

УДК 504:57.045:574.4(477)

**Досвід першого цифрового узагальнення впливів на  
біорізноманіття наземних екосистем України за методикою  
GLOBIO3**

**Г.О. Коломицев, аспірант\***

Навчально-науковий центр «Інститут біології»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

*Із використанням методики GLOBIO3 створено модель для інтегрованої оцінки негативних впливів на біорізноманіття наземних екосистем України. Вперше для України побудовано цифрову індикативну карту узагальненого видового різноманіття за індексом MSA. Визначено середнє значення індексу (32%), а також встановлено, що домінуючий тиск на наземні екосистеми спричинюють негативні наслідки землекористування, причому, їх вплив у межах агроландшафтів переважає над всіма іншими.*

**Ключові слова:** наземні екосистеми, біорізноманіття, узагальнене видове багатство, землекористування, зміни клімату, фрагментація середовищ існування, вплив інфраструктури.

Останніми роками у світі проводяться дослідження з оцінки глобальних втрат біорізноманіття з використанням цифрових просторових моделей [6]. Їх результати є актуальними для супроводу стратегічних рішень і дедалі частіше використовуються в документах міжнародного значення. Так, в офіційній аналітичній доповіді ООН «Глобальна екологічна перспектива» наведено оцінку трендів біорізноманіття наземних екосистем за методом GLOBIO3 [7]. Цей сучасний аналітичний інструментарій був успішно апробований в ряді країн, у тому числі і в Україні [2]. Методика описана в посібнику та

---

\* Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор П. Я. Кілючицький  
«Наукові доповіді НУБіП» 2011-4 (26) [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_4/11kgo.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_4/11kgo.pdf)

викладалась в НУБІП в рамках навчальної дисципліни «Ландшафтна екологія» [4].

Індекс узагальненого видового різноманіття (MSA) є складовою моделі GLOBIO3. Він репрезентативний щодо деяких індикаторів, офіційно затверджених конвенцією про біологічне різноманіття [6] і відповідає пункту «В» нового стратегічного плану збереження біорізноманіття на 2011-2020 рр. MSA побудований на причинно-наслідкових зв'язках негативних впливів прямих і непрямих факторів тиску на біорізноманіття.

**Метою дослідження** було здійснення інтегрованої оцінки сучасного стану наземних екосистем України шляхом аналізу негативних впливів, що прямо чи опосередковано асоціюються із діяльністю людини.

**Матеріал та методи дослідження.** Інтегрована оцінка стану наземних екосистем території України здійснена із використанням методики GLOBIO3, створеної Агенцією з питань навколишнього природного середовища (NEAA, Нідерланди), адаптованої нами для використання в національному масштабі.

Індекс, використаний в дослідженні, дослівно перекладається як «усереднене видове багатство» (mean species abundance, MSA – англ.). Однак, інтерпретована назва, що наводиться в тексті, на думку автора, дає краще уявлення про дійсний, фактичний зміст цього індексу.

Побудований на розрахунках простих, причинно-наслідкових відношень між рушійними силами змін стану довкілля та їхнім впливом на наземні екосистеми, індекс узагальненого видового різноманіття має відношення ніби до недоторканої, дещо ідеалізованої природної ситуації, та співвіднесений із поточним станом використання екосистем. Відповідно, індекс може мати значення від 0% в абсолютно деградованій екосистемі до 100% в непорушеній [4]. Згідно із тлумаченням розробників, цей індекс також можна інтерпретувати як показник ступеня природності території, однак, слід наголосити, що індекс, при цьому, не вказує на абсолютні значення видового багатства.

Модель GLOBIO3 дає змогу оцінити негативний вплив таких ключових факторів: землекористування (*LUC*), фрагментація (*F*), інфраструктура (*I*), внесення сполук азоту (*N*), зміни клімату (*CC*).

Вхідні дані із доступних джерел укладались нами в таких вісім ключових груп: 1) адміністративні карти (аспект областей України); 2) інтерпретовані карти землекористування (аспект земного покриття за даними MODIS 2000, 1x1 км); 3) карти дорожньої мережі; 4) дані щодо змін клімату за глобальною моделлю EUROMOVE; 5) карти депозиту сполук азоту (аспект критичного навантаження, поточний депозит азоту у картографічному вигляді, за моделлю IMAGE; 6) карти природного зонування України, доповнені картою біомів світу WWF; 7) карти територій та об'єктів ПЗФ України; 8) карти щільності населення. Вхідні картографічні дані мають актуалізацію на 2000-2008 рр.

