

відносини постійного користування землею громадян можуть виникати лише за юридичних обставин, визначених законом. При цьому земельні екологічні відносини постійного користування землею громадян можуть виникати щодо земельних ділянок, наданих у постійне користування юридичним особам із земель державної та комунальної власності, після відповідного їх вилучення та надання за встановленими процедурами громадянам та у разі ліквідації державних і комунальних сільськогосподарських підприємств, установ та організацій, що використовують на праві постійного користування.

Література

1. *Третяк А.М.* Стратегія реформування земельної політики в Україні на сучасному етапі / *А.М. Третяк* // Землевпорядний вісник. – 2009. – № 6. – С. 12–21.
2. *Третяк А.М.* Закон формування економічних відносин власності на землю / *А.М. Третяк* // Землевпорядний вісник. – 2008. – № 5. – С. 24–27.
3. *Другак В.М.* Теоретичні та методологічні основи економіки землекористування: підручники та посібники / *В.М. Другак* [вид. 2-ге]. – Тернопіль, 2010. – 308 с.

УДК 574.2

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ВИДІВ ТА ЕКОСИСТЕМ

С.С. Костишин, С.С. Руденко

Чернівецький державний університет ім. Ю. Федьковича,
вул. Коцюбинського 2, 58012 Чернівецька обл., s.kostyshyn@chnu.edu.ua

У даній статті подано огляд запатентованих технологій, запропоновані методи оцінки стійкості видів та екосистем. Визначено, що стійкість видів пропонується оцінювати у мікрокосмах за індексом чутливості та рівнем зміни валової первинної продукції, а екосистем – за співвідношенням оціночних показників рольових трофічних мереж. **Ключові слова:** мікрокосм, валова продукція, трофічні мережі.

Иновационные технологии оценки устойчивости видов и экосистем. С.С. Костишин, С.С. Руденко. В данной статье представлен обзор запатентованных технологий, предложены

методы оценки устойчивости видов и экосистем. Определено, что устойчивость видов предлагается оценивать в микрокосмах по индексу чувствительности и уровню изменения валовой первичной продукции, а экосистем – по соотношению показателей ролевых трофических сетей.

Ключевые слова: микрокосм, валовая продукция, трофические сети

Innovative technologies of species and ecological systems stability assessment. S.S. Kostyshin, S.S. Rudenko. This article gives overview of patented technologies, proposes methods of species and ecosystems stability assessment. The stability of species is proposed to be assessed in microcosms by sensitivity and degree of gross product change. And stability of ecosystems is proposed to be assessed by ratio of estimated indexes of role trophic networks. **Key-words:** microcosm, gross product, trophic networks

Вступ

Оцінка стійкості окремих видів та цілих екосистем – одна із фундаментальних проблем екології. Проте розроблені нині методи оцінки стосуються в основному визначення стійкості урбо-екосистем. Так, А.І. Горовою, запропонована методика оцінки стійкості урбо-екосистем за інтегральним показником ушкодження біоіндикаторів, а В.М. Захаровим розроблено метод оцінки стійкості цього типу екосистем за інтегральним показником асиметрії деревних порід [1–2]. Метою наших багаторічних досліджень була розробка ефективних інноваційних методів, які дозволяють визначати екологічну стійкість окремих видів та екосистем пасовищного типу, тобто пасторальних екосистем. У даній статті подано огляд запатентованих технологій, які були розроблені та апробовані нами на досить переконливій кількості об'єктів.

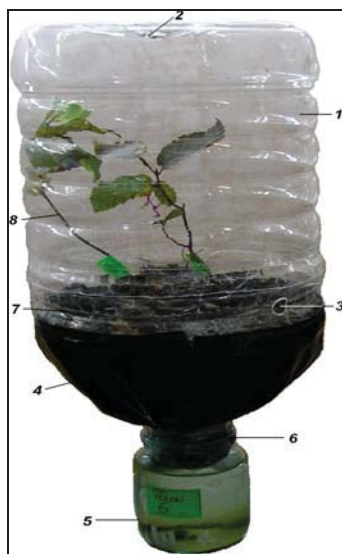
Результати досліджень

Оцінка стійкості видів. Одним із доступних і ефективних способів прогнозування стійкості видів до антропогенних чинників може стати використання штучних екосистем – мікркосмів. Для їх виготовлення використовуються ПЕТ-пляшки. Якщо в Україні подібний досвід засто-

