

УДК 502.7:577.4

Бояр А.О., асистент кафедри країнознавства
і міжнародних відносин Волинського
державного університету ім. Лесі Українки

Методичні основи інтегрального геоекосистемного аналізу транскордонного регіону

У статті розглядаються основні підходи та методи, що повинні лежати в основі інтегрального геоекосистемного дослідження транскордонного регіону. Серед узагальнюючих категорій, які характеризують сукупність соціально-економічних та природних факторів сталого розвитку регіону, виділяються антропогенне навантаження на геоекосистеми та їх екологічна стійкість. Наголошується на тому, що найбільш ефективною для проведення інтегральної оцінки цих категорій є методика побудови таксономічного показника рівня розвитку. Запропоновані основні напрями практичного застосування отриманих інтегральних показників.

Ключові слова: геоекосистема, екологічна стійкість, антропогенне навантаження, транскордонний регіон, екологічна напруженість, сталий розвиток.

Boyar A.O.

The Methodical Bases of the Integrated Geoecosystem Analyses of the Crossborder Region

The main approaches and methods of the integrated geoecosystem research of a crossborder region are considered in the article. The anthropogenic pressure over the geoecosystems and their ecological sustainability are singled out as the generalized categories, that characterize the complex of the social-economic and natural factors of the sustainable regional development. It is also stressed that the methodic of the calculation of the *taxonomic development level index* is the most effective for the integrated assessment of those categories. The main directions of usage of the received integrated indexes are proposed.

Keywords: ecological sustainability, anthropogenic pressure, geoecosystem, crossborder region, ecological tension, sustainable development.

В умовах переходу суспільства на загальноприйняті засади сталого розвитку дослідження проблем комплексно-пропорційного, екологічно та економічно збалансованого функціонування суспільно-територіальних утворень будь-якого типу та рівня набуває особливої актуальності. Інтеграційні процеси на європейському континенті, розвиток транскордонного співробітництва України та геопросторова специфіка екологічних проблем спонукають до більш ґрунтовного вивчення особливостей природно-господарських взаємозв'язків у транскордонному аспекті.

На першому етапі порівняльно-географічного аналізу геоекосистем транскордонного регіону доцільно окреслити еколого-економічні фактори їх сталого розвитку. Серед них виділяємо дві групи: соціально-економічні та природні. До соціально-економічних відносимо: тип і характер минулої і сучасної системи господарювання, екологічне минуле, соціально-демографічна ситуація і характер розселення, рівень розвитку, структура і територіальна організація господарства, нормативно-правова, науково-теоретична, інформаційна забезпеченість природоохоронної діяльності, а також рівень розвитку прикордонного екологічного співробітництва. До природних факторів належать: природні умови, територіальна диференціація природних ресурсів та стійкість геоекосистем до зовнішніх (антропогенних) впливів [1]. Ключовим серед них є фактор екологічної стійкості до антропогенних впливів, у якому, фактично, відображаються попередні два.

Усі наведені соціально-економічні фактори формують фактор антропогенного навантаження, а в кінцевому результаті поряд з природними факторами обумовлюють потенційний екологічний стан території [1], який є прямим загальним фактором сталого розвитку геоекосистем. Тому для здійснення порівняльного аналізу геоекосистем певного регіону, в тому числі і транскордонного, найбільш ефективною була б оцінка вище перерахованих факторів у зведеному вигляді. Для такої оцінки найдоцільніше, на нашу думку, використати методику побудови **таксономічного показника рівня розвитку**, запропоновану З.Хельвегом [5]. Таксономічний показник рівня розвитку являє собою синтетичну величину, “рівнодіючу” усіх ознак, що дозволяє з його допомогою упорядкувати елементи даної сукупності [4]. Названу методику пропонуємо використовувати для комплексної оцінки соціально-економічних факторів, тобто для визначення *антропогенного навантаження на геоекосистеми* транскордонного регіону, а також для обрахунку їх *екологічної стійкості*. Найбільш доцільно у такому випадку проводити оцінку у розрізі геоекосистем адміністративно-територіальних утворень певного рангу в межах регіону. Це значно полегшує збір первинного статистичного матеріалу і надає дослідженню конструктивно-прикладного значення (з’являється можливість використання отриманих результатів конкретними координаційними структурами для складання програм та індикативних планів територіального розвитку і т. д.).

