

I. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 911.52+ 502.53

М. Гродзинський, д-р геогр. наук

УМОВИ РІВНОВАГИ ЛАНДШАФТІВ ПРИ ЗБУРЕННЯХ

Важливі характеристики збурень ландшафту пов'язані з оцінками їх масштабу, причому доцільно розрізняти територіальний, часовий та якісний виміри масштабу збурень. Умови рівноваги ландшафту визначаються співвідношенням між масштабами збурень і масштабами ландшафту. Показано, що для ландшафту ця рівновага означає стійкий стан мінливої мозаїки. Крім параметрів масштабу, можливість її досягнення залежить від територіальних диспропорцій у порушенні геохор, які перебувають на різних стадіях сукцесії. Реалізація теоретичних положень статті демонструється на прикладі реакції ландшафтів Нижньодніпровських пісків на лісові пожежі серпня 2007 року.

Characteristics of scale of landscape disturbances are of a special interest for the search for criteria and conditions of landscape equilibrium. Spatial, temporal and qualitative dimensions of a scale are of equal importance. The conditions of landscape equilibrium could be described using the ratio between the scale of disturbances and the scale of landscapes. The landscape equilibrium is in fact its shifting mosaic steady state. Besides the scale of disturbance the spatial disproportions in transformations of geochores at various stages of succession are important conditions for the landscape equilibrium. The application of theoretical considerations discussed is shown for the analysis of landscapes reaction to August 2007 forest fire in Lower Dnieper sand arena, Ukraine.

Відкритість ландшафту його зовнішньому середовищу, зокрема антропогенним впливам, зумовлює інтерес до проблеми рівноваги ландшафту в його мінливого оточенні [1, 4, 8]. Можливість досягнення цієї рівноваги та її характер залежать від дестабілізуючих зовнішніх впливів. У ландшафтознавстві та ландшафтній екології ці впливи поділяють на збурення та навантаження. До збурень відносять окремі події, що змінюють ландшафт, а до навантажень – постійний чи регулярний тиск зовнішніх чинників на нього. Хоча врахування обох цих типів впливів на ландшафт однаково важливе, та у літературі більша увага приділяється антропогенним навантаженням на ландшафт, ніж його збуренням [2, 3]. Частково це можна пояснити тим, що навантаження підлягають обмеженням, нормуванню, регулюванню, тоді як у збуреннях більше проявляється стихійна, нерегульована, випадкова компонента зовнішнього середовища. Однак, у зв'язку з інтерпретацією ландшафту як відкритої нерівноважної системи, самоорганізація якої залежить від зовнішніх збурень, питання аналізу збурень ландшафтів набуло нового звучання й стало пов'язуватись з умовами його рівноваги [5, 7, 8].

Метою даної статті є з'ясування масштабних чинників збурень, які визначають рівновагу ландшафту з

його середовищем. Дана стаття підтримана Дослідницьким фондом 2010 Ханкуцького університету іноземних досліджень.

Збурення ландшафту можна визначити як дискретну у часі подію, спричинену природними чинниками або людською діяльністю, яка призводить до змін ландшафту. Ці зміни торкаються перебудови його топічних і хоричних структур (при катастрофічних збуреннях – аж до їх руйнування). В сукцесійній динаміці збурення здебільшого проявляються у раптовій зміні вихідного стану ландшафту до стану, який наближений до ініціальних станів сукцесії (при катастрофічних збуреннях – аж до відкидання ландшафту до його ініціального стану).

Серед ознак, за якими можна оцінити збурення ландшафту, особливе значення мають їх масштабні характеристики. Саме поняття збурення є позамасштабним: як таке розглядається і загибель одного дерева у геотопі, і смерчі, які охоплюють площі у тисячі км² [7, 8]. Тим не менше, як з'ясування реакції ландшафту на збурення, так і визначення характеру його рівноваги вимагає оцінки масштабних характеристик збурень. Їх можна поділити на територіальні, часові та якісні масштаби збурень ландшафту (табл.).

