



УКРАЇНА

(19) UA (11) 47351 (13) U
(51) МПК (2009)
A01G 31/02
G01N 33/24
G01N 33/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ РІВНЯ ТА ХАРАКТЕРУ СТІЙКОСТІ ЕКОСИСТЕМИ

1

(21) u200908647
(22) 17.08.2009
(24) 25.01.2010
(46) 25.01.2010, Бюл.№ 2, 2010 р.
(72) РУДЕНКО СВІТЛАНА СТЕПАНІВНА, БУЖДИ-
ГАН ОКСАНА ЯРОСЛАВІВНА
(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕР-
СИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА
(57) 1. Спосіб оцінки рівня та характеру стійкості
екосистеми шляхом побудови формалізованої
трофічної мережі, її оцінки за оціночними показни-
ками ієрархічності тропічної мережі (Пі) та кількіс-
тю в ній надлишкових зв'язків (Кнзв), з подальшим
узагальненням стану екосистеми, який **відрізня-**
ється тим, що оцінку формалізованої тропічної
мережі проводять за додатковими оціночними по-
казниками: кількістю зв'язків у тропічній мережі
(Кзв), питомою кількістю зв'язків (ПКзв), питомою
кількістю тропічних елементів (ПКтр.ел), кількістю
трофокласів (Ккл), відсотком тропічних виключ-
но з вихідними зв'язками (ЗВвих), відсотком тро-
фокласів виключно з вхідними зв'язками (ЗВвх),
відсотком тропічних елементів зі змішаними зв'язками
(ЗВзміш), індексом структурного різноманіття (Нс),
індексом функціонального різноманіття (Нф), інде-
ксом структурно-функціонального різноманіття
(Нсф), показником відносної зв'язаності (Пвз), ви-

2

значають рейтинги показників тропічної мережі та,
на основі усереднених рейтингів показників тропі-
чної мережі, що свідчать про стійкість екосистеми
(Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш,
ПКзв), та показників, що свідчать про нестійкість
екосистеми (ПКтр.ел та Нс), визначають рівень
стійкості екосистеми, а характер стійкості екосис-
теми визначають за співвідношенням рейтингів
Пвз і Кнзв.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при
високому, вищому за середній та максимальному
усередненому рейтингу показників Ккл, Пі, Кзв,
Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв та при низь-
кому або нижчому за середній усередненому рей-
тингу показників ПКтр.ел та Нс за рівнем стійкості
екосистеми оцінюють як стійку, а при високому
усередненому рейтингу показників ПКтр.ел та Нс
як нестійку.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при
суттєвому переважанні рейтингу за Пвз над рей-
тингом за Кнзв за характером стійкості екосистеми
визначають як резистентну, при суттєвому пере-
важанні рейтингу за Кнзв над рейтингом за Пвз -
як пружну, а за відсутності суттєвої різниці між
рейтингами за цими показниками - як стійкість, що
не має визначеного характеру.

Корисна модель належить до екології і може
бути використана в комплексі моніторингу екосис-
тем різного типу, для проведення об'єктивного,
науково обґрунтованого господарського, промис-
лового чи рекреаційного менеджменту екосистем.

Відомий спосіб оцінки кормової якості довголіт-
ніх пасторальних екосистем, який базується на
основі показника стравлення рослин [1]. Спосіб
направлений на контроль за новоствореними та
деградованими довголітніми пасовищними екосис-
темами, передбачає визначення співвідношення
маси рослин на контрольних ділянках та на ділян-
ках стравлення худобою. До недоліків описаного
способу відноситься відсутність комплексного інте-
грального підходу до оцінки стану екосистем, який

вбирав би в себе не тільки стан фітоценозу, а й
показники усіх ланок екосистеми.

Є відомим також спосіб визначення стану де-
градованих пасовищ на основі космічних знімків
[2]. Спосіб передбачає космічну зйомку віднесеної
до пасовищ земної поверхні, комп'ютерну оцінку
розподілу фотону знімку за 256-рівневою шкалою
сірого кольору, прив'язку зображення до географі-
чних координат, визначення типу ґрунту за ґрунто-
вою картою. За відносною площею проективного
покриву ґрунту трав'янистою рослинністю прово-
дять оцінку деградації пасовищ. Хоча запропоно-
ваний спосіб і дозволяє в деякій мірі оцінити де-
градацію пасовищ, однак він обмежений в
дослідженні стану повного комплексу в ієрархії

U
(13)
47351
(11)
UA
(19)

живих організмів екосистеми, що є основою екосистемного підходу.

