

Сторінка молодого вченого

УДК 631.4:631.47:631.459

© 2015

МОНІТОРИНГ ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОГО ЗОНДУВАННЯ*

Т.Л. Кучма

Інститут
агроекології
і природокористування
НААН

* Науковий керівник —
академік НААН,
доктор сільсько-
господарських наук
О.Г. Тараріко

Мета. Обґрунтувати застосування індексів ландшафтного різноманіття для аналізу динаміки землекористування з використанням супутникових знімків. **Методи.** Ландшафтно-метричні, статистичні. **Результати.** Розроблено карти наземного покриття та індексів ландшафтного різноманіття за 2001 – 2012 рр. **Висновки.** Визначено зони деградації ландшафтного різноманіття; виявлено обернену залежність між ландшафтним різноманіттям і площею полів, а також кореляцію між індексами за даними з розрізненням 30 та 250 м, що дає змогу використовувати знімки низького розрізнення на регіональному рівні.

Ключові слова: агроландшафт, землекористування, індекс ландшафтного різноманіття.

Внаслідок високої розораності на території рівнинної частини України майже не залишилося природних ландшафтів. Через незбалансовану структуру агроландшафтів, переважно прямокутну організацію території сільськогосподарських угідь в умовах складного рельєфу, недотримання ґрунтоохоронних заходів, меж водоохоронних зон, від'ємний баланс гумусу та біогенних елементів в агроландшафтах значного поширення набули різні деградаційні процеси, а також виснаження родючості ґрунтів. Надмірна фрагментація природного рослинного покриття на окремі ізольовані ділянки та зміна морфоструктури ландшафтів внаслідок сільськогосподарського використання земель порушують просторову цілісність екосистем та її стале функціонування [1,8]. Недостатня цільність мережі лісозахисних і протиерозійних об'єктів та насиченість сівозмін інтенсивними культурами зменшують не тільки екологічну стійкість, а й продуктивність агроландшафтів. Відсутність системи моніторингу

і контролю за структурою та використанням земель поглиблює зазначену проблему і загалом призводить до нераціонального використання біотичного потенціалу агроландшафтів.

Однією з ключових цілей сталого землекористування є досягнення екологічно оптимальної організації території з урахуванням цілісності середовищ існування біологічних видів. Отже, структурна неоднорідність ландшафту, яка може оцінюватися за допомогою індексів ландшафтного різноманіття, має вирішальне значення для стабільного функціонування як загалом сільськогосподарських ландшафтів, так і систем землекористування [2,6].

Деякі вчені розглядають поняття ландшафтного різноманіття як синонім екосистемного різноманіття і таким чином визначають його як «розміри, форма та поєднаність різноманітних екосистем на великій території» [4, 7]. В офіційних документах [2] термін «ландшафтне різноманіття» (ЛР) визначається як формальне вираження численних

зв'язків, що мають місце в даний час між індивідумом або суспільством і топографічно окресленою територією, зовнішній вияв яких є результатом впливу природних та людських чинників, а також їх комбінацій упродовж певного часу.

Мета досліджень — обґрунтувати використання індексів ландшафтного різноманіття для оцінки змін у структурі землекористування та ландшафтного різноманіття з використанням супутникової інформації.

Для досягнення мети поставлено завдання: з'ясувати залежність між масштабом входних даних за визначення ландшафтного різноманіття; встановити динаміку структури землекористування за індексами ландшафтного різноманіття в часі (2001–2012 рр.) і визначити зони збільшення та/чи зменшення ландшафтного різноманіття в межах території дослідження, а також простежити, з якими змінами у структурі землекористування вони пов'язані.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження було проведено в межах адміністративних районів: Канівського Черкаської області та Миронівського Київської області, значна територія яких представлена агроландшафтами Центрального Лісостепу України зі складним розчленованим рельєфом, високою розораністю та проявом ерозійної деградації. Наприклад, за даними дешифрування супутникових знімків, частка сільськогосподарських угідь в межах Миронівського району сягає 85%. Як еталон ландшафтного різноманіття регіону дослідження використовувалася територія Канівського природного заповідника, який міститься на півночі Канівського району.

