk.pdf [in Ukrainian].
5. Ivaniuta, S.P. (Ed.), Kolomiiets, O.O., Malynovska, O.A., Yakushenko L. M. (2020). *Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. dopovid [Climate change: consequences and adaptation measures: analyst. report]*. K.: NISD [in Ukrainian].
6. Pro zahalnodержавnu prohramu formuvannia natsionalnoi ekolohichnoi merezhi Ukrainy na 2000–2015 roky: Zakon Ukrainy № 1989-III vid 21.09.2000 r. [On the nationwide program for the formation of the national ecological network of Ukraine for the years 2000–2015: Law of Ukraine № 1989-III from September 21st, 2000]. (2000). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, N 47, P. 405–482 [in Ukrainian].
7. Sheliah-Sosonko, Yu.R. (Ed.). (1999). *Rozbudova ekomerezhi Ukrainy [Development of the eco-network of Ukraine]*. Kyiv: United Nations Development Program. “Ekomerezhi” project [in Ukrainian].
8. Kahalo, O.O. Pryntsyipy rozbudovy ekomerezhi ta vyboru yii terytorialnykh elementiv: ukrainska praktyka ta yevropeyskyi dosvid [Principles of building an eco-network and choosing its territorial elements: Ukrainian practice and European experience]. *The development of protected affairs in Ukraine and the formation of a pan-European ecological network 08: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. (11–13 lyst. 2008 r.) – materials of the international science and practice conf.* (p. 195–200.). Rakhiv [in Ukrainian].
9. Sheliah-Sosonko, Yu. R. et al. (2005). *Natsionalna ekolohichna merezha yak skladova chastyna Panievropeiskoi ekolohichnoi merezhi [National ecological network as a component of the Pan-European ecological network]*. Kyiv [in Ukrainian].
10. Denysyk, H.I. (1998). *Antropohenni landshafty Pravoberezhnoi Ukrainy [Anthropogenic landscapes of Right Bank Ukraine]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
11. Pashchenko, V.M. (2004). Humanistychnist ekomerezhi: heohrafichniy aspekt [Humanistic nature of the eco-system: geographical aspect]. *Ukr. heohraf. zhurn. – Ukraine geographer. journal*, 3, 29–35 [in Ukrainian].
12. Hrodzynskiy, M.D. et al. (2001). *Problemy zberezhenntia ta vidnovlennia bioriznomanittia v Ukraini: nauk. vyd. [Problems of preserving and restoring biodiversity in Ukraine: scientific edition]*. Kyiv: Akadempriodyka [in Ukrainian].
13. Metodichni rekomendatsii shchodo rozroblennia rehionalnykh ta mistsevykh skhem ekolohichnoi merezhi: Nakaz Ministerstva okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Ukrainy № 604 vid 13 lystopada 2009 r. [Methodological recommendations for the development of regional and local ecological network schemes: Order of the Ministry of Environmental Protection of Ukraine dated November 13, 2009 No. 604]. (2009). URL: <http://www.menr.gov.ua> [in Ukrainian].
14. Shelyag-Sosonko, Yu.R., Grodzinskij, M.D., Romanenko, V.D. (2004). *Koncepciya, metody i kriterii sozdaniya ekoseti Ukrainy [The concept, methods and criteria of creating an eco-network of Ukraine]*. Kiev [in Russian].
15. Tsaryk, P.L. (2014). Otsinka stupenia spryiatlyvosti heoloho-heomorfolohichnykh resursiv Podillia dlia rekreatsiinoi diialnosti [Assessment of the degree of favorability of the geological and geomorphological resources of Podillia for recreational activities]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni V. Hnatiuka. Serii: Heohrafiia – Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after V. Hnatiuk. Series: Geography*, 2 (37), 83–93 [in Ukrainian].
16. Popovych, S.Iu., Vasylenko, V.S. (2009). Ekomerezha Lisostepu Ukrainy (kartoskhema ta yii lehenda) [Eco-network of the Forest-Steppe of Ukraine (map diagram and its legend)]. *Zapovidna sprava v Ukraini: navch. pos. – Protected business in Ukraine: study guide, Vol. 15, Issue 1*, P. 1–5. Kharkiv [in Ukrainian].
17. Preobrazhenskij, V.S. (1989). *Geoekologicheskie osnovy territorialnogo proektirovaniya i planirovaniya [Geocological foundations of territorial design and planning]*. Moscow [in Russian].
18. Andrienko, T.L. (1999). *Tranigranichnye biosfernye rezervaty Evropy. Perspektivy razvitiya ekologicheskoy seti i sozdaniya tranigraninykh ohranyaemykh territorij v bassejne Desny [Transboundary biosphere reserves of Europe. Prospects for the development of an ecological network and the creation of transboundary protected areas in the Desna Basin]*. Kiev [in Russian].
19. Panchenko, S.M., Andriienko, T.L., Havryts, H.H., Kuzmenko, Yu.V. (2003). *Ekolohichna merezha Novhorod-Siverskoho Polissia [Ecological network of Novgorod-Siverske Polissia]*. Sumy: Universytetska knyha [in Ukrainian].