Карти впливу факторів були створені та оброблені в середовищі ArcGIS з використанням інструментарію просторового аналізу. Карта змін у землекористуванні (*LUC*) створена на базі відповідної растрової карти MODIS 2000, що була інтерпретована відповідно до категорій землекористування GLOBIO3 [4], з використанням комбінованих та диференційованих за природними зонами типологічних одиниць. Карта впливу фрагментації (*F*) середовищ існування створена на базі карти ідентифікованих природних та напівприродних елементів ландшафту, розділених дорогами. Відповідно до площі фрагментованих природних елементів для кожного з них визначено ступінь фрагментації. Карта впливу інфраструктури (*I*) створена на основі мережі доріг, із побудовою зон впливу навколо них на різній відстані (0-500 м, 500-1500 м та ін., рис.1). Відповідно, для диференційованої оцінки впливу інфраструктури були задіяні картографічні дані щодо щільності населення місцевості. Карта впливу депозиту сполук азоту (*N*) в межах природних та напівприродних біотопів створена на основі глобальних карт депозиту цих сполук та карти ступенів критичного навантаження. Карта змін клімату (*CC*) побудована на основі присвоєння цифрових значень моделі EUROMOVE, унікальних для кожної природної зони України.



**Рис. 1. Карта зон впливу інфраструктури (*I*), розрахована за методикою GLOBIO**

Таким чином, для створення карт факторів, що мають мінімальний ступінь впливу на наземні екосистеми, застосували базові алгоритми методики GLOBIO3 (*F, I, N, CC*), в окремому випадку (*N*), дані брали з глобальних карт. Карта максимального за ступенем впливу фактора – змін у землекористуванні (*LUC*) побудована із застосуванням додаткового просторового аналізу та інтерпретації.

Загальне значення  $MSA_{Xi}$ , отримане через добуток значень  $MSA_i$  відносно кожної рушійної сили та для кожної комірки (*i*) за формулою:

$$MSA_{Xi} = MSA_{Lui} \cdot MSA_{Ni} \cdot MSA_{Fi} \cdot MSA_{Fi} \cdot MSA_{CCi}$$

Це дослідження є результатом спільної роботи, яка здійснювалось в УЦМЗР (Київ) та NEAA (Венінген, Нідерланди) – в рамках другого проекту GLOBIO (EEBIO) – «Розробка видо-орієнтованої моделі з підтримки вивчення біорізноманіття на територію "російськомовних" країн Європи» (№ «Наукові доповіді НУБіП» 2011-4 (26) [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_4/11kgo.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_4/11kgo.pdf)

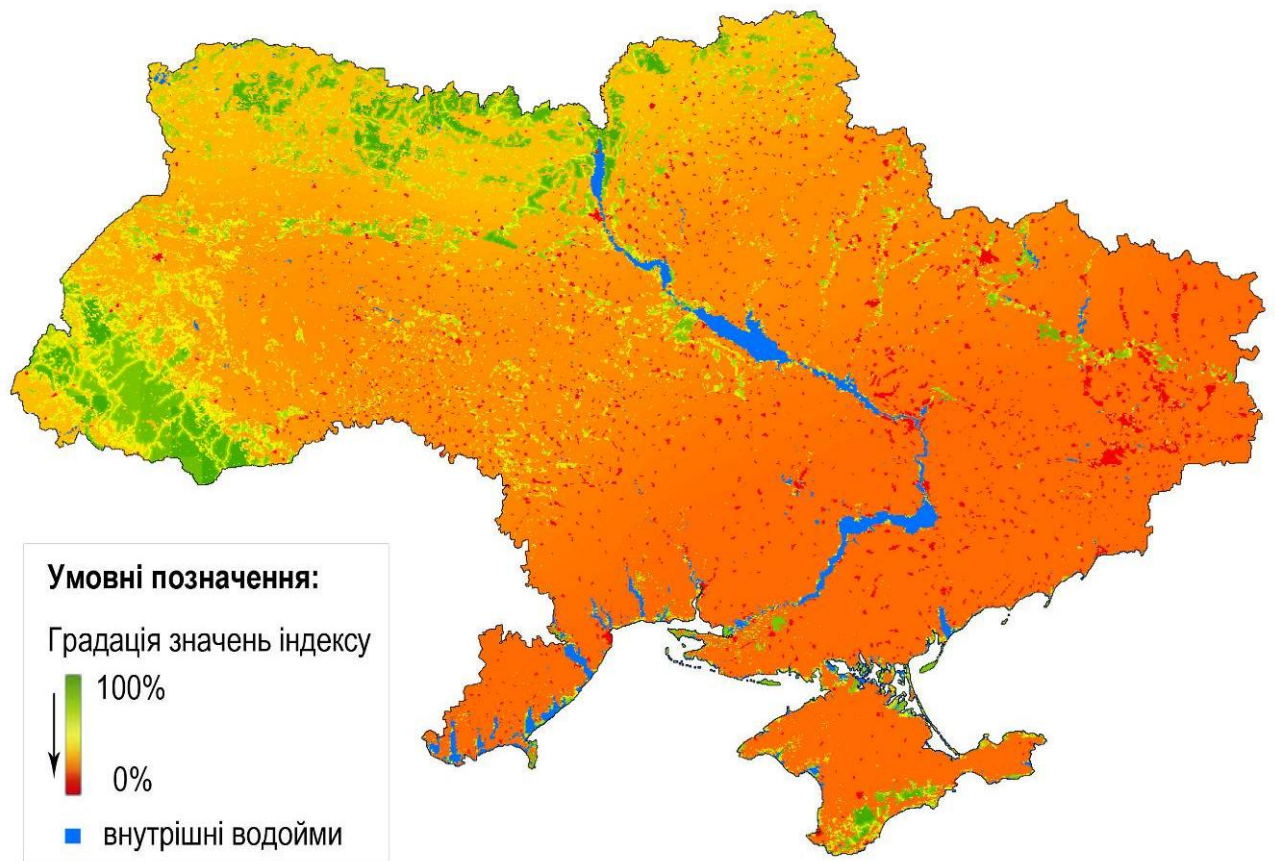
Е/555050/01/МО). Національна апробація моделі GLOBIO3 здійснена за участі Василя Івановича Придатко, якому автор висловлює свою повагу та подяку.