Також відомий спосіб оцінки стійкості агробіоценозів [3], який полягає у тому, що впродовж вегетаційного періоду в межах конкретного агробіоценозу визначають концентрацію живильних речовин у виділених п'яти рівнях трофічного ланцюга агробіоценозів: автотрофних організмів, рослиноїдних тварин, зоофагів, хижаків другого рівня, котрі паразитують на хижаках першого порядку та деструкторів. Основна увага в даному способі сконцентрована на аналіз трофічних рівнів, а не трофічної мережі в цілому, що і являється основним недоліком описаного способу.

Відомим є також спосіб мережових вимірювань стресу водних екосистем, запропонований R. E. Ulanowicz [4]. Даний спосіб є найбільш близьким технічним рішенням до способу, що пропонується, і вибраний в якості прототипу. Суть способу полягає в дослідженні стійкості екосистеми на основі показників ієрархічності її трофічної мережі та кількості в ній надлишкових зв'язків.

Недоліком даного способу є відсутність комплексу оціночних показників трофічної мережі, які б об'єктивно відображали рівень та характер стійкості екосистеми.

Завдання даної корисної моделі - розширити спосіб оцінки стану екосистеми за показниками її трофічної мережі, доповненням та удосконаленням комплексу оціночних показників трофічних мереж та розробкою схеми оцінки рівня та характеру стійкості екосистеми.

Технічним результатом від використання корисної моделі є комплекс інформативних та об'єктивних критеріїв, що будуть відображати рівень та характер стійкості екосистеми.

Суть способу полягає у тому, що будують формалізовану трофічну мережу, її оцінюють за показниками трофічної мережі: ієрархічністю трофічної мережі (Пі), кількістю в ній надлишкових зв'язків (Кнзв), кількістю зв'язків у трофічній мережі (Кзв), питомою кількістю зв'язків (ПКзв), питомою кількіс-

тю трофічних елементів (ПКтр.ел), кількістю трофокласів (Ккл), відсотком трофокласів виключно з вихідними зв'язками (ЗВвих), відсотком трофокласів виключно з вхідними зв'язками (ЗВвх), відсотком трофокласів зі змішаними зв'язками (ЗВзміш), індексом структурного різноманіття (Нс), індексом функціонального різноманіття (Нф), індексом структурно-функціонального різноманіття (Нсф), показником відносної зв'язаності (Пвз), визначають рейтинги показників трофічної мережі, визначають усереднені рейтинги показників трофічної мережі, що свідчать про стійкість екосистеми (Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв), та показники, що свідчать про нестійкість екосистеми (ПКтр.ел та Нс), на основі яких визначають рівень стійкості екосистеми, керуючись тим, що при високому, вищому за середній та максимальному усередненому рейтингу показників Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв та при низькому або нижчому за середній усередненому рейтингу показників ПКтр.ел та Нс екосистему оцінюють як стійку, а при високому усередненому рейтингу показників ПКтр.ел та Нс як нестійку, визначають характер стійкості екосистеми за співвідношенням рейтингів Пвз і Кнзв, керуючись тим, що при суттєвому переважанні рейтингу за Пвз над рейтингом за Кнзв стійкість екосистеми визначають як резистентну, при суттєвому переважанні рейтингу за Кнзв над рейтингом за Пвз як пружну, а за відсутності суттєвої різниці між рейтингами за цими показниками, як стійкість, що немає визначеного характеру.

Спосіб виконують наступним чином. Будують формалізовану трофічну мережу досліджуваної екосистеми [Патент на корисну модель МПК 8 А01G31/02 МПК 8 А01G31/02. Спосіб побудови трофічної мережі пасторальної екосистеми /Руденко С. С. (UA), Буждиган О. Я. (UA). - № u200903519; Заявл. 13.04.2009. - 9 с.], яку оцінюють за комплексом оціночних показників трофічної мережі екосистем, що представлений у таблиці 1.