сування мікркосмів є першим, то в США “пляшкова екологія” вже давно зайняла провідне місце у наукових дослідженнях і навчальному процесі. Значною перевагою мікркосмів є не тільки дешевизна матеріалу, з якого вони виготовляються, але й можливість вивчення екологічних процесів у будь-яку пору року. Завдяки автоматичному реле часу можна регулювати фотоперіод у штучних екосистемах і спостерігати за перебігом функціональних процесів у них навіть узимку. Головна перевага мікркосистем для дослідника ще й у тому, що вони мають чіткі межі, легко відтворювані та зручні для експериментів.

Нами запатентована технологія оцінки стійкості деревних порід вмонтованих у мікркосми [3–5]. Матеріалом для мікркосмів слугували однорічні сіянці, відібрані в лісових екосистемах Чернівецької області: бука лісового (*Fagus sylvatica* L.), граба звичайного (*Carpinus betulus* L.) та дуба звичайного (*Quercus robur* L.) – на території Хотинської височини, а також ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karst.) і ялиці білої (*Abies alba* Mill.) – на території Путильського низькогір'я. Упродовж 14 діб 1–2-річні сіянці проходили акліматизацію до нових лабораторних

умов (рис. 1). Під час експерименту мікрокосми утримувалися в культивацийній кімнаті при температурі 22–25°C і відносній вологості повітря 45%. Фотоперіод регулювали за допомогою реле часу: світловий період становив 16 год, інтенсивність освітлення – 1000–1500 лк.



- 1 – корпус мікрокосму;
 2 – отвір для імітації опадів;
 3 – отвір для потрапляння повітря;
 4 – ємність для ґрунту, обгорнута чорним світлонепроникним пакетом;
 5 – резервуар для збору ґрунтових вод;
 6 – ізоляція;
 7 – ґрунт, взятий разом з рослинами;
 8 – рослини.

Рис. 1. Мікрокосмні моделі лісових екосистем. Загальний вигляд.

Надалі імітуємо вплив досліджуваного екстремального екологічного чинника (кислотного дощу, підвищених температур, короткохвильового УФ-опромінювання). Наприкінці експерименту мікрокосми відкриваємо і аналізуємо стан кожної рослини.

У ході багаторічних досліджень лісових мікрокосмів нами виділено 15 візуальних морфолого-фізіологічних змін (порушень), які проявляються у деревних порід за імітації чинників глобальної екологічної кризи, або спричинених ними ефектів (табл. 1).

Запропонована оригінальна методика оцінювання рівня прояву вищезазначених змін у деревних порід за 5-бальною шкалою, яка ґрунтується на визначенні відсотка рослин, у яких ці зміни проявилися: 0% – 0 балів (зміни відсутні); 1–25% – 1 бал (низький рівень змін); 26–50% – 2 бали (середній рівень змін); 51–75% – 3 бали (високий рівень змін); > 75% – 4 бали (дуже високий рівень змін).

Надалі на основі вищеписаної бальної оцінки рекомендується визначити розроблений нами індекс чутливості деревних порід до чинників глобальної екологічної кризи: $Sч = 100 \sum c / Q$, де $Sч$ – індекс чутливості; c – бали по кожній тест-ознаці; Q – максимально можлива кількість балів – 60, яка впливає із розрахунку 15 ознак \times 4 варіанти.

Інший інтегральний показник, який ми використовували для оцінки видової специфіки стійкості деревних порід до імітованих екстремальних чинників у мікрокосмах – зміна валової первинної продукції (ВПП).

ВПП – це сумарна швидкість утворення органічної речовини популяцією або угрупованням (біоценозом) за певний проміжок часу на одиницю простору. Рівень валової продукції та дихання може бути оцінений в екосистемах за потоками вуглекислого газу.

Таблиця 1.

