

АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЛАНДШАФТІВ

Пласкальний В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
пр. Глушкова 2а, 03187, м. Київ
Plaskalnyy@i.ua

Розглянуто сучасні підходи до визначення антропогенної трансформації ландшафтів на досвіді іноземних країн, концепцію гемеробності та поняття ентропії ландшафтів. Окреслено важливість застосування сучасних геоінформаційних технологій для оцінювання стану геосистем. *Ключові слова:* стійкість, геосистема, антропогенне навантаження, гемеробність, землекористування.

Антропогенная трансформация ландшафтов. Пласскальный В.В. Рассмотрены современные подходы к определению антропогенной трансформации ландшафтов на опыте зарубежных стран, концепция гемеробности и понятие энтропии ландшафтов. Отмечена важность применения современных геоинформационных технологий для оценки состояния геосистем. *Ключевые слова:* устойчивость, геосистема, антропогенная нагрузка, гемеробность, землепользования.

Anthropogenic transformation of landscapes. Plaskalnyy V. Reviews current approaches to determine the level of anthropogenic transformation of landscapes from the experience of foreign countries. The hemeroby concept and the concept of landscapes entropy were revealed and the importance of modern GIS technology for evaluation of geosystems was outlined. *Keywords:* stability, geosystem, anthropogenic loading, heme-work, land use.

Наслідки землекористування нині досліджуються як проблема глобального рівня – через інтенсивне скорочення лісового покриву, збільшення площі орних угідь, розорювання земель, виснажливе використання водних та земельних ресурсів для забезпечення постійно зростаючого числа населення Землі природними ресурсами, енергією і продуктами харчування.

Нераціональне природокористування спричиняє зміни функцій екосистем, суттєві втрати біорізноманіття, що порушує стійкість геосистем та їхню здатність до саморегуляції. Одночасно ж зміни у землекористу-

ванні та регіональних кліматичних умовах порушують водний та енергетичний баланси, а отже і гідрологічний кругообіг. Крім забруднення природних компонентів, відбуваються і непередбачувані зміни у середовищі існування видів живої природи.

Тому наразі важливим постає впровадження стратегій відновлення екосистемних послуг, екологізація всіх сфер господарства, підвищення стійкості ландшафтів до антропогенного навантаження.

Зміни в землекористуванні є постійними і різномасштабними, мають специфічний та кумулятивний вплив на якість повітря і води, басей-

нове функціонування, утворення побутового та промислового сміття, розміри осередків існування дикої природи, клімат та здоров'я людини.

Подія виходу ландшафту за межі нормальних або допустимих станів називається відмовою, функціональні порушення (функціональна відмова) нормальних станів (структурні зміни) – природно-ландшаотною відмовою.

Одна відмова сприяє виникненню наступної і поступово може сформуватися ланцюг відмов, спричинений антропогенним навантаженням або збуренням в ландшафті, коли ландшафт втрачає стійкість. Тому важливим є постійний аналіз сили зв'язку між відмовами, що надає можливість своєчасно визначати ступінь міцності ланцюга негативності змін [1].

Сучасний стан землекористування зумовлює необхідність розробки наукових основ, способів територіальної організації землеволодінь, посилення охорони земельних ресурсів і ґрунтового покриву. Отже, аналіз та оцінка антропогенного перетворення геосистем є невід'ємною складовою заходів системного раціонального землепорядкування та проведення виваженої екологічної політики з метою упередження зростаючої антропоізації довкілля і природного середовища.

Результати дослідження антропогенної трансформації ландшафтів. У світовій практиці оцінювання антропоізації ландшафтів здійснюють за критеріальним та експертним підходами. До першого відносять градації гемеробності ландшафту (Європейська ландшафтна екологія), індикатори, коефіцієнти та ознаки трансформованості природних компонентів (Ісаченко О.Г.,

Х. Лезер, Jalas J., К. Billwiz, Blume Н.-Р., Sukopp Н.). Основу другого підходу становить територіальна структура земельних покривів ландшафту. Кожному певному типу або виду використання земель залежно від площі поширення та глибини трансформації присвоюється бал ступеня змінності природного ландшафту (П.Г. Шищенко, А. Richling, В.М. Самойленко) [1].