Процес побудови *таксономічного показника рівня розвитку* починається з формування матриці спостережень [2]. Припустимо, що є множина з w елементів, що описуються n ознаками. Тоді кожний об’єкт можна інтерпретувати як точку n -мірного простору з координатами, рівними значенням n ознак для об’єкту, що розглядається. Названу матрицю спостережень можна представити таким чином:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{w1} & x_{w2} & \dots & x_{wk} & \dots & x_{wn} \end{bmatrix}, \text{ де}$$

w – число об’єктів;

n – число ознак;

x_{ik} – значення ознаки k для об’єкту i .

Стандартизація значень ознак виконується у відповідності з формулою:

$$z_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{s_k},$$

причому:

$$\bar{x}_k = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w x_{ik},$$

$$s_k = \left[\frac{1}{w} \sum_{i=1}^w (x_{ik} - \bar{x}_k)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \text{ де}$$

$k = 1, 2, \dots, n$;

\bar{x}_k – середнє арифметичне значення знаку k ;

s – стандартне відхилення знаку k ;

z_{ik} – стандартизоване значення знаку k для об'єкту i .

Стандартизація ознак матриці спостережень надає їй вигляд:

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1k} & \dots & z_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{i1} & z_{i2} & \dots & z_{ik} & \dots & z_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{w1} & z_{w2} & \dots & z_{wk} & \dots & z_{wn} \end{bmatrix}.$$

Заповнення втраченої інформації здійснюється введенням коефіцієнтів ієрархії на основі розрахунку матриці відстаней з допомогою евклідової метрики, тобто

$$c_{rs} = \left[\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (z_{rk} - z_{sk})^2 \right]^{1/2}, \text{ де}$$

$$r = 1, 2, \dots, w;$$

$$s = 1, 2, \dots, w.$$

Після обчислення відстаней між усіма об'єктами даної сукупності отримуємо матрицю відстаней. Її можна подати у такому вигляді:

$$C = \begin{bmatrix} 0 & c_{12} & \dots & c_{1i} & \dots & c_{1w} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{i1} & c_{i2} & \dots & 0 & \dots & c_{iw} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{w1} & c_{w2} & \dots & c_{wi} & \dots & 0 \end{bmatrix}, \text{ де}$$

c_{ij} – відстань між елементами i та j .

Для розрахунку коефіцієнтів ієрархії використовується метод критичної відстані, який полягає у знаходженні найменших відстаней у кожному стовбці (або рядку) матриці відстаней і потім виборі з них найбільшої величини, тобто

$$k = \max_r \min_s c_{rs},$$

Далі здійснюються дії, пов'язані безпосередньо з розрахунком коефіцієнтів ієрархії:

$$Q_r = \{(r, s) \mid c_{rs} \leq k; s = 1, 2, k, w\};$$

$$\varepsilon_r = \sum_{(r,s) \in Q_r} c_{rs};$$

$$\varepsilon_m = \max_r \varepsilon_r;$$

$$\lambda_r = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_m}.$$

Здобуті значення коефіцієнтів ієрархії помножуються на значення відповідних ознак у стандартизованій матриці спостережень.

Наступний крок повинен полягати у диференціації ознак матриці на стимулятори і дестимулятори. Оскільки у нашому наборі ознак усі вони по відношенню до досліджуваного явища виконують стимулюючу роль, то побудова так званого еталону розвитку буде дещо спрощеною. Він представлятиме собою точку P_0 з координатами:

$$P_0(z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0n}),$$

де z_{0s} – стандартизоване значення ознаки s для об'єкту r .