Приклад розрахунку індексу чутливості деревної породи (Сч) до імітованих у мікрокосмах антропогенних чинників (n=8)

№ п/п	Тест-ознаки	Бук лісовий			
		К	Д	У	П
	Всихання стовбурів	0	2	1	0
	Всихання листків	0	2	0	1
	Почорніння стовбурів	0	0	0	0
	Почорніння бруньок	0	0	0	0
	Пліснявіння стовбурів	1	2	1	1
	Пліснявіння гілок	0	0	0	0
	Пліснявіння бруньок	0	1	0	0
	Пліснявіння листків	0	1	0	0
	Хлороз листків	0	0	0	0
	Верхівкові некрози	0	3	0	0
	Точкові некрози	3	3	4	4
	Плямисті некрози	0	0	0	0
	Крайові некрози	1	4	4	2
	Некрози типу “риб’ячого скелету”	0	0	0	1
	Дефоліація	0	3	0	0
	Σ с	5	21	10	9
	Сч	8	35	17	15

Примітка. К – контроль; Д – кислотний дощ; У – УФ С-діапазону (як наслідок утворення озонових дірок); П – підвищена температура (як наслідок прояву парникового ефекту)

Як відомо, у темноті рослини здатні в основному до дихання. На світлі у рослин відбувається і фотосинтез, і дихання, тому одночасно з виділенням CO₂ (внаслідок дихання) відбувається його фіксація (внаслідок фотосинтезу). Отже, на світлі кількість CO₂ менша, ніж у темноті. Саме ці міркування були покладені в основу запропонованої нами методики оцінки валової первинної продукції в мікрокосмах, яка наводиться нижче.

Усі отвори, крім одного (газовідвідного), у мікрокосмах закриваємо. Половину мікрокосмів кожного експериментального варіанта (контрольних та з імітацією певного чинника глобальної екологічної кризи) “одягаємо” у темні пакети, а іншу половину залишаємо незатемненими. У місці локалізації газовідвідного отвору в корпусі мікрокосму робимо ана-

логічний отвір у пакеті. У газовідвідний отвір вставляємо пластмасову трубку, яку з’єднуємо через отвір у корку з колбою (рис. 2). Всі отвори між колбою, корком і трубкою закриваємо пластиліном. У кожену колбу наливаємо 10 мл 0,1 н розчину Ва(ОН)₂. Паралельно ставимо контрольні колби (2–3) з розчином Ва(ОН)₂, які також щільно закриваємо корком. Затемнені та незатемнені мікрокосми залишаємо на 1 год. Протягом досліду колби необхідно періодично обережно струшувати, щоб не зруйнувати плівку ВаСО₃, яка утворюється на поверхні бариту і перешкоджає повноті поглинання СО₂. По закінченні досліду в контрольні та дослідні колби додаємо по 2–3 краплі фенолфталеїну і титруємо 0,1 н НСІ до зникнення забарвлення.

Контрольні проби відтитруємо першими.



Рис 2. Оцінка валової первинної продукції в мікрокосмах

Інтенсивність утворення CO_2 у мікрокосмах розраховуємо за формулою:

$$I_{\text{CO}_2} = \frac{(a \cdot b) \cdot 2,2}{m \cdot t}, \text{ мгCO}_2 / \text{гзагод, де}$$

a – кількість 0,1 н HCl , використаного на титрування контрольних проб, мл;

b – кількість 0,1 н HCl , використаного на титрування дослідної проби, мл;

2,2 – кількість CO_2 , яка відповідає 1 мл 0,1 н HCl , мг;

m – маса всіх листків, г; t – тривалість дослід, год;

Основні розрахунки проводимо наступним чином. Для кожного експериментального варіанта:

а) у затемненому мікрокосмі визначаємо валове дихання (R) за кількістю CO_2 , що утворилась за 1 год;

б) у незатемненому мікрокосмі визначаємо кількість CO_2 , яка залишилась після його фіксації в процесі фотосинтезу (NR);

в) за різницею $R - \text{NR}$ визначаємо валову первинну продукцію (GPP).

Нарешті, визначаємо відсоток валової первинної продукції у мікрокосмах з імітацією певного екстремального чинника від значення цього показника у контрольному мікрокосмі (з тією ж деревною породою, але без впливу відповідного чинника).