Таблиця 1. Основні масштабні характеристики збурень ландшафту

Характеристики		Зміст характеристики та пояснення
Територіальні	Індивідуальний розмір	Площа ландшафту, яка безпосередньо зазнала конкретного одиничного збурення (наприклад, площа лісу, охоплена однією пожежею; площа ґрунтів, змитих під час однієї зливи).
	Характерний розмір	Площа ландшафту, яка зазвичай зазнає збурень даного типу; може бути оцінена як середня площа декількох індивідуальних збурень.
	Розмір реакції	Площа ландшафту, яка підпала під опосередкований (вторинний) вплив збурення (наприклад, площа лісу, що не вигоріла після пожежі, але зазнала екотонного ефекту від утвореного згарища).
Часові	Частота	Число збурень за певний проміжок часу; зручно також оцінювати через імовірність збурення для заданого інтервалу часу (наприклад одного року, 10 років тощо).
	Повторюваність	Середній інтервал між збуреннями.
	Тривалість	Час дії збурення; може визначатися як тривалість одиничного збурення і як середня тривалість збурень даного типу.
Якісні	Інтенсивність	Оцінка сили збурення (наприклад – швидкість вітру; сума опадів, що випала за час зливи; інтенсивність дощу тощо); є оцінкою власне збурення, а не його ефекту.
	Суворість	Оцінка ефекту збурення, тобто змін ландшафту внаслідок збурення (наприклад – маса змитого зливою ґрунту, маса пошкодженої деревини чи фітомаси з-за пожежі, число популяцій, що зникли, тощо); загалом чим більша інтенсивність збурення, тим більша його суворість, але жорсткої відповідності між цими характеристиками немає.
	Потенціал відновлення	Оцінка геомас, геогоризонтів, інших структурних складових ландшафту, які залишилися відносно неушкодженими після збурення (наприклад, чисельність популяцій, що пережили збурення, збережений банк насіння, потужність ґрунту, що лишилася після збурення, тощо).
	Післядія	Оцінка негативних ефектів, що настають одразу після припинення збурення (наприклад, спалахи захворювань рослин і тварин, епізоотії тощо); у багатьох випадках зручною оцінкою масштабу післядії є площа ландшафту, яка може зазнати змін після припинення збурення (площа поширення ефектів збурення).

Масштабні характеристики збурення визначають відповідну реакцію ландшафту на них. Зокрема, із масштабом збурень пов'язані такі поняття, як катастрофа та норма ландшафту. Катастрофою вважається кардинальна зміна, докорінне руйнування структури ландшафту, після якої відновлення його вихідного стану є не більше, ніж суто теоретична можливість [1, 6]. Тобто, катастрофою є збурення, територіальні та часові масштаби якого співставні або й перевищують масштаби самого ландшафту (відповідно – його розмір і характерний час релаксаційних процесів). Поняття норми (нормальної динаміки, нормальних станів) ландшафту стосується не відсутності, а масштабу збурень. Стан ландшафту за цілковитою відсутністю збурень слід вважати його аномальним станом. На це, зокрема, вказують численні спостереження за динамікою екосистем, які штучно утримуються в умовах суворої охорони: без випасання, без косіння, за відсутності пожеж тощо степові екосистеми швидко деградують. Отже, нормою для ландшафту є збурення таких масштабів, за яких він не руйнується і не "звалюється" на нову структуру. Територіальні та часові масштаби таких збурень набагато менші від відповідних масштабів ландшафту, тобто вони охоплюють не усю територію ландшафту, а певну його частину й при цьому час відновлення ландшафту після збурення більший, ніж часовий інтервал між збуреннями.

Таким чином, для визначення катастрофічних і нормальних збурень, а також умов рівноваги ландшафту з його зовнішнім середовищем необхідно враховувати не стільки параметри збурення (його масштабні характеристики), скільки їх співвідношення з масштабними характеристиками ландшафту. Про доцільність такого підходу до оцінювання збурень свідчать дані Г. Шугарта (1999) щодо "критичного" співвідношення між площею ландшафту та площею його збурення [7]. Зібравши емпіричний матеріал щодо різних типів збурень різноманітних ландшафтів (від австралійських до сибірської тайги), він знайшов, що співвідношення між площею ландшафту і площею збурень коливається в межах від 1 до 50. При цьому, за площі ландшафту, що перевищує площу збурення у 50 і більше разів, ландшафт знаходиться у рівновазі й такі збурення нездатні його кардинально змінити, натомість ландшафти, площа яких менша критичного співвідношення 1/50, втрачають рівновагу при відповідних збуреннях (рис. 1).