Таблиця 1

Оціночні показники трофічної мережі

Символічне позначення	Повна назва показника та його розрахунок
1	2
Кзв	кількість зв'язків у трофічній мережі - це загальна кількість усіх зв'язків між трофічними класами у трофічній мережі
ПКзв	питома кількість зв'язків (кількість зв'язків/кількість трофокласів)
Кнзв	кількість надлишкових зв'язків (кількість зв'язків - (кількість трофокласів-1))
ПКтр.ел.	питома кількість трофічних елементів (кількість трофоелементів/кількість трофокласів)
Ккл	кількість трофокласів у трофічній мережі (Eta)
Пі	показник ієрархічності трофічних мереж (кількість трофокласів/кількість трофоелементів *100 %)
ЗВвих	відсоток трофокласів виключно з вихідними зв'язками (кількість зв'язків, які виключно вихідні в трофічній мережі * 100 %/Ккл;)
ЗВвхід	відсоток трофокласів виключно з вхідними зв'язками (кількість зв'язків, які виключно вхідні в трофічній мережі *100 %/Ккл;)
ЗВзміш	відсоток трофокласів із змішаними зв'язками ((Ккл - ЗВвхід - ЗВвих) * 100 % /Ккл)

Продовження таблиці 1

1	2
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 усіх трофоелементів)</p>
Нф	індекс функціонального різноманіття трофічної мережі (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 зв'язків i-го трофокласу з іншими трофокласами, як у ролі хижака, так і жертви N - загальна кількість всіх зв'язків у трофічній сітці)</p>
Нсф	індекс структурно-функціональної складності трофічної мережі: $(H_f \times H_s)^{1/2}$
Пвз	показник відносної зв'язаності трофічної мережі $S(C) = \frac{s(C)}{n(n-1)} * 100\%, \text{ де } s(C) - \text{число відмінних від нуля недіагональних елементів}$ <p>структурної матриці C; n - число видів у біоценозі.</p>

Комплекс оціночних показників трофічної мережі запропонований виходячи з визначальної ролі зв'язків у забезпеченні життєздатності екологічної системи. Ми запропонували та апробували у межах даного напрямку досліджень цілий ряд показників, які характеризують трофічні зв'язки: ПКзв, ЗВвих, ЗВвхід, ЗВзміш. На основі поняття про те, що функціональна складність (тобто складність зв'язків) підвищує стійкість системи, оскільки збільшується потенційно можлива кількість петель зворотного зв'язку, ми ввели індекс функціонального різноманіття трофічної мережі, тобто різноманіття зв'язків - Нф. Характеристика будь-якої екосистеми - не повна, якщо оцінка зв'язків проводиться без оцінки елементів, між якими існують дані зв'язки. Тому поряд з Нф, ми використали такий оціночний показник як індекс структурного різноманіття трофічних мереж (Нс), а паралельно з оцінкою показника ПКзв, проводили визначення питомої кількості трофічних елементів (ПКтр.ел.).

Для оцінки зв'язку між складністю трофічної мережі та стійкістю екосистеми ми ввели у свої дослідження такий показник як індекс структурно-функціональної складності трофічної мережі - Нсф. При розробці цього показника ми виходили з визначення поняття складності біоценозу: складність біоценозу - це показник структурності біоценозу, що визначається числом його компонентів та зв'язками між ними. У диверсикології широкою популярністю користується індекс складності угруповань Емелянова, що інтегрує видове та таксономічне різноманіття. По аналогії ми розраховували показник Нсф.

Якщо трофічна мережа розвивається в умовах стійкого оточення, то її ієрархічність ускладнюється, а отже, зростає кількість трофічних класів та трофічних зв'язків. Виходячи з цього положення,

для оцінки стійкості екосистем нами були використані такі показники як Ккл, Кзв, та Пі. Р. Е. Ulanowicz [4] доводить, що в умовах стабільного оточення зменшується число надлишкових зв'язків у трофічній мережі. Натомість Ю. Г. Пузаченко [5] вважає, що стійкість екосистеми може забезпечуватися надлишковістю компонентів, а всі ланки трофічної піраміди, яка складається з хижака та його жертв, зберігаються завдяки дублюванню каналів зв'язків (зв'язки хижака зі своїми жертвами є такими каналами, які здатні при необхідності замінити один одного). Це протиріччя усувається, якщо розрізняти два типи стійкості екосистеми (резистентну та пружну). Для оцінки надлишкових зв'язків ми застосували показник кількості надлишкових зв'язків (Кнзв), при цьому керувались постулатом про те, що між двома трофокласами - найменша кількість зв'язків - один, тобто на один менше ніж трофокласів. Опираючись на ці дані показник Кнзв використали як один з показників для оцінки характеру стійкості екосистеми.