Розглянемо приклад. За імітації кислотного дощу з $\text{pH} = 2,0$ у мікрокосмних моделях з дубом звичайним (*Quercus robur* L.) валове дихання (R) становило $0,70 \text{ мг CO}_2/\text{г}$ за год, в той час як чистий потік вуглецю через цю систему (NR) – $0,50 \text{ мг CO}_2/\text{г}$ за год, звідси $\text{GPP} = 0,70 - 0,50 = 0,20 \text{ мг CO}_2/\text{г}$ за год. Тоді як в контрольному варіанті (при нейтральному значенні pH) $R = 1,80 \text{ мг CO}_2/\text{г}$ за год, NR

=1,30, а $GPP = 1,80 - 1,30 = 0,50$ мг CO₂/г за год. З одержаних результатів можна зробити висновок про те, що за дії кислотного дощу рН = 2,0 ВПП дубових лісів становить 40 % відносно контролю. За спеціально розробленою нами градацією визначаємо рівень порушення ВПП лісової екосистеми під впливом досліджуваного антропогенного чинника. У даному випадку цей рівень відповідає загрозовому (табл. 2).

Таблиця 2.

Рівень порушення ВПП лісової екосистеми під впливом імітованих у мікрокосмах антропогенних чинників

№ п/п	Відсоток ВПП від контрольного значення	Рівень порушення
	80-100 %	безпечний
	60-79 %	комфортний
	40-59%	загрозовий
	20-39 %	критичний
	0-19 %	небезпечний

Оцінка стійкості екосистем. Оцінку стійкості екосистем проводимо на основі аналізу трофічних мереж, побудованих із застосуванням рольового мереженого аналізу. Технологія побудови рольових трофічних мереж обіймає чотири етапи [6]. Спочатку будуємо матрицю бінарних коефіцієнтів (вид-вид) керуючись наступним принципом: 0 – за відсутності зв'язку, 1 – за наявності зв'язку. Зв'язки кожного трофоелементу з іншими трофоелементами оцінюємо як в ролі хижака (в колон-

ках матриці), так і в ролі жертви (в рядках матриці). У першому випадку відповідаємо на запитання чи є даний вид хижаком для кожного з видів, зазначених у рядках, а у другому випадку – чи є він жертвою для кожного із видів, зазначених у колонках.

Потім для аналізу даних застосуємо REGE алгоритм методу *regular equivalence* з комп'ютерного програмного пакету UCINET 6.164. Алгоритм REGE перетворює вхідну матрицю вид-вид на матрицю REGE з коефіцієнтами R (в межах від 0 до 1), які реєструються для кожної пари трофоелементів.

Для візуалізації моделей подібності, одержаних за допомогою REGE-методу, матриці подібностей піддаємо не метричному багатовимірному шкалюванню (MDS) в порядку репрезентування подібностей як відстаней у двох просторах.

Остаточне групування трофічних елементів базується на відповідності кластеру. Для цього необхідно звернути увагу на таблицю, яка формується в процесі ієрархічного кластерування разом з дендрограмою. В цій таблиці зазначено коефіцієнт детермінації R² (або *eta* в Anovata в UCINET 6.164), що розглядається як величина відповідності кластеру. Вибираємо кластерування з такою кількістю класів, при якому R² буде максимальним. Якщо для кількох кластерів R² – максимальне і приблизно однакове, то дослідник вправі самостійно обрати оптимальну кількість класів.