Відстань між окремими точками-об'єктами і точкою P_0 , що представляє еталон розвитку, позначається c_{i0} і розраховується таким чином:

$$c_{i0} = \left[\sum_{s=1}^n (z_{is} - z_{0s})^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (i=1, 2, \dots, w).$$

Здобуті відстані служать вихідними величинами, що використовуються при розрахунку показників рівня розвитку:

$$d_i = 1 - \frac{c_{i0}}{c_0}, \text{ де}$$

$$c_0 = \bar{c}_0 + 2S_0;$$

$$\bar{c}_0 = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w c_{i0};$$

$$S_0 = \left[\frac{1}{w} \sum_{i=1}^w c_{i0} - \bar{c}_0 \right]^2.$$

Показник рівня розвитку d_i інтерпретується так: даний об'єкт (явище) тим більше розвинутий, чим ближче значення показника до одиниці.

При безпосередньому використанні даної методики виникає потреба найбільш адекватного і об'єктивного вибору факторних ознак, які характеризують категорії антропогенного впливу (навантаження) та екологічної стійкості геоекологічних систем. Кожен вид антропогенного впливу на геоекологічну систему можна описати рядом параметрів. Такими параметрами, наприклад, є: для впливу землеробства – кількість внесених добрив, пестицидів на одиницю площі за рік, питомий тиск сільськогосподарських машин на ґрунт, глибина обробки ґрунту, маса ґрунту, яка щорічно втрачається зі збиранням коренеплодів тощо; для впливу рекреації – кількість відпочиваючих на одиницю площі протягом року, максимальна кількість відпочиваючих за один день (пікове одночасне навантаження), число наметів, кострищ на одиницю площі, витопування трав'яного покриву (число проходів рекреантів за одиницю часу на одиницю площі); для промислових впливів – об'єми викидів різних забруднюючих речовин у компоненти довкілля (середні разові, максимальні разові, в цілому за рік), шумове і теплове забруднення, об'єми води у технологічних циклах тощо [3, с.189].

Такі безпосередні показники антропогенних впливів на геоекологічну систему найбільш об'єктивні, проте далеко не всі вони можуть бути виражені чи достатньо ефективно описані кількісно. Крім цього, взяті кожен окремо, вони не демонструють сукупного (інтегрального) впливу антропогенного фактора на геоекологічну систему. Досить утруднене кількісне врахування більшості факторів опосередкованої дії. Але оскільки вони відображаються у фактах прямої дії, то останні досліджуються з їх кількісним "покриттям". Виникає необхідність визначити фактори, вплив яких є прямим і очевидним і може бути виражений територіально диференційованими показниками. Розгляд деяких факторів у розрізі адміністративно-територіальних одиниць суміжних територій не має сенсу з огляду на їх постійний (малодиференційований) характер на усій території регіону. Частина факторних ознак повинна бути виключена у зв'язку з

відсутністю необхідної статистичної інформації у цьому плані (наприклад, питомий тиск сільськогосподарських машин на ґрунт, шумове і теплове забруднення тощо).

У випадку дослідження транскордонного регіону, який охоплює територію України, пропонуємо використовувати такі кількісні характеристики факторів антропогенного навантаження: відведення стічних забруднених вод (млн. м³), густина населення (чол./км²), площа зайнятих відходами угідь (% території), частка земель підданих водній ерозії (% території), використання пестицидів (кг діючої речовини на 1 га оброблених площ), обсяг внесених мінеральних добрив (кг на 1 га удобрених площ), обсяг викидів від стаціонарних джерел забруднення (т/км²), обсяг викидів від пересувних джерел забруднення (т/км²), густина залізничних і автомобільних шляхів (км/100 км²), частка меліорованих земель (% території), частка радіоактивно забруднених земель (>1 Кі/км²) (% території), частка розораних земель (% території), частка сільськогосподарських угідь, підданих вітровій ерозії (% території). При оцінці екологічної стійкості доцільно і практично можливо використовувати такі показники: середня продуктивність екосистем (т/км² за рік), площа природно-заповідного фонду (% території), середній вміст гумусу в ґрунтах (%), частка лісо-чагарникових площ (% території), частка перезволожених земель (% території).