Деякі автори звертають увагу на такий показник екосистем як зв'язаність між елементами системи. Є дані, що у мінливих умовах зв'язаність (ступінь впливу змін одного елементу на другий) між видами нижча ніж у постійних. Тому поряд з показником Кнзв для визначення характеру стійкості екосистем ми використали також і показник відносної зв'язаності (Пвз) трофічної мережі М. Гарднера та В. Ешбі.

Запропонований комплекс оціночних показників трофічних мереж апробований нами на прикладі екосистем пасторального типу. В процесі досліджень нами застосований кореляційний аналіз для пошуку кореляційних зв'язків між показниками трофічних мереж.

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між оціночними показниками трофічних мереж

Показники	Пі	Кзв	Нс	Нф	Нсф	ЗВвих	ЗВвх	ЗВзміш	Пвз	ПКзв	Кнзв	ПКтр.ел
Ккл	0,9*	0,98*	-0,5*	0,94*	0,96*	0,58*	0,46*	0,80*	0,52*	0,94*	0,94*	-0,81*
Пі		0,87*	-0,32	0,85*	0,91*	0,58*	0,45*	0,67*	0,42*	0,81*	0,84*	-0,73*
Кзв			-0,32	0,86*	0,89*	0,47*	0,37*	0,70*	0,40*	0,89*	0,99*	-0,7*
Нс				-0,7*	-0,6*	-0,60*	-0,7*	-0,80*	-0,9*	-0,70*	-0,2	0,83*
Нф					0,98*	0,72*	0,60*	0,91*	0,76*	0,98*	0,8*	-0,93*
Нсф						0,72*	0,51*	0,87*	0,66*	0,95*	0,83*	-0,89*
ЗВвих							0,60*	0,53*	0,66*	0,66*	0,4*	-0,73*
ЗВвх								0,46*	0,69*	0,58*	0,31	-0,64*
ЗВзміш									0,84*	0,91*	0,63*	-0,9*
Пвз										0,77*	0,33	-0,85*
ПКзв											0,84*	-0,91*
Кнзв												-0,62*

Примітка. * - значення г достовірне при $p < 0,05$.

У ході цих досліджень було виявлено наступну закономірність: показники ПКтр.ел та Нс виявили зворотну залежність від усіх інших показників трофічних мереж досліджених пасторальних екосистем. 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, визначають співвідношенням показників Пвз та Кнзв. Як видно з кореляційної матриці (табл. 2), лише показники ПКтр.ел та Нс виявляють зворотній зв'язок з показниками спрямованими на стійкість. Отже, вони відносяться до таких, що засвідчують нестійкість екосистем.

Визначивши комплекс показників формалізованої трофічної мережі досліджуваної екосистеми, проводять оцінку рейтингів кожного з отриманих показників. Рейтинг показника трофічної мережі оцінюють за формулою:

$$x - \min / \max - \min,$$

де x - значення показника, \min - мінімальне значення показника, \max - максимальне значення показника.

Надалі визначають усереднені рейтинги показників трофічної мережі, що свідчать про стійкість екосистеми (Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв), та показників, що свідчать про нестійкість екосистеми (ПКтр.ел та Нс). Оцінку рівня рейтингу проводять за шкалою А. І. Горової (табл. 3).