Як дані щодо структури землекористування були використані карти наземного покриття з поділом на класи, які використовують у класифікації Modis Landcover [10]: водні об'єкти, хвойні ліси, широколистяні ліси, мішані ліси, чагарники, трав'яна рослинність, водно-болотні угіддя, сільськогосподарські угіддя, міська забудова та промислові території, мішана природна рослинність, рідка рослинність. Для оцінки можливостей взаємозаміни входних карт наземного покриття різного масштабу вивчалася залежність між значеннями індексів ЛР, визначених за картами наземного покриття з просторовим розрізненням 30 м (карта була розроблена методом класифікації за навчальною вибіркою серії знімків Landsat 5 в різні фази вегетації) та просторовим розрізненням 250 м

(розроблено за стандартним продуктом Modis – CD12Q1) [10] з даними про наземний покрив з наземною верифікацією на тестових аграрних полігонах [5]). Коефіцієнт кореляції Пірсона було визначено для середніх значень індексів ЛР растрових поверхонь тестових аграрних полігонів (розміром 5×5 км, вибраних відповідно до методики [5]), отриманих за даними 30-метрової та 250-метрової карт наземного покриття. Індеси ландшафтного різноманіття визначалися за допомогою програмного забезпечення Fragstat 4 [9]. Аналіз просторового розподілу динаміки індексів ЛР виконувався з використанням програмного забезпечення ArcGIS [11].

Результати досліджень та їх обговорення. Як показники ландшафтної структури було вибрано такі індекси ландшафтного різноманіття: індекс фрактальної розмірності (FRAC), індекс різноманіття Шенона (SHDI), індекс однорідності Сімпсона (SIEI). Вони були обрані на підставі того, що ці індекси характеризують територію у різних аспектах ландшафтної структури, тобто: індекс фрактальної розмірності відображає міру складності периметра площі елементів ландшафту, індекс різноманіття Шенона — кількість класів та рівень пропорційності розподілу площі кожного класу, а індекс однорідності Сімпсона — рівень домінування певного класу ландшафтної структури (див. рис. 1 на обкладинці).

Аналіз залежності між масштабами входних даних (розрізнення 30 та 250 м) виявив кореляцію з коефіцієнтами за Пірсоном від 0,67 — для індексу різноманіття Шенона, 0,69 — для індексу фрактальної розмірності та 0,74 — для індексу однорідності Сімпсона ($p < 0,01$), що дає підстави для заміни даних середнього просторового розрізнення (до 30 м) на дані низького просторового розрізнення (250 м) на регіональному рівні. Одна з основних переваг використання даних Modis на регіональному рівні полягає у можливості використовувати вже створені карти наземного покриття на всю територію України, які належать до стандартних щорічних продуктів Modis [10] і перебувають у вільному доступі, тоді як обробка і класифікація зображень Landsat потребує багато часу та спеціальних навичок експерта, що ускладнює їх застосування в системі оперативного моніторингу.

Отже, для вивчення динаміки структури землекористування було використано карти наземного покриття за даними Modis

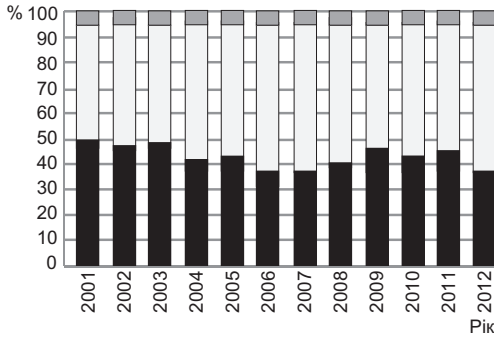


Рис. 1. Динаміка структури землекористування Канівського р-ну за 2001–2012 рр.: ■ — сільськогосподарські угіддя; □ — природна рівнинність; ▒ — водні об'єкти

з розрізненням 250м за 2001–2012 рр., побудовано графіки змін у відсотках площі кожного класу структури ландшафту (рис. 1), а також графіки динаміки індексів ландшафтного різноманіття окремо для Канівського (рис. 2) та Миронівського районів (таблиця).

