



УДК: 574.02.06:[591.5:572]

МІЖЕКОСИСТЕМНІ ЗВ'ЯЗКИ (СПРОБА КЛАСИФІКАЦІЇ)

Й. В. Царик  

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

Tsaryk, Y. V. (2021). Inter-ecosystem relation (an attempt of classification). *Studia Biologica*, 15(4): 117–124 • DOI: <https://doi.org/10.30970/sbi.1504.665>

Проблема міжекосистемних зв'язків для більшості екологів інтуїтивно є зрозумілою. Завдяки міжекосистемним зв'язкам досягається цілісність екологічних систем від консорції (елементарної екосистеми, детермінантом якої може бути автотрофний(ні) організм(и) або гетеротрофний(ні), з яким різними типами взаємозв'язків поєднані інші організми (консорти), у конкретному абіотичному середовищі й едафотопі) до біосфери – єдиної унікальної екосистеми. Взаємозв'язки між консорціями й екосистемами різних вищих ієрархічних рівнів (Голубець, 2020), які формують біосферу, є недостатньо вивчені. Пошуки інформації із різних джерел (монографій, статей, інтернет-ресурсів) вказують на відсутність класифікації взаємозв'язків між екосистемами. Найбільш повно проаналізовано антропогенні взаємозв'язки між природними екосистемами й урбоекосистемами (геосоціосистемами) (Голубець, 2000).

Ми запропонували класифікацію взаємозв'язків між екосистемами, використавши такі критерії: за походженням – природні, антропогенні, природно-антропогенні; за періодичністю – одноразові, циклічні, ациклічні, постійні; за наслідками дії – нормальні, катастрофічні, збурювально-еволюційні; за типами зв'язків – трофічні, топічні, фабричні, форичні, медіопатичні, етологічні. Запропонована типологія міжекосистемних зв'язків є першою. Ми переконані, що під час натурального аналізу міжекосистемних зв'язків ця типологія буде трансформована, але для цього необхідно сформулювати програму їхнього вивчення.

Ключові слова: міжекосистемні зв'язки, типологія, природні, антропогенні, природно-антропогенні, етологічні взаємозв'язки



ВСТУП

Досвід проведення мною семінару для аспірантів на тему міжекосистемних зв'язків (Львівський національний університет імені Івана Франка, біологічний факультет, кафедра зоології) показав, що ця тема недостатньо повно опрацьована в науковій екологічній літературі. Пошук у системі Google інформації про міжекосистемні зв'язки скеровує нас до проблеми екосистемних послуг <https://uk.wikipedia.org/> (Bennett, Peterson, & Gordon, 2009; Folke, Carpenter, Walker, Scheffer, Elmqvist, Gunderson, & Holling, 2004; Hori, Kamiyama, & Saito, 2019; Nordbotten, Levin, Szathmáry, & Stenseth, 2018). Водночас відомо, що будь-яка екосистема – це відкрита система, яка взаємодіє не лише з абіотичними (світло, температура, вода, вітер, атмосферний тиск, гравітація тощо), а й із біотичними (організми, групи організмів, віруси) й антропогенними чинниками (зумовлені діяльністю людини).

На цю відкритість біосистем звертав увагу В. І. Вернадський (1989), який сформулював низку екологічних Законів, зокрема, про розтікання життя, про рух живих організмів у процесі розмноження, тиск життя, його повсюдність тощо. Власне, на основі цих тверджень В. І. Вернадський (Vernadskyi, 1989, с. 26–27) вказав на взаємозв'язок між екосистемами, насамперед завдяки їхньому живому компоненту. Однак переміщення між біотичними системами абіотичних об'єктів (наприклад, піску) може бути чисто фізичним явищем, без участі живого. Отже, виникає припущення, що переміщення матеріально-енергетичних чинників між екосистемами може відбуватись як завдяки їхнім живим компонентам, так і завдяки фізичним процесам (переміщення на велику відстань піску, чорнозему тощо). Міжекосистемні зв'язки можуть бути стохастично-детерміновані (завдяки живим компонентам) і просто детерміновані (внаслідок абіотичних чинників, гравітації, руху повітря тощо). На наявність взаємозв'язку між екосистемами вказує також один із законів Б. Коммонера (1974): “Усе пов'язане з усім”. Найповніше питання міжекосистемних зв'язків розкрито в монографії М. А. Голубця “Екосистемологія” у підрозділі 3.6 “Міжекосистемні зв'язки” (Holubets, 2000, 173 с.). Тут мова іде про відкритість екосистем і про те, що між ними відбувається речовинно-енергетичний та інформаційний обмін, наявні постійні міжекосистемні взаємовідносини. Власне завдяки їм і забезпечується структурно-функціональна цілісність півки життя Біосфери (Holubets, 2000, 73 с.). Він же зробив спробу класифікувати взаємовідносини між екосистемами на біогенні й абіогенні, звернувши увагу на те, що найбільш рухомим компонентом у природних екосистемах є тваринний компонент, повітря, вода та розчинені в ній речовини. До абіогенних зв'язків, за М. А. Голубцем, належать: гравітаційні, гідрогенні й анемогенні. Значну увагу автор приділив антропогенним зв'язкам, серед яких переважають землеробство, водне господарство, лісоексплуатація, урбанізація, функціонування промислових підприємств, логістика тощо. Звернувши увагу й на те, що у природних екосистемах переважають різноманітні міжекосистемні зв'язки, які не зумовлюють перебудови структури екосистем. Зміна структури природних екосистем, зокрема, рослинного покриву, призводить до того, що деякі зв'язки набувають руйнівних масштабів, наприклад, поява у гірських регіонах катастрофічних паводків, ерозійних процесів і проникнення інвазійних видів тощо.