Таблиця 3

Рівні рейтингової оцінки (за шкалою А. І. Горової)

№	Показник рейтингу	Рівень рейтингу
1	0-0,15	Низький
2	0,16-0,3	Нижче середнього
3	0,31-0,45	Середній
4	0,46-0,6	Вище середнього
5	0,61-0,75	Високий
6	0,76-1	Максимальний

Рівень стійкості екосистеми визначають на основі усереднених рейтингів показників трофічної мережі, що свідчать про стійкість екосистеми (Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв), та показників, що свідчать про нестійкість екосистеми (ПКтр.ел та Нс): екосистему оцінюють як стійку при високому, вищому за середній та максимальному рівнях усередненого рейтингу показників Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв та при низькому або нижчому за середній рівнях усередненого рейтингу показників ПКтр.ел та Нс, а як

нестійку - при високому рівні усередненого рейтингу показників ПКтр.ел та Нс.

Характер стійкості екосистеми визначають за співвідношенням рейтингів Пвз і Кнзв: при суттєвому переважанні рейтингу за Пвз над рейтингом за Кнзв за характером стійкості екосистеми визначали як резистентну, при суттєвому переважанні рейтингу за Кнзв над рейтингом за Пвз - як пружну, а за відсутності суттєвої різниці між рейтингами за цими показниками, - як стійкість, що немає визначеного характеру.

Приклад.

Визначали рівень та характер стійкості 31 екосистеми пасторального типу Чернівецької області. Для кожної з досліджуваних екосистем попередньо побудовано формалізовані трофічні мережі. Кожну

з формалізованих трофічних мереж досліджуваних екосистем оцінювали за комплексом показників трофічних мереж (табл. 1). Отримані значення цих досліджень представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Значення оціночних показників трофічних мереж для пасторальних екосистем Чернівецької області

Місце знаходження пасторальної екосистеми	Показники трофічної мережі												
	Ккл	Пі	Кзв	Нс	Нф	Нсф	ЗВвих	ЗВвх	ЗВзіш	Пвз	ПКзв	Кнзв	ПКтр.ел
с. Вікно	25	28	66	2,64	4,64	3,5	24	8	68	11,0	2,64	42	3,6
с. Кострижівка	17	40	31	2,49	3,9	3,12	24	12	65	11,4	1,82	15	2,53
с. Лужани	14	20	23	1,77	3,57	2,51	29	14	57	12,6	1,64	10	5
с. Поляна	14	18	22	1,76	3,57	2,51	29	14	57	12,1	1,57	9	5,71
с. Чорнівка	12	17	22	1,44	3,31	2,18	17	17	67	16,7	1,83	11	5,83
с. Зелена	24	36	55	2,58	4,6	3,44	17	17	67	10,0	2,29	32	2,79
с. Вовчинець	21	32	45	2,21	4,11	3,01	19	19	62	10,7	2,14	47	2,48
с. Ставчани	27	40	73	2,77	4,72	3,62	19	11	70	10,4	2,7	25	3,14
с. Грушівці	1	1	0	4,43	0	0	0	0	0	0,0	0	0	84
с. Михалкове	28	40	72	2,72	4,77	3,60	21	11	68	9,5	2,57	45	2,5
с. Магала	1	1	0	4,25	0	0	0	0	0	0	0	0	70
с. Зарожани	19	30	36	2,39	4,19	3,16	26	5	68	10,5	1,89	18	3,32
с. Тернавка	1	1	0	4,34	0	0	0	0	0	0	0	0	77
с. Горбово	16	12	36	1,26	3,76	2,18	19	13	69	15,0	2,25	21	8,56
с. Валя Кузьміна	1	1	0	4,68	0	0	0	0	0	0	0	0	108
с. Михальча	28	33	73	2,55	4,77	3,49	18	11	71	9,7	2,61	46	3,07
с. Червона-Діброва	16	15	30	1,96	3,61	2,66	31	6	63	12,5	1,88	15	6,5
с. Дубово	26	35	60	2,52	4,63	3,42	15	15	69	9,2	2,31	35	2,85
с. Костинці	18	18	35	1,89	3,98	2,74	22	11	67	11,4	1,94	18	5,5
с. Брусниця	14	16	30	1,63	3,71	2,46	21	14	64	16,5	2,14	17	6,36
с. Черешенька	29	36	69	2,71	4,87	3,63	14	10	76	8,5	2,38	41	2,79
с. Банилів Підгірний	17	22	36	1,88	3,86	2,69	24	0	76	13,2	2,12	20	4,47
с. Красноільськ	17	26	32	1,93	3,98	2,77	24	18	59	11,8	1,88	16	3,88
с. Старий Вовчинець	22	24	48	2,24	4,4	3,14	23	14	64	10,4	2,18	27	4,23
с. Стебник	1	2	0	3,91	0	0	0	0	0	0,0	0	0	50
с. Лопушна	19	18	39	2,21	4,11	3,01	21	5	74	11,4	2,05	21	5,47
с. Долішній Шепіт	14	12	27	0,87	3,52	1,75	14	14	71	14,8	1,93	14	8,07
с. Усть-Путила	17	20	31	1,65	3,93	2,55	18	18	65	11,4	1,82	15	4,94
с. Селятин	25	24	57	2,29	4,63	3,26	24	12	64	9,5	2,28	33	4,2
с. Шепіт	14	18	23	1,97	3,57	2,65	29	14	57	12,6	1,64	10	5,5
с. Перкалаб	12	13	22	0,99	3,26	1,80	25	25	50	16,7	1,83	11	8