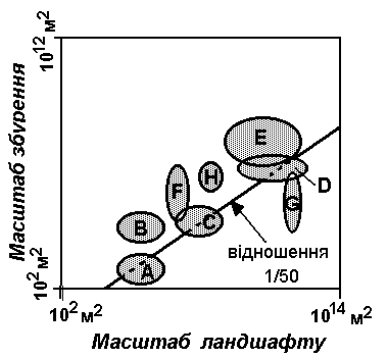


Рис. 1. Приклади квазірівноваги і нерівноваги ландшафтів (за [7]):

- A – пляма повалених дерев проти площі ландшафту елементарного водозбору в Аппалачах, США;
- B – площа природних пожеж проти площі ландшафту елементарного водозбору в Аппалачах; C – площа природних пожеж проти площі національних парків в Аппалачах;
- D – площа природних пожеж проти площі харчових територій видів тварин у ландшафтах евкаліптових лісів Австралії;
- E – розмір ураганів проти площі островів Карибського моря;
- F – площа природних пожеж в Сибіру проти площі лісових масивів в Сибіру; G – площа природних пожеж проти площі Сибіру; H – площа повеней проти площі ландшафтів заплавлених лісів

Як видно з рис. 1, правило 1/50 Г. Шугарта базується на лінійності зв'язку між територіальними вимірами ландшафту та збурень (їх площі). Вони не враховують часових і якісних вимірів збурень, а також ефекту нелінійності реакції ландшафту на зовнішні впливи. Цей вплив, зокрема, знаходить вияв у тому, що малі за масштабом збурення можуть викликати масштабні зміни ландшафту.

Модель, яка враховує як нелінійність реакції ландшафту на збурення, так і співвідношення часових і територіальних масштабів ландшафту та збурень, була запропонована М. Торнер зі співавторами [8]. Виконавши серію модельних розрахунків, автори моделі знайшли області співвідношень між вказаними масштабами, в яких ландшафт реагує на збурення якісно по-іншому (рис. 2).

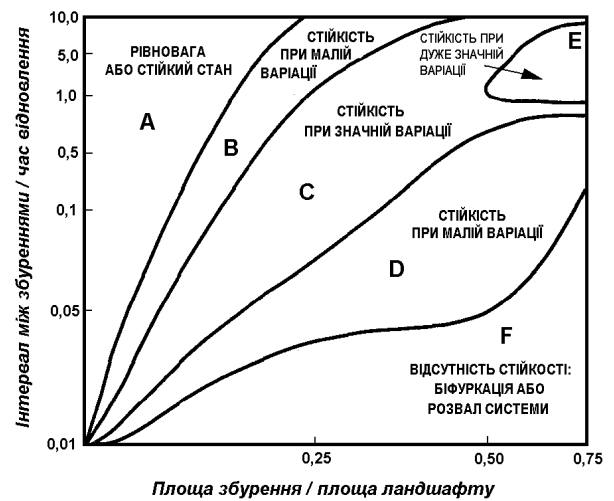


Рис. 2. Области рівноваги у просторі станів ландшафту (за [8])

Модель на рис. 2 свідчить, що, зазнаючи збурень, ландшафт може залишатись у рівновазі. Однак, вона є відносно й в умовах різного режиму збурень неоднорідною за своєю "якістю". Зокрема, за невисокої часової частоти збурень, коли за час між ними ландшафт встигає відновитись, й при площі збурення, набагато меншій площі ландшафту, він може знаходитись у стійкому стані (області A і B на рис. 2). При цьому слід мати на увазі, що така стійкість відноситься до території ландшафту в цілому (під ним розуміємо геохору будь-якого рангу), а не до геохор нижчих рангів, які його складають. Обіймаючи меншу площу, і приймаючи на себе головний "удар" від збурення, деякі із цих геохор можуть зазнати значно більш масштабних змін (аж до катастрофічного характеру), тоді як інші геохори взагалі не зазнають збурення. Отже, рівновагу ландшафту як мозаїки геохор слід розуміти у термінах хорологічної сукцесії як стійкий стан мінливої мозаїки. Згідно із цією концепцією, геохори, що складають ландшафт, знаходяться на різних стадіях відновних і прогресивних сукцесій, а динамічна рівновага ландшафту полягає в тому, що пропорція площ, які знаходяться на різних стадіях сукцесії, лишається приблизно однаковою [5].

Таким чином, рівноважним можна вважати ландшафт, у якому при зростанні площі геохор, які, внаслідок збурення, виявились відкинутими до ініціальних стадій сукцесії, зберігаються також і геохори, які лишаються близькими до клімаксового стану. Ступінь мінливості цієї рівноваги, яка передбачена моделлю на рис. 2 (зони із різною варіабельністю станів A – E), визначається лише розміром відхилення площ ініціальних гео-

хор від деякої їх норми (орієнтовно її можна прийняти за правилом 1/50 Шугарта, тобто площа геохор в ініціальному стані має бути в 50 разів меншою від площі усього ландшафту).