Звернуто увагу й на те, що між природними екосистемами є історико-темпоральний зв'язок, який підтверджується проникненням до складу теперішніх систем

груп особин видів (або збереження в їхньому складі) попередніх біоісторичних епох (Holubets, Kozlovskiy, & Kozak, 1994). Основну увагу у своїх дослідженнях М. А. Голубець зі співавторами зосередив на тому, як впливає господарська діяльність на інтенсифікацію міжекосистемних зв'язків у трьох регіонах: верхів'ї басейну р. Прут, верхів'ї басейну р. Дністер і Львівській урбаністичній системі (Holubets, Kozlovskiy, & Kozak, 1994; Holubets, 2000). Отримані фактичні дані щодо інтенсифікації міжекосистемних зв'язків завдяки господарській діяльності є актуальними як у теоретичному, так і у практичному значенні, оскільки вказують на суттєві зміни в речовинно-енергетичному обміні великих територій і використанні вільної енергії (інтропізації) природних екосистем.

Оскільки М. А. Голубець (2000) детально розглянув наслідки антропогенного впливу на інтенсифікацію міжекосистемних зв'язків, а інші аспекти – ні, то ми зробили спробу їхньої типологізації.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Отже, під міжекосистемними зв'язками ми розуміємо переміщення між системами матеріально-енергетичних, інформаційних і біотичних об'єктів. Носіями їхнього переміщення можуть бути живі організми, діаспори, мертві органічні рештки, біокосний субстрат (ґрунт), інформація, закодована у зв'язках, хімізм середовища, його електромагнітні властивості, вода, повітря, людина (антропічні взаємозв'язки).

Міжекосистемні зв'язки можна класифікувати за різними ознаками: за походженням; за періодичністю; за наслідками дій; за характером зв'язків.

У свою чергу, за походженням міжекосистемні зв'язки можна розподілити на природні, природно-антропічні, антропічні.

Природні взаємозв'язки притаманні непорушним екосистемам, функціонування яких визначається ендегенними чинниками та динамічними усталеними змінами середовища.

Такі взаємозв'язки між екосистемами характерні для заповідних територій, великих за площею та гетерогенних за умовами середовища. Наслідком таких взаємовідносин між екосистемами є їхня коеволюція і стабільність – закладена в їхній генетичній пам'яті здатність протягом усього періоду існування, незважаючи на ті чи інші зовнішні збурення, неухильно реалізувати свою життєву програму, тобто постійно бути відкритими (стійкими) до виклику зовнішніх чинників (Holubets, & Tsaryk, 1992).

Природно-антропогенні зв'язки існували й існують у разі природоощадливого використання ресурсів. Така схема взаємозв'язків характеризується ощадливим використанням ресурсів (природних лісових екосистем, пасовищ, тварин тощо) громадами населених пунктів (особливо національних природних парків). У свою чергу, громади охороняють лісові насадження від стихійних явищ (пожеж унаслідок дії блискавок), повеней, ерозійних процесів, вибірково вилучають старі дерева, забезпечуючи цим здатність лісу до природного відновлення (теорія геп парадигми). Випас свійських тварин у лучних екосистемах сприяє нормальному поновленню трав'яних рослин: перешкоджає росту чагарників та дерев і забезпечує функціонування ґрунтових безхребетних-деструкторів. Така форма взаємозв'язків між природними екосистемами і компонентами урбоекосистем (свійські тварини:

коні, вівці, корови, кози) збереглась у деяких гірських районах Карпат, на Поліссі та на півдні України як традиція історичного землекористування з боку людини.