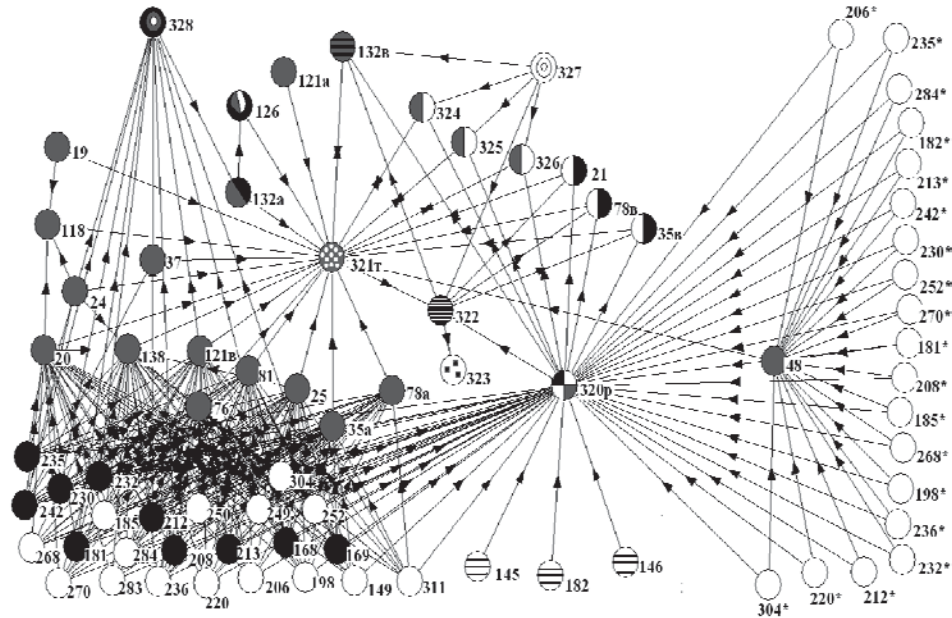


Рис. 3. Граф повної трофічної мережі, побудований із застосуванням методу *regular equivalence* рольового мережевого аналізу (на прикладі пасторальної екосистеми с. Банилів-Підгірний Чернівецької області). Кожна куля у графі відповідає відповідному трофоелементу у трофічній мережі. Направлення стрілок показують напрямок взаємодії між відповідними трофоелементами у трофічній мережі. Номери біля куль відповідають порядковим номерам при кодуванні трофоелементів досліджуваної екосистеми. Забарвлення куль в ідентичний колір (*regular role coloration*) свідчить про окремі трофокласи, куди REGE алгоритм згрупував відповідні трофоелементи за подібністю їх трофічних ролей у трофічній мережі досліджуваної екосистеми.

За результатами ієрархічного кластерування об'єднуємо трофоелементи у відповідну кількість трофокласів у відповідну кількість трофокласів у формалізованій матриці, яка слугує вхідною інформацією для програми *Rajek 1.14*, розробленої для побудови формалізованих трофічних мереж.

Згідно формалізованої матриці трофоелементи, які належать до одного трофокласу зафарбовуємо ідентичним кольором у графах як повної, так і формалізованої трофічних мереж. Метод позначення ідентичним кольором трофоелементів одного трофокласу у рольовому мережевому

аналізі має назву *регулярної рольової колорації* (*regular role coloration*).

У нашому випадку, якщо до застосування рольового мережевого аналізу трофічна мережа (як і вхідна матриця) нараховувала 76 трофічних елементів (рис. 3), то після застосування регулярної еквівалентності вони об'єдналися у 15 трофокласів (рис. 4).

Нами запропоновано ряд показників трофічних мереж для оцінки стабільності екосистем пасторального типу (табл. 3) [7–8]. За запропонованими показниками оцінено трофічні мережі досліджених пасторальних екосистем

та здійснено пошук кореляційних зв'язків між показниками трофічних мереж. У ході цих досліджень було виявлено закономірність: показники ПКтр.ел. та Нс виявили зворотну залежність від усіх інших показників трофічних мереж досліджених пасторальних екосистем. Оскільки факт зростан-

ня значення показників Ккл, Кзв, Пі за умов підвищення стійкості екологічних систем є беззаперечним, то усі показники, які виявляли високий рівень прямої кореляції з цими показниками також поповнюють когорту показників, спрямованих на стійкість екосистеми.