Визначали рейтинги показників трофічних мереж досліджуваних екосистем (табл. 5).

Таблиця 5

Значення рейтингів оціночних показників трофічних мереж для пасторальних екосистем Чернівецької області

Місце знаходження пасторальної екосистеми	Показники трофічної мережі												
	Ккл	Пі	Кзв	Нс	Нф	Нсф	ЗВвих	ЗВвх	ЗВзіш	Пвз	ПКзв	Кнзв	ПКтр.ел
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
с. Вікно	0,9	0,7	0,9	0,5	1	1	0,8	0,3	0,9	0,7	1	0,9	0
с. Кострижівка	0,6	1	0,4	0,4	0,8	0,9	0,8	0,5	0,9	0,7	0,7	0,3	0
с. Лужани	0,5	0,5	0,3	0,2	0,7	0,7	0,9	0,6	0,8	0,8	0,6	0,2	0
с. Поляна	0,5	0,4	0,3	0,2	0,7	0,7	0,9	0,6	0,8	0,7	0,6	0,2	0
с. Чорнівка	0,4	0,4	0,3	0,1	0,7	0,6	0,5	0,7	0,9	1	0,7	0,2	0

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
с. Зелена	0,8	0,9	0,8	0,4	0,9	0,9	0,5	0,7	0,9	0,6	0,8	0,7	0
с. Вовчинець	0,7	0,8	0,6	0,4	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	1	0
с. Ставчани	0,9	1	1	0,5	1	1	0,6	0,4	0,9	0,6	1	0,5	0
с. Грушівці	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8
с. Михалкове	1	1	1	0,5	1	1	0,7	0,4	0,9	0,6	1	1	0
с. Магала	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
с. Зарожани	0,6	0,7	0,5	0,4	0,9	0,9	0,8	0,2	0,9	0,6	0,7	0,4	0
с. Тернавка	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7
с. Горбово	0,5	0,3	0,5	0,1	0,8	0,6	0,6	0,5	0,9	0,9	0,8	0,4	0,1
с. Валя Кузьміна	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0
с. Михальча	1	0,8	1	0,4	1	1	0,6	0,4	0,9	0,6	1	1	0
с. Червона-Діброва	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,7	1	0,2	0,8	0,7	0,7	0,3	0
с. Дубово	0,9	0,9	0,8	0,4	1	0,9	0,5	0,6	0,9	0,6	0,9	0,7	0
с. Костинці	0,6	0,4	0,5	0,3	0,8	0,8	0,7	0,4	0,9	0,7	0,7	0,4	0
с. Брусниця	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	1	0,8	0,4	0
с. Черешенька	1	0,9	0,9	0,5	1	1	0,5	0,4	1	0,5	0,9	0,9	0
с. Банилів-Підгірний	0,6	0,5	0,5	0,3	0,8	0,7	0,8	0	1	0,8	0,8	0,4	0
с. Красноільськ	0,6	0,6	0,4	0,3	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,3	0
с. Старий Вовчинець	0,8	0,6	0,7	0,4	0,9	0,9	0,7	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	0
с. Стебник	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
с. Лопушна	0,6	0,4	0,5	0,4	0,8	0,8	0,7	0,2	1	0,7	0,8	0,4	0
с. Долішній Шепіт	0,5	0,3	0,4	0	0,7	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	0,7	0,3	0,1
с. Усть-Путиля	0,6	0,5	0,4	0,2	0,8	0,7	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	0,3	0
с. Селятин	0,9	0,6	0,8	0,4	1	0,9	0,8	0,5	0,8	0,6	0,8	0,7	0
с. Шепіт	0,5	0,4	0,3	0,3	0,7	0,7	0,9	0,6	0,8	0,8	0,6	0,2	0
с. Перкалаб	0,4	0,3	0,3	0	0,7	0,5	0,8	1	0,7	1	0,7	0,2	0,1