Що стосується антропічних взаємозв'язків між екосистемами, то їхньою характерною ознакою є порушення природних механізмів взаємовідносин, які межують зі соціогеосистемами (за М. Голубцем, 2000). Із природних екосистем у соціогеосистеми надходять природні ресурси (вода, не забруднене поллютантами повітря, продукти харчування, деякі види тварин – птахи, ссавці, рептилії, риби, амфібії, комахи, членистоногі тощо), а у зворотному напрямку – забруднена вода, повітря, побутові відходи, знищення великих площ природних екосистем під забудови, транспортні системи та виробничі площі (це найбільш руйнівні для природних екосистем форми взаємозв'язків між ними і соціогеосистемами). За силою деструкції антропічні зв'язки можуть пришвидшувати наслідки природних катастрофічних явищ (землетруси, цунамі, буревії, повені тощо) і порушувати механізми регуляції клімату планети, сприяти виникненню пандемій тощо.

За періодичністю дії міжекосистемні зв'язки можуть бути нестійкі – така форма зв'язків притаманна в основному природним екосистемам, які слабо трансформовані людською діяльністю. Наприклад, у високогір'ї Карпат нестійкі зв'язки між екосистемами гірської сосни (*Pinus mugo* Turra) й ситника трироздільного (*Juncus trifidus* L.). Таких прикладів можна навести багато і не лише в гірських умовах, а й у більшості об'єктів природно-заповідного фонду України (Tsaryk, Reshetylo, Nazaruk, & Liesnik, 2020).

Циклічний тип взаємозв'язків між екосистемами можна уявити на прикладі перелітних птахів, ссавців, які протягом дня переміщуються між лісовими й лучними екосистемами, залежно від специфіки їхнього функціонування (живлення, відпочинок тощо). Яскравий приклад міжекосистемних циклічних зв'язків – це міграція лелеки білого (*Ciconia ciconia* L.), який у весняно-осінній період перебуває на наших теренах, а восени відлітає в інші частини світу, де в основному лише живиться. Завдяки такій міграції активізуються міжекосистемні зв'язки в найрізноманітніших екосистемах, через які перелітають лелеки (наслідки цього процесу не вивчено).

Ми не знайшли в літературі посилань із цього питання, хоч априорі можна зробити припущення, що протягом міграції птахи зупиняються в конкретних екосистемах, з'їдають певну масу корму, випорожнюються тощо й тим самим впливають на біотичний кругообіг елементів і змінюють потік енергії в ній. Наслідки такої форми міжекосистемних зв'язків доцільно вивчити. Прикладом одноразових міжекосистемних зв'язків, на нашу думку, може бути переміщення живого з одного типу екосистем у нові, подібні до природних оселищ. Цей тип міжекосистемних зв'язків може проявлятися під час формування бобрами на нешироких потічках і річках гребель, що призводить до значного затоплення території, а відтак до переміщення в інші екосистеми особин різних систематичних груп, для яких змінені місця стають непридатними для життя, а також до пасивного проникнення зі супутніх екосистем у водну систему, створену бобрами, гідрофільних особин. Цей тип зв'язку також потребує детального вивчення.

Що стосується осциляційного типу взаємозв'язків між екосистемами, то прикладом може бути формування масового насінневого матеріалу смерекою європейською (*Picea abies* L.) на верхніх поясах її поширення в Українських Карпатах (1700 м н. р. м.), яке відбувається раз на 4 роки. У цей період масового обсіменіння

смереки суттєво зростає кількість споживачів цього енергетичного матеріалу, які мігрують з інших екосистем – місць їхнього постійного перебування (наприклад, шишкарі).

Найбільш характерними є постійні міжекосистемні зв'язки, які детермінуються як біотичними особливостями організмів, так і абіотичними умовами середовища, – вітром, опадами, гравітацією тощо. Наприклад, між клімаксовими екосистемами міжекосистемний обмін матеріально-енергетичними ресурсами й інформацією відбувається постійно та забезпечує нормальне функціонування хижаків, запилювачів рослин, переміщення ксилофагів, деструкторів тощо, завдяки яким відбувається біотичний кругообіг елементів і потік енергії в екосистемах.