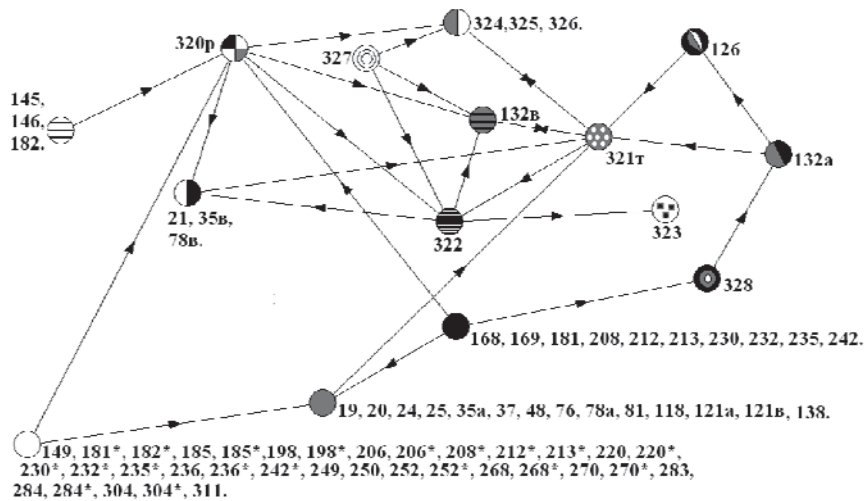


Рис. 4. Граф формалізованої трофічної мережі, побудований із застосуванням методу *regular equivalence* ролівого мережевого аналізу (на прикладі пасторальної екосистеми с. Банілів-Підгірний Чернівецької області). Кожна куля у графі відповідає окремому трофокласу в який віднесені відповідні трофоелементи (номери біля куль відповідають порядковим номерам при кодуванні трофоелементів досліджуваної екосистеми). Направлення стрілок показують напрямок взаємодії між відповідними трофокласами у трофічній мережі. Забарвлення куль в ідентичний колір (*regular role coloration*) свідчить про окремі трофокласи, куди REGE алгоритм згрупував відповідні трофоелементи за подібністю їх трофічних ролей у трофічній мережі досліджуваної екосистеми.

Оскільки факт зростання значення показників Ккл, Кзв, Пі за умов підвищення стійкості екологічних систем є беззаперечним, то усі показники, які виявляли високий рівень прямої кореляції з цими показниками також поповнюють когорту показників, спрямованих на стійкість екосистеми.

При цьому характер стійкості екосистем як зазначалося вище, визначається співвідношенням показників Пвз та Кзв. Лише показники ПКтр.ел та Нс виявляють зворотній зв'язок з показниками беззаперечно спрямованими та стійкість. Отже, два останні показники можна віднести до таких, що засвідчують нестійкість екосистем.

Таблиця 3.

Показники трофічних мереж, використані для оцінки стабільності пасторальних екосистем

№	Символічне позначення	Повна назва показника та його розрахунок
1	Кзв	Кількість зв'язків у трофічній мережі – це загальна кількість усіх зв'язків між трофічними класами у трофічній мережі
2	ПКзв	Питома кількість зв'язків (кількість зв'язків/кількість трофокласів) (Кзв/ Ккл)
3	Кнзв	Кількість надлишкових зв'язків (кількість зв'язків – (кількість трофокласів – 1))
4	ПКтр.ел.	Питома кількість трофічних елементів (кількість трофоелементів/кількість трофокласів)
5	Ккл;	Кількість трофокласів у трофічній мережі (Eta)
6	Пі	Показник ієрархічності трофічних мереж (кількість трофокласів/кількість трофоелементів × 100%)
7	ЗВвих	Відсоток трофокласів виключно з вихідними зв'язками (кількість зв'язків, які є виключно вихідними в трофічній мережі × 100%/ Ккл.)
8	ЗВ вхід	Відсоток трофокласів виключно з вхідними зв'язками (кількість зв'язків, які є виключно вхідними в трофічній мережі × 100%/ Ккл.)
9	ЗВ зміш	Відсоток трофокласів із змішаними зв'язками ((Ккл – кількість класів виключно з вхідними зв'язками – кількість класів виключно з вихідними) × 100% / Ккл)
10	(Нс)	Індекс структурного різноманіття трофічної мережі – це різноманіття трофоелементів щодо трофокласів (визначається за формулою Шеннона $H = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \text{ або } H = - \sum_{i=1}^i \frac{n_i}{N_i} \log_2 \frac{n_i}{N_i}$ <p>n_i – кількість трофоелементів i-го трофокласу, N – загальна кількість всіх трофоелементів)</p>
11	(Нф)	Індекс функціонального різноманіття трофічної мережі визначається за формулою Шеннона $H = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \text{ або } H = - \log_2 \frac{n_i}{N_i}$ <p>n_i – кількість зв'язків i-го трофокласу з іншими трофокласами, як у ролі хижака, та i в ролі жертви N – загальна кількість всіх зв'язків у трофічній сітці</p>
12	Нсф	Індекс структурно-функціональної складності трофічної мережі: $(H_f \times H_s)^{1/2}$
13	Пвз	Показник відносної зв'язаності трофічної мережі $S(C) = \frac{s(N)}{n(n-1)} \times 100\% ,$ <p>де $s(C)$ – число відмінних від нуля недиагональних елементів структурної матриці C; n – число видів у біоценозі</p>