Визначали усереднені рейтингів показників трофічної мережі, що свідчать про стійкість екосистеми (Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв), та показників, що свідчать про нестійкість екосистеми (ПКтр.ел та Нс), на основі яких оцінювали рівень стійкості екосистем (табл. 6). Екосистему оцінювали як стійку при високому, вищому за середній та максимальному усередненому рейтингу показників Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв та при низькому або нижчому за середній усередненому рейтингу показників ПКтр.ел

та Нс, а як нестійку - при високому усередненому рейтингу показників ПКтр.ел та Нс. Характер стійкості екосистем визначали за співвідношенням рейтингів Пвз і Кзв: при суттєвому переважанні рейтингу за Пвз над рейтингом за Кзв за характером стійкості екосистем визначали як резистентну, при суттєвому переважанні рейтингу за Кзв над рейтингом за Пвз як пружну, а за відсутності суттєвої різниці між рейтингами за цими показниками, як стійкість, що немає визначеного характеру (табл. 6).

Таблиця 6

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

Місце розміщення пасторальної екосистеми	Усереднене значення рейтингів (Ккл, Пі, Кзв, Нф, Нсф, ЗВвих, ЗВвх, ЗВзміш, ПКзв)	Рейтинг за Пвз	Рейтинг за К ^{НЗВ}	Рейтинг за ПКтр.ел та Нс	Рівень і характер стійкості пасторальної екосистеми
1	2	3	4	5	6
с. Грушівці	0	0	0	0,84	Нестійка
с. Магала	0	0	0	0,77	
с. Тернавка	0	0	0	0,8	
с. Валя Кузьміна	0	0	0	1	
с. Стебник	0	0	0	0,63	

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
с. Долішній Шепіт	0,57	0,9	0,3	0,03	Резистентно стійка (стабільна)
с. Чорнівка	0,58	1	0,23	0,07	
с. Червона Діброва	0,6	0,7	0,32	0,17	
с. Перкалаб	0,6	1	0,23	0,03	
с. Поляна	0,61	0,7	0,19	0,12	
с. Горбово	0,61	0,9	0,45	0,08	
с. Шепіт	0,61	0,8	0,21	0,16	
с. Лужани	0,62	0,8	0,21	0,11	
с. Брусниця	0,63	1	0,36	0,12	
с. Банилів-Підгірний	0,63	0,8	0,43	0,16	
с. Костинці	0,64	0,7	0,38	0,16	
с. Лопушна	0,64	0,7	0,45	0,21	
с. Усть-Путила	0,66	0,7	0,32	0,11	
с. Зарожани	0,69	0,61	0,38	0,2	
с. Красноільск	0,69	0,7	0,34	0,16	
с. Кострижівка	0,73	0,7	0,32	0,2	Пружно стійка
с. Вовчинець	0,74	0,6	1	0,2	
с. Вікно	0,83	0,7	0,89	0,26	
с. Черешенька	0,84	0,5	0,87	0,25	
с. Михальча	0,86	0,6	0,98	0,2	
с. Михалкове	0,89	0,6	0,96	0,25	Стійка без визначеного характеру стійкості
с. Старий Вовчинець	0,76	0,6	0,57	0,21	
с. Селятин	0,79	0,6	0,70	0,21	
с. Зелена	0,8	0,6	0,68	0,2	
с. Дубово	0,82	0,6	0,74	0,2	
с. Ставчани	0,87	0,6	0,53	0,25	

У ході цих досліджень серед дослідженої 31 екосистеми пасторального типу Чернівецької області виявлено п'ять нестійких пасторальних екосистем (у с. Грушівці, с. Магала, с. Тернавка, с. Валя Кузьміна, с. Стебник), трофічні мережі яких мають низький рейтинг за показниками, які забезпечують стійкість екосистем, та високий рейтинг або максимальний рейтинг за показниками Нс та. ПКтр.ел, що віддзеркалюють нестійкість екосистем.