Відповідно до результатів, поданих на графіках (рис. 3), у межах Канівського р-ну спостерігається зниження значень ландшафтного різноманіття у 2002–2003, 2005 рр. (для SHDI та SIEI) та у 2009 р., а підвищення його рівня у 2006 та 2011–2012 рр. (окрім індексу FRAC, який у 2012 р. знижується). Така тенденція спостерігається також на території Миронівського р-ну — підвищення значень індексів ландшафтного різноманіття у 2006 та 2011–2012 рр., а зниження — у 2008 р. (таблиця). За порівняння значень ландшафтних індексів з графіком динаміки землекористування (рис. 2, 3) виявляється обернено пропорційна залежність між часткою сільськогосподарських угідь у структурі земель Канівського р-ну та індексами ЛР з коефіцієнтом кореляції Пірсона — 0,85 ($p < 0,01$). Отже зі зменшенням площі сільськогосподарських угідь рівень ландшафтного різноманіття зростає. Особливо ця тенденція простежується у 2007–2008 та 2012 рр., коли площі сільськогосподарських угідь є найменшими з усього періоду спостереження, а значення індексів SHDI та SIEI є найвищими. Водночас у 2001 р. було зафіксовано найбільшу площу сільськогосподарських угідь, однак значення індексу SHDI за цей період є одним з найвищих. Це може підтверджувати те, що на значення індексів ландшафтного різноманіття впливає

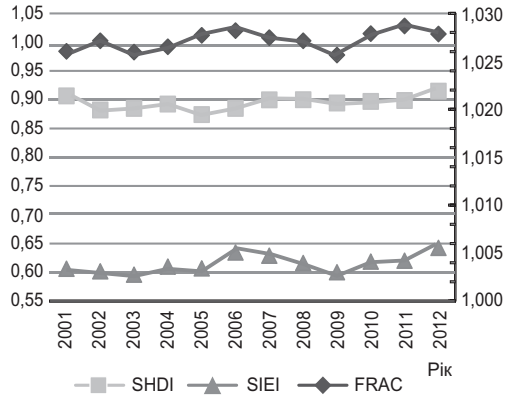


Рис. 2. Динаміка індексів ландшафтного різноманіття Канівського р-ну за 2001–2012 рр.

не лише площа, а й просторовий розподіл елементів ландшафту. Для індексу FRAC залежність від площі сільськогосподарських угідь є менш вираженою порівняно з іншими представленими індексами, оскільки він більше залежить від форми елементів ландшафту, яка визначається через оцінку периметра площі об'єктів землекористування.

За допомогою порівняльного аналізу розподілу індексів ландшафтного різноманіття за різні роки можна виявити зони підвищення та/або зменшення рівня ландшафтного різноманіття і визначити просторові та структурні фактори таких змін. З використанням функцій растрової алгебри в ArcGIS було пораховано

Динаміка ландшафтного різноманіття території Миронівського р-ну (2001–2012 рр.)

Рік	FRAC — індекс фрактальної розмірності	SHDI — індекс різноманіття Шенона	SIEI — індекс однорідності Сімпсона
2001	1,0093	0,2095	0,1572
2002	1,0099	0,1995	0,1490
2003	1,0101	0,2086	0,1510
2004	1,0095	0,2033	0,1518
2005	1,0105	0,2284	0,1742
2006	1,0112	0,2334	0,1825
2007	1,0113	0,2482	0,1948
2008	1,0097	0,2195	0,1697
2009	1,0099	0,2194	0,1684
2010	1,0110	0,2225	0,1766
2011	1,0102	0,2396	0,1756
2012	1,0144	0,2826	0,2193

різницю між значеннями індексу SIEI за роки, коли спостерігалася різка зміна у значеннях, зокрема 2008–2009 рр. (спадання рівня ЛР), та 2011–2012 рр. (зростання значень ЛР). Результати аналізу значень SIEI з виділеними зонами підвищення (зелений колір) і зниження (червоний колір) подано на рис. 2 на обкладинці.