Якщо усереднений рейтинг за показниками, які позитивно впливають на стійкість екосистем (Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВвих/вх, ПКзв) – вищий за середній, високий або максимальний, а за показниками, які засвідчують нестабільність екосистеми (ПКтр.ел. та Нс) – низький, або нижчий за середній, то можна стверджувати, що ця пасторальна екосистема є стійкою. Для визначення характеру стійкості таких пасторальних екосистем звертали увагу на співвідношення рейтингів таких показників як Пвз та Кзв. При суттєвому переважанні рейтингу за Пвз над рейтингом за Кзв

стійкість оцінювали як резистентну, тобто стабільну. При суттєвому переважанні рейтингу за Кзв над рейтингом за Пвз стійкість вважали пружною. При відсутності суттєвої різниці між рейтингами за цими двома показниками, стійкість екосистеми оцінювали як таку, що немає визначеного характеру стійкості. Нестійкими вважали пасторальні екосистеми, для яких було встановлено високі або максимальні значення усередненого рейтингу за показниками ПКтр.ел. та Нс. Саме з цих позицій було проаналізовано 31 досліджену нами пасторальну екосистему Чернівецької області (табл. 4).

Таблиця 4.

Оцінка характеру та рівня стійкості пасторальних екосистем Чернівецької області за рейтингом досліджених показників трофічних мереж

Місце розміщення пасторальної екосистеми	Усереднене значення рейтингів за показниками, які позитивно впливають на стійкість екосистем (К _{кл} , П _і , К _{зв} , Н _ф , Н _{сф} , З _{вих} , З _{вх} , З _{вих/вх} , З _{вміш} , П _{кзв})	Рейтинг за П _{вз} , який засвідчує характер стійкості ↑ резистентна ↓ пружна	Рейтинг за К _{зв} , який засвідчує характер стійкості ↓ резистентна ↑ пружна	Рейтинг за П _{ктр.ел} та Н _с , які засвідчують нестабільність умов	Характер та рівень стійкості пасторальної екосистеми
с. Грушівці	0	0	0	0,84	Нестійка
с. Магала	0	0	0	0,77	Нестійка
с. Тернавка	0	0	0	0,80	Нестійка
с. Валя Кузьміна	0	0	0	1	Нестійка
с. Стебник	0	0	0	0,63	Нестійка
с. Долішній Шепіт	0,57	0,9	0,30	0,03	Резистентно стійка
с. Чорнівка	0,58	1	0,23	0,07	Резистентно стійка
с. Червона Діброва	0,6	0,7	0,32	0,17	Резистентно стійка)
с. Перкалаб	0,60	1	0,23	0,03	Резистентно стійка
с. Поляна	0,61	0,7	0,19	0,12	Резистентно стійка
с. Горбово	0,61	0,9	0,45	0,08	Резистентно стійка
с. Шепіт	0,61	0,8	0,21	0,16	Резистентно стійка
с. Лужани	0,62	0,8	0,21	0,11	Резистентно стійка
с. Брусниця	0,63	1	0,36	0,12	Резистентно стійка
с. Банилів-Підгірний	0,63	0,8	0,43	0,16	Резистентно стійка