20. Sheliakh-Sosonko, Yu.R. (2000). *Transnatsionalni zapovidni terytorii ekomerezhi Ukrainy [Transnational protected territories of the eco-network of Ukraine]*, 3–4 [in Ukrainian].
21. Didukh, Ya.P. (2006). Problemy i perspektyvy orhanizatsii biosfernykh rezervativ u Krymu yak osnovy funktsionuvannia Panievropeiskoi ekomerezhi [Problems and prospects of the organization of biosphere reserves in the Crimea as the basis of the operation of the Pan-European eco-network]. *Sessiya, posvyashch. 90-letiyu Karadagskoj stancii im. T.I. Vyazemskogo i 25-letiyu Karadagskogo prirodnogo zap-ka.: materialy yubilejn.sesii – Session, consecration 90th anniversary of the Karadag station named after YOU. Vyazemskogo and the 25th anniversary of the Karadag natural park: materials of the jubilee session*, 9–20. Simferopol [in Ukrainian].
22. Foman, R.T. Corridors in a landscape — their ecological structure and function. (1983). *Ecologia*, 2, 375–387 [in English].
23. Bucek, A., Lacina, J. (1983). Vytvareni uzemnich systemu ekologicke stability jako predpokladzachovani genofondu. *Aktualni problemy ochrany fauny*. Brno, P. 117–123 [in English].
24. Konventsiiia pro zberezhennia mihruuiuchykh vydiv dykykh tvaryn [Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals]. (1979). Bonn. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_136#Text [in Ukrainian].
25. Vseievropeiska stratehiia zberezhennia biolohichnoho i landshaftnoho riznomanittia: pryiniata v m. Sofiia 23–25 zhovtnia 1995 r. Zakonodavstvo Ukrainy. [Pan-European strategy for the preservation of biological and landscape diversity: adopted in Sofia on October 23–25, 1995. Legislation of Ukraine]. (1995). URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_711 [in Ukrainian].
26. The Pan European Biological and Landscape Diversity Strategy, a vision for Europe's natural heritage: Council of Europe, UNEP & European Centre for Nature Conservation. (1996). Strasbourg [in English].
27. Polianska, K.V. et al (2017). *Zaluchennia hromadskosti ta naukovtsiv do proektuvannia merezhi Emerald (Smarahdovoi merezhi) v Ukraini [Involvement of the public and scientists in the design of the Emerald network in Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].
28. Mudrak, O.V. (2012). *Zbalansovanyi rozvytok ekomerezhi Podillia: stan, problemy, perspektyvy: monohr. [Balanced development of the Podillia eco-network: state, problems, prospects: monograph]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
29. Emerald Network. European Environment Agency. URL: <https://emerald.eea.europa.eu/> [in English].
30. Management, Consulting, Law Group. URL: <https://mcl.kiev.ua/izumrudnaja-set-emerald-network/> [in Ukrainian].
31. Hrodzynskiyi, M.D. (2005). *Piznannia landshaftu: mistse i prostir: monohr.: u 2 t. T. 1 [Knowledge of the landscape: place and space: monogr.: in 2 volumes. Vol. 1]*. Kyiv: Vyd. tsentr “Kyivskiyi universytet” [in Ukrainian].
32. Domaranskyi, A.O. (2006). *Landshaftne riznomanittia: sutnist, znachennia, metryzatsiia, zberezhennia [Landscape diversity: essence, meaning, metrication, preservation]*. Kirovohrad [in Ukrainian].
33. Pro ekolohichnu merezhu Ukrainy: Zakon Ukrainy № 1864-IV vid 24.06.2004 r. [On the ecological network of Ukraine: Law of Ukraine № 1864-IV from June 24, 2004]. (2004). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy – Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, N 45, 502 [in Ukrainian].
34. Marynych, O.M., Parkhomenko, H.O., Petrenko, O.M., Shyshchenko, P.H. (2003). Udoskonalena skhema fizyko-heohrafichnoho raionuvannia Ukrainy [Improved scheme of physical and geographical zoning of Ukraine]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal – Ukrainian Geographical Journal*, Vol. 41, № 1, 16–20 [in Ukrainian].
35. Hrodzynskiyi, M.D., Shyshchenko, P.H. (1998). Zberezhennia i vidtvorennia landshaftnoho riznomanittia v konteksti staloho rozvytku [Preservation and reproduction of landscape diversity in the context of sustainable development]. *Zapovidna sprava v Ukraini: navch. pos. – Protected business in Ukraine: a study guide*, Vol. 4, Issue 1, p. 3–8. Kharkiv [in Ukrainian].
36. Hrodzynskiyi, M.D. (1993). *Osnovy landshaftnoi ekolohii [Basics of landscape ecology]*. Kyiv: Lybid [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ткач Євгенія Дмитрівна, доктор біологічних наук, старший дослідник, заступник завідувача відділу агроекології і біобезпеки, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-1956>)

Бунас Альона Анатоліївна, кандидат біологічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник лабораторії екології мікроорганізмів, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4806-7004>)

Охріменко Світлана Георгіївна, аспірантка, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: svet-lana2006@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5117-5236>)