Для дослідження динаміки процесів збір даних і розрахунки слід проводити у певному часовому інтервалі (наприклад, через десятиріччя). На основі отриманих інтегральних показників (індексів) антропогенного навантаження (ІАН) та екологічної стійкості (ІЕС) виникає можливість провести типізацію і таксонування території транскордонного регіону. Обрахунок згідно загальноприйнятої методики коефіцієнта парної кореляції між територіально диференційованими ІАН та ІЕС дає підстави робити висновки про (не)дотримання еколого-економічних пропорцій при переході до сталого розвитку регіону. Відстеження кореляційної залежності між однією з вихідних факторних ознак та інтегральним показником дозволяє виділити найбільш суттєві з них для формування категорій антропогенного навантаження й екологічної стійкості та корегування цих категорій.

Для інтегральної оцінки екологічного стану території пропонуємо розраховувати *індекс екологічної напруженості* (ІЕН) геоекосистем за формулою:

$$ІЕН = \frac{ІАН}{ІЕС}.$$

У разі, якщо ІЕН значно перевищує 1, то можна стверджувати про високу (критичну) екологічну напруженість геоекосистеми. При значеннях ІЕН близьких до 1 – екологічно нестабільні геоекосистеми. Якщо ж індекс значно менший 1, то це є підставою відносити геоекосистему до екологічно врівноважених (стійких) територій. Територіально диференційований показник екологічної напруженості може слугувати одним з основних критеріїв еколого-господарського районування території.

Отже, в основі геоекосистемного аналізу транскордонного регіону повинен лежати комплексно-регіональний підхід. Основними категоріями, що характеризують сукупність соціально-економічних та природних факторів сталого розвитку регіону є антропогенне навантаження на геоекосистеми та їх екологічна стійкість. Найбільш ефективно провести інтегральну оцінку цих категорій дозволяє застосування методики побудови таксономічного показника рівня розвитку. Велику увагу слід приділяти порівняльно-географічному аналізу отриманих індексів антропогенного навантаження та екологічної стійкості, як таких, що визначають рівень екологічної

напруженості геоекосистем. Надзвичайно важливим є врахування результатів геоекосистемного аналізу транскордонного регіону при узгодженому плануванні еколого-господарського розвитку територій органами місцевого врядування прикордонних адміністративно-територіальних одиниць.

Література

1. Бояр А.О. Фактори природоохоронної діяльності у прикордонному суспільно-територіальному комплексі // Науковий вісник ВДУ. Географічні науки (Економічна і соціальна географія, країнознавство). - Луцьк: Ред.-вид. відд. “Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2001. – С. 27-31.
2. Веслав П. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях. – М.: Статистика. – 1980. – 151 с.
3. Костецкий В. Організаційно-правовий механізм регулювання в галузі охорони довкілля. – К.: ЗАТ “Нічлава”, 1997. – 120 с.
4. Тисячна Н.В. Теоретичні основи і вибір методів комплексної оцінки стану навколишнього природного середовища; Автореф. дис. ... к. геогр. наук: 21.00.08/Харківський державний університет. – Х., 1998.
5. Hellwig Z. Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom rozwoju I structure wykwalifikowanych kadr. – Przegląd statystyczny, 1968. – №4.

Статтю подано до редколегії 20.02.2002 р.

Адреса для листування: 43021, м.Луцьк, вул. Винниченка, 28/205,
тел. (38 03322) 4-92-72