Продовження табл. 4

с. Костинці	0,64	0,7	0,38	0,16	Резистентно стійка
с. Лопушна	0,64	0,7	0,45	0,21	Резистентно стійка
с. Усть-Путила	0,66	0,7	0,32	0,11	Резистентно стійка
с. Зарожани	0,69	0,61	0,38	0,20	Резистентно стійка
с. Красноільск	0,69	0,7	0,34	0,16	Резистентно стійка
с. Кострижівка	0,73	0,7	0,32	0,20	Резистентно стійка
с. Вовчинець	0,74	0,6	1	0,20	Пружно стійка
с. Старий Вовчинець	0,76	0,6	0,57	0,21	Стійка без визначеного характеру стійкості
с. Селятин	0,79	0,6	0,70	0,21	Стійка без визначеного характеру стійкості
с. Зелена	0,80	0,6	0,68	0,20	Стійка без визначеного характеру стійкості
с. Дубово	0,82	0,6	0,74	0,20	Стійка без визначеного характеру стійкості
с. Вікно	0,83	0,7	0,89	0,26	Пружно стійка
с. Черешенька	0,84	0,5	0,87	0,25	Пружно стійка
с. Михальча	0,86	0,6	0,98	0,20	Пружно стійка
с. Ставчани	0,87	0,6	0,53	0,25	Стійка без визначеного характеру стійкості
с. Михалкове	0,89	0,6	0,96	0,25	Пружно стійка

Висновки

Отже, запропонований нами індекс структурного різноманіття трофічної мережі (Hc), дозволяє виявляти пасторальні екосистеми із нестабільними умовами існування. Його співставлення з усередненим рейтингом показників, які підтримують стабільність екосистеми з одного боку, та з показником надлишкових зв'язків, який забезпечує пружну стійкість – з другого, дозволяє визна-

чити характер та тип стійкості пасторальної екосистеми.

Доведено, якщо усереднений рейтинг за показниками, які позитивно впливають на резистентну стійкість (стабільність) екосистем низький, а рейтинг за Hc високий, то стійкість залежатиме від кількості надлишкових трофічних зв'язків в екосистемі, тобто від ПКНзв. При цьому якщо рейтинг за ПКНзв високий (> 0,7), то екосистема має пружною стійкістю, а якщо низький, то вона є нестійкою.

Література

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 13.03.2007 № 116 "Про затвердження методичних рекомендацій "Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням інтегральних цитогенетичних методів". – К., 2007.

2. Захаров В.М. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) / В.М. Захаров // *Екологія*. – 2001. – № 3. – С. 164–168.
3. Руденко С.С. Штучні системи в екології / С.С. Руденко, С.С. Костишин, І.О. Ситнікова. – Чернівці. – 2006. – 200 с.
4. Пат. 29759 UA, МПК (2006) A01G 31/02. Спосіб визначення валової первинної продукції лісової екосистеми за імітації впливу антропогенних чинників / С.С. Костишин, С.С. Руденко, заявник і патентовласник – № 10858; заявл. 01.10.2007; опубл. 25.01.2008, Бюл. № 2. – 4 с.
5. Руденко С.С. Вплив імітованих кислотних дощів яна продуктивність лісових екосистем у мікрокосмах / С.С. Руденко, О.Д. Зароченцева // *Доповіді Національної академії наук України*. – 2008. – № 3. – С. 183–187.
6. Руденко С.С. Застосування мережевого рольового аналізу для побудови та оцінки трофічних мереж пасторальних екосистем / С.С. Руденко, О.Я. Буждиган // *Доповіді НАН України*. – 2008. – № 11. – С. 193–196.
7. Пат. 43962 Україна МПК51 (2009) A99Z 99/00G01N 33/00. Спосіб побудови трофічної мережі пасторальної екосистеми / С.С. Руденко, О.Я. Буждиган, заявник і патентовласник Чернів. націон. ун-т. ім. Ю. Федьковича. – № u 200903519; заявл. 13.04.2009; опубл. 10.09.2009. Бюл. № 17.
8. Руденко С.С. Рівень синантропізації рослинних угруповань як критерій екологічного стану пасторальних екосистем Чернівецької області / С.С. Руденко, О.Я. Буждиган // *Екологія та ноосферологія*. – 2006. – Т. 17. – № 3 (4). – С. 11–26.