**Результати та обговорення.** Розрахунки свідчать, що середнє значення (залишкового) узагальненого видового різноманіття становить ~32,4%. Індикативна карта, на якій значення MSA візуалізовано у вигляді червоно-жовто-зеленого градієнту, від меншого до більшого значень індексу, відповідно, має виражену непропорційність: на фоні домінуючого та відносно однорідного кряжу напівприродних ландшафтів (в основному агро ландшафтів), очікувано, найменш деградованими були території Полісся та Карпатських гір (рис. 2). На Харківщині та Луганщині чітко проглядає мережа великих за площею, природних територій заплави р. Сіверський Донець. Через низьку антропогенну активність в районі Олешківських пісків, цю місцевість можна ідентифікувати як зелену пляму на індикативній мапі. Це не вказує на хибність оцінки, адже індикатор є оцінкою ступеня порушеності екосистем. Тому, оскільки на зазначеній території немає сільськогосподарських угідь, розширена інфраструктура, населені пункти, там практично не здійснюється активне землекористування – то не вдаючись в історичні подробиці утворення цієї пустелі, її екосистеми можна вважати відносно непорушеними.

Узагальнені значення вагомості факторів впливу на наземні екосистеми, враховані у моделі GLOBIO3 для території України (*LUC, F, I, N, CC*):

Фактор	Сумарна оцінка впливу, %
Землекористування ( <i>LUC</i> )	58
Фрагментація ( <i>F</i> )	2
Інфраструктура ( <i>I</i> )	1
Внесення сполук азоту ( <i>N</i> )	2
Зміни клімату ( <i>CC</i> )	4,5
Залишкове узагальнене видове різноманіття ( <i>MSA<sub>x</sub></i> )	32,4





**Рис.2. Уточнена карта очікуваного узагальненого видового багатства ( $MSA_i$ ) території суходолу України**

Порівняння вказує на переважаючий вплив землекористування на наземні екосистеми. Попередні дослідження, виконані із використанням іншої, індикативно-індексної методики та інших даних також вказували на високий тиск з боку землекористування [1].

В структурі фактора землекористування переважним є антропогенний вплив на сільськогосподарські землі, оскільки саме ці угіддя займають до 70% суходолу країни. Ці території зазнають значного і тривалого впливу людської діяльності. Історично, саме сільськогосподарські землі замістили більшість природних територій, що особливо виражено в природній зоні степів.

Визначене співвідношення вагомості факторів тиску на наземні екосистеми вказує на доцільність зваженого підходу щодо вибору першочергових завдань, спрямованих на зниження темпів втрат біорізноманіття

в національному масштабі. Так, побудова екологічної мережі має на меті в основному мінімізацію негативного впливу інфраструктури (*I*) та фрагментації (*F*) середовищ існування представників біорізноманіття, що може бути пріоритетним завданням для деяких країн, однак не для України, де сумарний вплив цих факторів оцінюється нами на рівні трьох відсотків. На нашу думку, в Україні вагомим результатом із збереження біорізноманіття та зниження його втрат можна досягти шляхом мінімізації негативного впливу сільського господарства, який є домінуючим у країні.