Німецькі вчені у роботі [6] описують 2 концепти у сфері оцінки стану ландшафтних комплексів: наближеність до природи та гемеробність.

Державна система моніторингу землекористування ФРН (Німеччина) через брак певних індикаторів природності ландшафтів у національній системі індикаторів розвитку землекористування в основному описує зміни в поселеннях і транспорті без урахування якості землекористування та трансформації ландшафтів в цілому.

Виявлені індикатори гемеробності можуть стати в нагоді для рекомендацій в сфері просторового планування та покращення схеми регулярного моніторингу Німеччини.

Німецькі вчені гемеробність розуміють як вимірювання інтегрального впливу всієї людської інтервенції на екосистеми, хоча концепція гемеробності спочатку була розроблена для вимірювання людського впливу на флору та рослинність.

Гемеробність визначає відстань/дистанцію між сучасною рослинністю і сконструйованим станом рослинності за умови повної відсутності людського втручання (PNV – potential natural vegetation). Таким чином гемеробність являє собою зворотне вимірювання близькості до природності, якщо антропогенний вплив буде

реверсним, тобто зворотнім (зменшуватиметься). Концепція близькості до природи бере за еталон початкову природну рослинність, яка буде незаймана людиною. В свою чергу РNV описує рослинність, яка існуватиме за умови усунення людського впливу на ландшафти.

Звідси концепція гемеробності може бути використана для оцінювання і порівняння ландшафтів, що і було здійснено у межах ФРН. Для оцінки гемеробності зручно виступає база даних земних покривів CORINE – проект Європейської Комісії для уніфікування класифікації основних типів земних покривів в Європі. Було здійснено присвоєння певному земному покриву, які поділені 13 основних класів з 44 підкласами, рівню гемеробності (семирівнева шкала) залежно від інтенсивності, тривалості і діапазону впливу. Порівняння антропогенного впливу на різних індивідуальних територіальних одиницях проводили за допомогою індексу гемеробності, який вираховується за спеціальною формулою (детальніше) [6].

У своїх дослідженнях польські науковці [4] в якості ратифікаційного методу застосовують концепцію гемеробності для аналізу та оцінки антропогенної трансформованості сучасного стану та змін у використанні фітоценозів, екосистем і ландшафтів річкової долини (річка Соколовка) протягом 200 років у Центральній частині Польщі з використанням геоінформаційних технологій. Оцінку ландшафтів долини проводили в 3 аспектах: аналіз змін у землекористуванні протягом цього часу, картування сучасного рослинного покриву та визначення рівнів гемеробності.

Найвищий ступінь трансформації геосистем зафіксовано у 19 столітті протягом індустріального розвитку регіону, суттєву редукцію антропогенної діяльності та збільшення площ лісових масивів спостерігали після Другої світової війни. Результати дослідження обґрунтовують можливість застосування поняття гемеробності у сфері гідроінвайронментології та гідрології, а також свідчать про коливання антропогенного навантаження на територію залежно від періоду цивілізаційного розвитку.

За з основами гідроінвайронментології [2], рівень стану геосистеми визначається за рівнем стану певних її складових (квазіприродної генезисно-еволюційної системи (КПГЕС)). Такий рівень буде тлумачитися як сукупність властивостей цих складових, які оцінюються за їхньою стійкістю та надійністю.

У даному випадку стійкість виступає як здатність ГС зберігати структуру, властивості та класифікаційні ознаки при геоекологічних природних та антропогенних впливах за рахунок саморегуляції. З огляду на те, що стійкість – є показником фазовим та параметричним, особливої уваги для визначення здатності ГС до саморегуляції та функціонування за різних ступенях антропогенного впливу має фазова антропізаційна стійкість (ФАС(ГС)), яка знаходиться в оберненій залежності до ступеня антропізації КПГЕС і віддзеркалює міру її «залишкової» здатності до саморегуляції.

Шляхом аналізу перетину субполів певної геосистеми субполями підсистем функціонально-природокористувальної системи (ФПП) та значення індексу ФАС за категорійно-класифікаційною схемою можна вста-

новити – як здатність геосистеми до саморегуляції, так і рівень стану ГС за класом, а також головний вид природокористування, інтенсивність та характер впливу на природні ландшафти, ступінь антропогенної перетвореності територій [2].