Отже, стало можливим виявити зони, де спостерігається зниження рівня ландшафтного різноманіття, визначити їх площу та локалізувати місця, які потребують змін у структурі землекористування, зокрема через зменшення негативного агротехногенного впливу на земельні і водні ресурси та консервацію деградованих і малопродуктивних земель.

Висновки

Продемонстровано застосування індексів ландшафтного різноманіття як ефективного інструменту оцінки екологічного стану агроландшафтів, аналізу динаміки землекористування та виявлення зон деградації ландшафтного різноманіття, на підставі яких можуть ухвалюватися обґрунтовані оптимальні управлінські рішення щодо поліпшення територіальної структури сільськогосподарських ландшафтів та систем землекористування в межах адміністративних районів.

Виявлено високу кореляцію між значеннями індексів ЛР, визначених за даними ДЗЗ з просторовим розрізненням 30 та 250 м,

з коефіцієнтом Пірсона більше 0,67 ($p < 0,01$), що дає підстави для використання даних з низьким просторовим розрізненням, зокрема даних Modis, для моніторингу ЛР на регіональному рівні.

У результаті вивчення динаміки індексів ЛР та структури землекористування виявлено обернено пропорційну залежність між рівнем ландшафтного різноманіття та площею сільськогосподарських угідь, однак для оцінки структури землекористування важливим є аналіз розподілу значень індексів ЛР у просторі та часі з використанням функцій ГС.

Бібліографія

1. Булыгин С.Ю. Формирование экологически сбалансированных агроландшафтов/С.Ю. Булыгин, М.А. Неаринг. — Х., 1999. — 271 с.
2. Викторов А.С. Рисунок ландшафта/А.С. Викторов. — М.: Мысль, 1986. — С. 180.
3. Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття: міжнародний документ від 25.10.1995 р. — Софія, 1995.
4. Иванов А.Н. Представленность ландшафтного разнообразия России в сети ООПТ/А.Н. Иванов, М.В. Кончиц. — Самарская Лука, 2009. — Т. 18, № 2. — С. 5–10.
5. Методичні рекомендації із створення мережі тестових аграрних полігонів в системі спостережень за посівами за матеріалами космічної інформації// Інститут агроєкології НААН. — К., 2010. — 30 с.
6. Николаев В.А. Космическое ландшафтоведение: уч. пособие/В.А. Николаев. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. — С. 81.
7. Пузаченко Ю.Г. Биологическое разнообразие в биосфере: системологический и семантический анализ/Ю.Г. Пузаченко. — СПб.: Биосфера, 2010. — Т. 1, № 1. — С. 25–37.
8. Forman R.T.T. Landscape Ecology/R.T.T. Forman, M. Godron. — NY: John Wiley and Sons, Inc., 1986. — P. 733–740.
9. McGarigal K. FRAGSTATS: Spatial Analysis Program for Quantifying Landscape Structure [електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://iale.org.uk/files/pdfs/What-is-Fragstats.pdf>
10. User Guide for the MODIS Land Cover Type Product (MCD12Q1)/[електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.bu.edu/lcsc/files/2012/08/MCD12Q1_user_guide.pdf
11. Raster Calculator user guide [електронний ресурс]. — Режим доступу: http://gep.frec.vt.edu/VCCS/materials/PDFs/5.10-Working_with_Raster_Calculator.pdf

Надійшла 29.01.2015