Оцінка поточного впливу змін клімату (*CC*) показує незначний вплив цього фактора, однак згідно з опублікованими проєкціями глобального масштабу [6], очікується значне зростання його ролі. Тому, для перспективної оцінки впливу кліматичного фактора на території України здійснюється побудова просторових моделей розповсюдження видів [3], що надалі може бути включено в розрахунки, і разом з іншими регіональними напрацюваннями [5] дозволить створити базу нового покоління моделі – GLOBIO4.

Результати нашого дослідження можуть бути корисними для визначення пріоритетів у справі збереження наземних екосистем, як важливої складової середовищ існування рослин і тварин в національному масштабі. Оцінки, представлені в роботі можуть бути також використані для поліпшення розподілу ресурсів, спрямованих на мінімізацію тих чи інших негативних впливів на екосистеми відповідно до ролі цих чинників. Представлена індикативна карта візуалізує розподіл територій з найменшим антропогенним навантаженням на наземні екосистеми та певною мірою відображає природний каркас території. Ця карта є корисним довідковим матеріалом при здійсненні просторового планування заповідних об'єктів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коломицев Г. О. Метод отримання узагальнюючого тренду щодо зміни середовищ існування хребетних тварин міських агломерацій / Г. О. Коломицев,

- В. І. Придатко, С. О. Лопарьов // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Кн. 2. – К. : Нічлава, 2005. – С. 228–247.
2. Коломицев Г. О. Узагальнене видове різноманіття: апробація Європейського підходу щодо оцінки стану біорізноманіття наземних екосистем: матеріали ІХ Всеукр. конф. студентів та молодих науковців [“Біологічні дослідження молодих учених в Україні”] / КНУ ім. Тараса Шевченка. – К.: КНУ, 2009. – С.22–23.
3. Коломыцев Г. О. Моделирование распространения видов флоры и фауны на территории Восточной Европы в условиях изменения климата // Ломоносов – 2010: XVII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, 12– 15 апр. 2010 г.: тез. докл. / МГУ им. М.В. Ломоносова – М.: Макс Пресс, 2010 – С 99–100.
4. Придатко В. І. Ландшафтна екологія: навчально-методичний посібник з моделювання біорізноманіття, урахування впливів на нього (для освітніх цілей національного та регіонального рівнів) / В. І. Придатко, Г. О. Коломицев, Р. І. Бурда, С. М. Чумаченко – К.: НАУ, 2008. – 174 с.
5. Придатко В. І. Приклад: використання карти щільності класів форм земної поверхні (КЩКЗП), побудованої із допомогою космознімків Terra MODIS / В. І. Придатко // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Кн. 2. – К.: Нічлава, 2005. – С. 590.
6. Alkemade R. GLOBIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss / Alkemade R., Oorschot M., Miles L. [et al.] // Ecosystems. Springer New York. – 2009. – Vol.12, №3. – P 374–390.
7. Global environment outlook 4 (GEO-4): Environment for development, UNEP. - Malta: Progress Press Ltd, 2007. – 540 p.



## **Опыт первого цифрового обобщения влияний на биоразнообразие наземных экосистем Украины с использованием методики GLOBIO3**

**Г.А. Коломыцев**

*С использованием методики GLOBIO3 создана модель для интегрированной оценки негативных влияний на биоразнообразие наземных экосистем Украины. Впервые для Украины создана цифровая индикативная карта усреднённого видового разнообразия по индексу MSA. Рассчитано среднее значение индекса MSA (32%), а также установлено, что доминирующим фактором влияния на наземные экосистемы является система землепользования, причём, её влияние в пределах агроландшафтов преобладает над всеми другими.*

**Ключевые слова:** наземные экосистемы, биоразнообразие, усреднённое видовое разнообразие, землепользование, изменения климата, фрагментация сред обитания, влияние инфраструктуры.

## **The experience of first digital generalization of impacts on terrestrial biodiversity of Ukraine using GLOBIO3 techniques**

**G.A. Kolomytsev**

*The model for integrated terrestrial biodiversity impacts assessment has been developed for Ukraine territory using GLOBIO3 techniques. The digital indicative map of mean species abundance (MSA) index has been produced for the first time for Ukraine. The average index value of 32% has been calculated. It was determined that the land use impact is dominant pressure on terrestrial ecosystems, and its impact within the agrolandscapes dominates over the others.*

**Key words:** terrestrial ecosystems, biodiversity, mean species abundance, land use, climate change, habitats fragmentation, infrastructure impact.