Прямий та опосередкований вплив землекористування на умови навколишнього середовища та на зміни в ландшафтах через концепції гомеоробності досліджували також вчені Південної Кореї через ландшафти сільських поселень Республіки.

Для оцінки антропогенного впливу на оселища (habitat) та визначення гомеоробності до уваги брали 3 фактори: механічне порушення ґрунтів, пряме механічне порушення рослинності, хімічне порушення. Сила впливу фактора оцінювали по 3-х категоріях градації: низька, середня, висока [8]. Саме комбінація даних факторів порушення (disturbance factors) дала змогу віднести той чи інший характер антропогенного впливу до певного рівня гомеоробності. Також встановлено, що найбільшу кількість видів землекористування спостерігалась у місцях помірного антропогенного тиску, що підтверджує теорію середнього рівня збурення. Цей факторіальний підхід визначення рівнів гомеоробності має певну схожість з вимірюванням ентропії ландшафтів.

Для вивчення стійкості та чутливості ландшафтів до антропогенного впливу автор статті [5] зазначає, що для підтримки концепції збалансованого розвитку, висунутої на конференції Ріо в 1992 році, та всезагальної стратегії охорони довкілля важливим є оцінювання антропогенного навантаження на геосистеми та природно-екологічного потенціалу

ландшафту для визначення їхньої стійкості та протидії техногеохімічному навантаженню без суттєвих змін своєї структури та функціонування. Автор звертається до поняття ентропії ландшафту – міри неупорядкованості геосистеми: чим вищий показник ентропії, тим менш стійка геосистема в часі і просторі. Ентропія ландшафту прямо пропорційна чутливості (реакції/відгуку системи на антропогенний вплив) геосистеми і величині техногеохімічного навантаження.

У зв'язку зі складністю вимірювання ентропії, було введено поняття відносна ентропія ландшафту – термін містить розуміння того, що чутливі геосистеми швидше втрачають свою первісну організацію (структуру і зв'язки).

Оцінювання відносної ентропії в ландшафтних системах може здійснюватися в 3 етапи:

- 1) оцінювання чутливості ландшафтів до хімічного впливу;
- 2) територіального поширення техногеохімічного тиску;
- 3) виділення класів відносної ентропії [5].

На першому етапі оцінюють чутливість ландшафтів через визначення забруднення ґрунтів та ґрунтових вод. Територіальне поширення техногеохімічного тиску визначають залежно від джерела забруднення (промисловість, транспорт, с/г) та зайнятої ними території у %. Також враховують густоту об'єктів забруднення, їхній тип та категорія. Кожному джерелу забруднення за результатами експертного аналізу присвоюють бали залежно від ваги та інтенсивності забруднення.

Такі етапи використані і до території Литви. Було виділено 7 класів чутливості ландшафтів, 5 класів тех-

ногеохімічного тиску та 5 класів відносної ентропії ландшафтів країни. Використавши ГІС – технології, була створена інтегральна карта відносної ентропії ландшафтів Литви (детальніше у [5]). Отже, виходячи з аналізу ентропії геосистем можна також робити висновки про стан та характер стійкості ландшафтних комплексів до антропогенного тиску, а звідси перейти до встановлення фазово-антропізаційної стійкості регіонів дослідження.

У свою чергу американські вчені Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter та A. Kinzig [6] досліджували властивості соціально-екологічної системи (СЕС), які можна умовно ототожнити з геосистемами, оскільки їхніми компонентами являються природа, населення та види людської діяльності.

СЕС описувано по 3-х атрибутах, що визначають їх майбутні траєкторії – пружність, адаптивність, перетворюваність. Пружність розглянуто як здатність системи поглинати збурення і реорганізовуватися відповідно до змін, підтримувати при цьому наявні функції, структуру, ідентичність, зворотні зв'язки. Вона має 4 компоненти: широту або діапазон допустимих змін, стійкість, ненадійність, кросс-масштабний ефект «panarchy».