Однак, виконаний нами аналіз розподілу площ і сукцесійних стадій геохор Нижньодніпровських (Олешківських) пісків, що зазнали збурень внаслідок лісових пожеж у серпні 2007 року, дає підстави вважати, що пропорції між площами геохор, які в різному ступені зазнали збурень, – не єдина вимога збереження мінливої рівноваги ландшафту. Для цього також необхідно, щоб у своїй сукупності геохори ландшафту повно репрезентували всі його сукцесійні ряди. У таких ландшафтах сукцесійна схема не руйнується, що й є запорукою підтримки та відновлення їх рівноваги. Якщо ж внаслідок збурення повністю втрачаються або істотно скорочують площу геохори, які займають суміжні позиції на сукцесійному ряді, то це призводить до блокування відновлювальних сукцесій вздовж цих рядів. Відповідно, повне відновлення рівноваги ландшафту після збурення стає надто малоюмовірним.

Лісові пожежі 2007 р. в Олешківських пісках можна вважати катастрофічними насамперед тому, що в межах Голопристанського та Цюрупинського лісомисливських господарств Херсонської області, де вигоріло понад 4 тис. га лісу, поширення згаріщ виявилось нерівномірним. Ця нерівномірність має не суто територіальний вимір, а ландшафтно-екологічний, оскільки геохори різних стадій сукцесії постраждали у дуже різному ступені. Попри те, що вигоріла значна площа геохор із сосняками, більших пропорційних втрат зазнали геохори проміжних позицій псамоморфного сукцесійного ряду, які представлені фітоценозами з різною участю акації білої. Непропорційно значне скорочення площ цих геохор блокуватиме ландшафтну сукцесію у бік геохор, які наближаються до клімаксового стану. Такими для ландшафтів аренних пісків пониззя Дніпра можна вважати геохори за участю дубу звичайного і акації білої на чорноземовидних піщано-глинистих ґрунтах (слабогумусованих ареносолях). Значне скорочення площ геохор з акацією перекиває шлях до формування дубово-акацієвих лісів, які, порівняно з бідними сосняками Нижньодніпровських лісів, відіграють набагато

важливішу роль у стабілізації усього ландшафту й підтримці його біорізноманіття.

З прикладної точки зору це означає, що без штучного лісовідновлення мінливу мозаїчну рівновагу ландшафтів Нижньодніпровських пісків відновити неможливо. При цьому пріоритет слід надати не створенню насаджень із сосни звичайної (що досі практикується), а насадженням з акації білої та ільмових порід дерев, як проміжних ланок сукцесії, які були втрачені внаслідок лісових пожеж. Аби ініціювати сукцесії від оліготрофних сосняків до багатшого мішаного лісу із дубом звичайним, доцільно також виконувати підсадку акації у монодомінантні сосняки, тим більше, що в абсолютній більшості сосняків Олешківських пісків підросту немає.

Висновки.

1. Серед ознак, за якими можна оцінити збурення ландшафту, особливе значення мають масштабні характеристики збурень, причому слід враховувати три типи цих характеристик: територіальні, часові та якісні.

2. Умови рівноваги ландшафту при збуреннях, зокрема його нормального та катастрофічного станів, визначаються не власне масштабними характеристиками збурення, скільки їх співвідношенням з відповідними масштабними характеристиками ландшафту.

3. Рівновага ландшафту при збуреннях означає стійкий стан мінливої мозаїки, можливість досягнення та підтримки якого залежить не лише від масштабних характеристик збурень і ландшафту, але й від територіальних диспропорцій у порушенні геохор, які перебувають на різних стадіях сукцесії.

1. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. – 264 с. 2. Гродзинский М.Д. Стейкність геосистем до антропогенних навантажень. – К.: Лікей, 1995. – 233 с. 3. Ландшафты. Нагрузки. Нормы / Ред. Т. Д. Александрова, И. Ю. Долгушин. – М.: Б. и., 1990. – 156 с. 4. Baker W. L. Longterm response of disturbance landscapes to human intervention and global change. // *Landscape Ecology*, 1995, vol. 10, No. 3. – P. 143-159. 5. Bormann, F.H., Likens, G.E. Catastrophic disturbance and the steady state in northern hardwood forests. // *American Scientist*, 1979, vol. 67. – P. 660-669. 6. Sharp R.P. Landscape evolution: A review // *Proc. National. Acad. of Sciences, USA*, 1982, vol. 79. – P. 4477 – 4486. 7. Shugart H.H. Equilibrium versus non-equilibrium landscapes. // In: J.A. Wiens, M.R. Moss (eds.) "Issues in Landscape Ecology". – IALE, 1999. – P. 18 – 21. 8. Turner M.G., Romme W.H., Gardner R.H., O'Neill R.V., Kratz T.K. A revised concept of landscape equilibrium: Disturbance and stability on scaled landscape // *Landscape Ecology*, 1993, vol. 8, No 3. – P. 213 – 227.