Катастрофічні екосистемні зв'язки можуть бути спричинені як умовами середовища (повені, лавини, ерозійні процеси тощо) так й інвазією не властивих їм особин різних видів рослин, тварин, бактерій, вірусів тощо.

На особливу увагу заслуговують міжекосистемні зв'язки, які призводять до еволюційних збурень. Ми маємо на увазі горизонтальне перенесення генетичної інформації. Це явище вперше описали К. Ямпка, Г. Кімура та ін. у 1959 р. в Японії, під час вивчення резистенції бактерій до антибіотиків (Ochiai, Yamanaka, Kimura, & Sawada, 1959). У подальшому цікаві дані було отримано для ссавців, жуків, а також у системі паразит-живитель (Ромошауво, & Petrushov, 2015). Існує припущення, що горизонтальна форма передачі генетичної інформації домінувала на початку виникнення життя на Землі. На нашу думку, це перспективний напрям вивчення одного із найменш проаналізованих типів міжекосистемних зв'язків, особливо у природних умовах.

У лабораторних умовах застосовують перенесення генетичного матеріалу між організмами різних систематичних груп і походження. Цей напрям генної інженерії зумовлює певні застереження у окремих наукових працівників і громадськості (Gorbatiuk, 2019).

Міжекосистемні зв'язки відбуваються завдяки трофічним, топічним, фабричним, форичним, медіопатичним, інформаційним (поведінковим) і генетичним зв'язкам. Міжекосистемні зв'язки відбуваються також і завдяки середовищетвірній діяльності кожної окремої екосистеми, найбільш наочно наслідки цього процесу проявляються в них у зміні клімату, вологості повітря і ґрунту, силі вітру тощо.

Ще одна форма міжекосистемних зв'язків, яку ми не аналізували, – це інформаційно-сигнальна, наприклад, крики птахів, потривожених хижаком; сплеск води під час пірнання земноводних у воду тощо. На нашу думку, тварини, які живуть у природних екосистемах протягом тривалого часу (кілька поколінь), навчалися відрізняти сигнали небезпеки від інших сигналів (спів птахів, звук боротьби самців за самку тощо).

ПІДСУМОК

Підводячи загальний підсумок, можемо констатувати, що проблема міжекосистемних зв'язків, незважаючи на її очевидність, ще не стала пріоритетною під час досліджень екосистем. Винятком є праці М. А. Голубця (2000). Нашу класифікацію міжекосистемних зв'язків доцільно розглядати як першу спробу комплексного підходу до цієї проблеми. Під час формування класифікації ми опиралися насамперед на власний досвід багаторічного вивчення екосистем високогір'я Українських

Карпат (Tsaryk, 1991). Багато із запропонованих нами міжекосистемних зв'язків потребують фактичного підтвердження, а відтак фундаментального вивчення. Ми вважаємо, що запропоновану нами схему міжекосистемних зв'язків доцільно розглядати як заклик до обговорення цієї проблеми. Адже завдяки міжекосистемним зв'язкам досягається цілісність півки життя Біосфери та стійкість екосистем (Holubets, & Tsaryk, 1994; Tsaryk, Reshetylo, Nazaruk, & Liesnik, 2020). Руйнування міжекосистемних зв'язків – це основна загроза збереженню біотичного різноманіття, а отже, існуванню людства на планеті.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Conflict of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Human Rights: This article does not contain any studies with human subjects performed by any of the authors.

Animal studies: All institutional, national and institutional guidelines for the care and use of laboratory animals were followed.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Author have read and agreed to the published version of the manuscript.

REFERENCES

- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 12(12), 1394–1404. doi:10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x
[Crossref](#) • [PubMed](#) • [Google Scholar](#)
- Commoner, B. (1971). *The closing circle: Nature, man, and technology* (1st ed.). New York: Knopf.
[Google Scholar](#)
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L., & Holling, C. S. (2004). Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(1), 557–581. doi:10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711
[Crossref](#) • [Google Scholar](#)
- Gorbatiuk, T. V. (2019). Vplyv tekhnolohiy hennoyi inzheneriyi na transformatsiyu sotsiumu: svitohlyadnyy aspekt. [The impact of genetic engineering technologies on the transformation of society: a worldview aspect]. *Humanitarian Studios: Pedagogics, Psychology, Philosophy*, 10(4), 104–110. doi:10.31548/hspedagog2019.04.104 [In Ukrainian]
[Crossref](#) • [Google Scholar](#)
- Holubets, M. (2000a). Ekosystemolohiya [Ecosystemology]. In *Ecosystemology* (p. 173). Lviv: Polli. [In Ukrainian]
[Google Scholar](#)
- Holubets, M. (2000b). *Ekosystemolohiya* [Ecosystemology]. Lviv: Polli. [In Ukrainian]
[Google Scholar](#)
- Holubets, M. (2000c). Ekosystemolohiya [Ecosystemology]. In *Ecosystemology* (p. 73). Lviv: Polli. [In Ukrainian]
[Google Scholar](#)