П'ятьом пасторальним екосистемам притаманна пружна стійкість (у с. Вовчинець, с. Вікно, с. Черешенька, с. Михальча, с. Михалкове). Трофічні мережі цих пасторальних екосистем мають високі та максимальні значення усередненого рейтингу за показниками, спрямованими на підтримання стійкості екосистем, та характеризуються значним переваженням рейтингу за Кнзв над рейтингом за Пвз.

Шістнадцять пасторальних екосистем Чернівецької області (у с. Долішній Шепіт, с. Чорнівка, с. Червона Діброва, с. Перкалаб, с. Поляна, с. Горбово, с. Шепіт, с. Лужани, с. Брусниця, с. Банилів-Підгірний, с. Костинці, с. Лопушна, с. Усть-Путила, с. Зарожани, с. Красноільск, с. Кострижівка) віднесено до стабільних (резистентно стійких), оскільки для трофічних мереж даних пасторальних екосистем встановлено суттєве переважання рейтингу за Пвз над рейтингом за Кнзв на тлі вищого за середній, високого або максимального значення усередненого рейтингу за показниками, які позитивно впливають на стійкість екосистем.

редненого рейтингу за показниками, які позитивно впливають на стійкість екосистем.

П'ять з тридцяти однієї дослідженої нами пасторальної екосистеми Чернівецької області є стійкими без визначеного характеру стійкості (у с. Старий Вовчинець, с. Селятин, с. Зелена, с. Дубово, с. Ставчани). Трофічні мережі цих екосистем мають високі або максимальні значення усередненого рейтингу за показниками, спрямованими на стійкість, та приблизно однаковий рейтинг за показниками Пвз та Кнзв.

Техніко-економічна ефективність корисної моделі полягає в можливості її застосування в комплексі моніторингу екосистем різного типу для подальшого екологічно обґрунтованого господарського, промислового чи рекреаційного використання екосистем.

Джерела інформації:

1. Кизяев Б. М., Бородычев В. В., Салдаев А. М., Туманян А. Ф., Попов В. П., Сухарев Ю. И. Патент на корисну модель RU № 2278501 C2, МПК A01G7/00 (2006/01). Способ оценки кормовых достоинств долголетних пастбищных экосистем. Пат. RU № 2278501 C2, МПК A01G7/00 (2006/01). Кизяев Б. М. (RU), Бородычев В. В. (RU), Салдаев А. М. (RU), Туманян А. Ф. (RU), Попов В. П. (RU), Сухарев Ю. И. (RU) - № 2004129714/2; Заявл. 13.10.2004; Оpubл. 27.06.2006, Бюл.№ 18. - 7с.

2. Юферев В. Г., Кулик К. Н., Рулев А. С., Бакурова К. Б. Патент на корисну модель RU № 2327107 C2, МПК G01C11/00 (2006.01). Способ

определения состояния пастбищ, подверженных деградации Пат. RU № 2327107 C2, МПК G01C11/00 (2006.01). Юферев В. Г. (RU), Кулик К. Н. (RU), Рулев А. С. (RU), Бакурова К. Б. (RU) - № 2006112379/28; Заявл. 13.04.2006; Оpubл. 20.06.2008, Бюл.№ 17. - 4с.

3. Дрозд В. Ф., Мельничук С. Д., Кочерга М. О. Патент на корисну модель UA № 26037, МПК A01G13/00. Спосіб оцінки стійкості агробіоценозів.

Пат. UA № 26037, МПК A01G13/00. Дрозд В. Ф. (UA), Мельничук С. Д. (UA), Кочерга М. О. (UA) - № 200705705; Заявл. 23.05.2007; Оpubл. 27.08.2007. Бюл. №13. - 3с.

4. Ulanowicz R. E. Ecology: The Ascendant Perspective. New York: Columbia University Press, - 1997. - 201 p.

5. Пузаченко Ю. Г. Экосистемы в критических состояниях. - М.: Наука, 1989. - 155с.