Діапазон допустимих змін – це максимальна величина допустимої зміни системи для недопущення втрати її здатності до відновлення. Ненадійність – показує як близько поточний стан системи до порогового (критичного) значення змін. «Panarchy» – залежність даного масштабового рівня системи від впливів станів та динаміки масштабів вищого і нижчого рівнів. Компонент свідчить про необхідність аналізування сис-

теми на різних масштабних рівнях. Важливе значення для геосистеми має така властивість як стійкість – легкість або складність зміни системи під дією природно-антропогенних впливів [7].

Отже, вчені намагаються дослідити можливу трансформацію ландшафтів через аналіз їхніх масштабів, стійкості та діапазон допустимих змін стану.

Відсутність спільної основи, виведення розрахункових формул та інтегральної оцінки в цілому є актуальним завданням для визначення антропізації та стійкості геосистем до різних видів впливу, і власне розробляється в рамках геоекологічних та гідроінвайроментологічних теоретико-практичних дослідженнях та розробках.

Для визначення і уточнення оцінки антропогенного впливу функціонально-природокористувальних підсистем (або видів природокористування) на ландшафти необхідно знати характер та особливості земного покриву території дослідження.

Наразі існують глобально визнані і обґрунтовані класифікаційні схеми, бази та системи земного покриву (Land Use and Land Cover Classification System, USGS, Land Cover Classification System, FAO), які вперше були визначені для країн Західної Європи і набули широко-масштабного визнання у всьому світі. Перспективною виявилася концепція гемеробності, яка була адаптована до номенклатури земних покривів CORINE і знайшла своє теоретичне обґрунтування та практичне застосування у багатьох країнах, в тому числі Угорщині, Німеччині, Польщі.

Відомо, що види землекористування не є тотожними видам земних

покривів, адже характер використання території часто не співпадає з характером фізичного покриву досліджуваної ділянки. Тому виникла необхідність не лише виокремити та систематизувати певні типи землекористування, а й визначити силу та глибину його впливу на ландшафти для створення ієрархічної схеми, яка дозволила б робити кількісні розрахунки антропогенного тиску на геосистеми.

Одна з перших спроб щодо виділення саме типів землекористування (land use types) була здійснена Службою охорони природних ресурсів Міністерства сільськогосподарства США в рамках програми Національної інвентаризації природних ресурсів (National Resources Inventory), з часом результати цих досліджень були опубліковані у звіті Служби економічних досліджень Міністерства сільськогосподарства США (USDA's Economic Research Service).

З 2000 року така інвентаризація проводиться щорічно, використовуючи дані дистанційного зондування, картографічну, статистичну, фондову інформацію та даних стаціонарних досліджень. Проводиться двохступенева система випадкового відбору проб в близько 800 000 точках, далі відбувається перевірка даних в натурі та з адміністративною інформацією.

Було визначені наступні категорії власне землекористування:

- орні землі – землі, відведені для врожайних культур, у тому числі пасовища, які знаходяться в ротатії з рядковими культурами;
- пасовища – земельні ділянки з рослинним покривом у вигляді бобових та різнотрав'я;
- пасовищні угіддя – землі, вкриті переважно місцевими видами трав,

чагарниками, також луки, савани, водно-болотні угіддя, деякі пустелі і тундрові ділянки, що придатні для випасу худоби;

- лісові землі – ділянки, що принаймні на 10% вкриті лісовою рослинністю або лісами висотою не менше 4 м і площею не менше 1 акр;

- інші сільськогосподарські землі – включають садиби та інші фермерські споруди, поля, лісозахисні смуги, бедленди;

- міські та забудовані території – землі житлової, промислової, комерційної забудови, залізничні двори, кладовища, аеропорти, поля для гольфу, звалища, очисні та гідротехнічні споруди, невеликі парки і транспортні споруди в межах міських районів [3].

Загалом зміни земного покриву досліджуються шляхом спостереження за фенологією рослинності, сезонними змінами снігового покриву, повеннями, пожежами, змінами видів діяльності. Дослідження ведуться за допомогою аналізу часових рядів даних супутників MODIS, MERIS, SPOT, сенсора AVHRR. Для більш детальних спостережень високої роздільної здатності використовують космічні знімки супутників, у тому числі супутника Landsat колекції Global Land Survey, розроблені Національним агентством з авіонавтики і досліджень космічного простору США (NASA) та Геологічною службою США (USGS). Дослідження у цій сфері здійснюють також провідні навчальні заклади світу та міжнародні організації, наприклад, Мерілендський університет, який випускає карти щорічного перетворення рослинного покриву, Продовольча і сільськогосподарська організація ООН (ФАО) здійснює аналіз, зйомку та глобальну оцінку лісо-

вих ресурсів, оформляє результати у вигляді щорічних звітних матеріалів.