- Holubets, M., Kozlovskiy, M., & Kozak, I. (1994). *Antropohenni zminy bioheotsenotychnoho pokryvu v karpats'komu rehioni* [Anthropogenic changes of biogeocenotic cover in the Carpathian region]. Kyiv: Naukova Dymka. [In Ukrainian]
[Google Scholar](#)
- Holubets, M., & Tsaryk, J. (1992). *Stiykist' i stabil'nist' – vazhlyvi oznaky zhyvykh system* [Stability and stability are important features of living systems] (Vol. 1, pp. 21–26). Oikumenty. [In Ukrainian]
[Google Scholar](#)
- Hori, K., Kamiyama, C., & Saito, O. (2019). Exploring the relationship between ecosystems and human well-being by understanding the preferences for natural capital-based and produced capital-based ecosystem services. *Sustainability Science*, 14(1), 107–118. doi:10.1007/s11625-018-0632-8
[Crossref](#) • [Google Scholar](#)
- Ochiai, K., Yamanaka, T., Kimura, K., & Sawada, O. (1959). *Inheritance of drug resistance (and its transfer) between Shigella strains and Between Shigella and E. coli strains. 1861*, 34.
[Google Scholar](#)
- Nordbotten, J. M., Levin, S. A., Szathmáry, E., & Stenseth, N. C. (2018). Ecological and evolutionary dynamics of interconnectedness and modularity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(4), 750–755. doi:10.1073/pnas.1716078115
[Crossref](#) • [PubMed](#) • [PMC](#) • [Google Scholar](#)
- Pomohaybo, V. M., & Petrushov A. V. (2015). Henetychni komunikatsiyi v systemi “parazyt – zhyvytel” [Genetic communications system “parasite – host”]. *World of Medicine and Biology*, 3(51), 142–149. [In Ukrainian]
[Google Scholar](#)
- Tsaryk, Y., Reshetylo, O., Nazaruk, K., & Liesnik, V. (2020). Vydove riznomanittya bezkhibetnykh (Invertebrata) na marshrutakh zoolohichnoyi praktyky studentiv u Zakhidniy Chornohori (Ukrayins'ki Karpaty) [Species diversity of invertebrates (Invertebrata) on the routes of student zoology practice in the Western Chornohora (the Ukrainian Carpathians)]. *Studia Biologica*, 14(2), 137–150. doi:10.30970/sbi.1402.620 [In Ukrainian]
[Crossref](#) • [Google Scholar](#)
- Vernadskiy, V. I. (1967). *Biosfera* [The Biosphere]. Moscow: Myst'. [In Russian]
[Google Scholar](#)
- Vernadskiy, V. (1989). *Biosfera i noosfera* [The Biosphere and Noosphere]. Moscow: Nauka. [In Russian]
[Google Scholar](#)

INTER-ECOSYSTEM RELATIONS (AN ATTEMPT OF CLASSIFICATION)

Y. V. Tsaryk

Ivan Franko National University of Lviv, 4, Hrushevskiy St., Lviv 79005, Ukraine

The importance of inter-ecosystem relations is a priori clear to most of ecologists. Inter-ecosystem relations provide for the integrity of ecological systems of all levels (from consortium to biosphere). The relations between consortiums and other ecosystems have not been studied in detail so far. Hence, there is a lack of information about classification of inter-ecosystem relations. Among the most well-studied are anthropogenic relations between natural ecosystems and urboecosystems (Holubets, 2000).

We propose a classification of the inter-ecosystem relations based on the following criteria: by origin (natural, anthropogenic, natural-anthropogenic), by frequency (disposable, cyclic, acyclic, permanent), by consequences (normal, catastrophic, evolutionary), by relation type (trophic, topic, fabric, foric, mediopatic, behavioral). As the proposed classification is a pioneer one, we believe it will be developed and transformed during the field research of the inter-ecosystem relations. A detailed program of research should be elaborated.

Keywords: inter-ecosystem relations, classification, natural, anthropogenic, natural-anthropogenic, behavior relations