Для моделювання або екстраполяції потенційного землекористування варто брати до уваги в першу чергу місце розташування території та її просторовий масштаб. Однакові за земельним покривом ділянки різного розташування доволі часто різняться за видами функціонально-природокористувальних підсистем. Тому для прогнозу їхніх змін або трансформації враховують різні фактори – відстань від урбанізаційних територій та міст, густоту транспортної сітки, висотні різниці рельєфу, кількість та периметр ліній електропередач (ЛЕП). Також варто брати до уваги властивості ґрунтів, ландшафтні структури та їхню стійкість до антропогенних навантажень.

Для прогнозування та симуляції землекористування європейськими вченими запропонована так звана система оцінки сценаріїв (COC) (Scenario Evaluation System – SES). Симуляція відбувається у вигляді геоінформаційної моделі, що являє собою систему багатопланових картографічних продуктів, баз геопросторових даних. Ключовими вхідними елементами виступають інформація про сучасний стан землекористування, політичні рішення, сценарії вірогідних процесів та діяльності на території дослідження.

Висновки

Дослідження антропогенної трансформації ландшафтів охоплює 2 про-

цеси – аналіз сучасного використання ландшафтних комплексів та визначення характеру та ступеня антропогенної змінності ландшафтів, яке необхідно для аналізу їхньої загальної стійкості та прогнозу реакцій на наявні та перспективні антропогенні навантаження.

Характер антропогенізації можна визначити дослідженням структури природних компонентів. Залежно від впливу компонента на суттєві зміни чи порушення ландшафтні комплекси відносять до різних класифікаційних об'єднань. Оцінка ступеня антропоізації ландшафту дає змогу встановити можливість зворотності змін, здатність ландшафтів до самовідновлення.

Дослідження стійкості геосистем до антропогенного тиску та ступеня їхньої антропоізації є важливим і доцільним завданням в науці та господарстві, адже дасть змогу здійснювати конструктивне територіальне управління враховуючи концепцію збереження ландшафтів, раціональне використання ресурсів, особливо земельних, та нормалізувати наразі безконтрольний вплив людини на природні системи. Дана робота покликана звернути увагу на доцільності залучення іноземного досвіду ряду країн щодо вирішення зазначених завдань, який не може бути відразу і повністю застосований, бо має бути адаптований до конкретної території із певними особливостями регіонального землекористування.

Література

1. Гродзинський М.Д. Ландшафтна екологія: Підручник/Гродзинський М.Д. – К., 2014. – 550 с.
2. Самойленко В.М., Іванок Д.В. Розвиток теоретично-прикладних основ моделювання стану геосистем басейнової ландшафтної територіальної структури: базові підходи та фазова стійкість // Фізична географія та геоморфологія. – 2011. – Вип. 3(64).

3. Cynthia Nickerson, Robert Ebel, Allison Borchers, and Fernando Carriazo Major Uses of Land in the United States, Economic Information Bulletin Number 89, 2007 – 57 p. [online] URL: <http://www.ers.usda.gov/data-products/major-land-uses.aspx>.
4. Marcin Kiendrzyński Historical Land Use, Actual Vegetation and the Hemeroby levels in ecological evaluation of an urban river valley in perspective of its rehabilitation plan// *Pol.J.Environ.Stud.* Vol.23.No. 1. (2014) 109-117.
5. Margarita Jankauskaitė The problem of landscape relative entropy and its application (on the example of Lithuanian territory)// *Geografijos metraštis* – 2005. – № 38(2). – P. 15-23
6. Ulrich Walz, Christian Stein Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany // *Journal for Nature Conservation* 22 (2014). – P. 279–289.
7. Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems// *Ecology and Society* 9(2), 2004.
8. Yeon-Mee Kim, Stefan Zerbe & Ingo Kowarik Human impact on flora and habitats in Korean rural settlements. – *Preslia, Praha*, 74: 407–419, 2002.