Эколого-гидроморфологические подходы к идентификации и размежеванию мелководной и береговой зон крупных равнинных водохранилищ

Дубняк С.С.

С эколого-гидроморфологических позиций обоснована необходимость отнесения надводных частей (прибрежных полос, побережий) береговой зоны водохранилищ к экотону между водной и наземной экосистемами, а подводных частей (береговых отмелей) к экосистеме зоны мелководий водохранилища. Дана оценка существующих способов идентификации и размежевания зоны мелководий и береговой зоны. Предложены подходы и расчетные схемы определения границ мелководий для различных моделей и стадий их развития.

Ключевые слова: *водная экосистема, экотон, гидроморфологические зависимости, водохранилище, мелководья, побережье, границы экосистем.*

Ecohydromorphological approaches to identification both delimitation of shallow and coastal zones of large flat reservoirs

Dubnyak S.S.

From ecohydromorphological positions the necessity of reference of surface parts (coastal strips, coasts) of reservoir coastal zone to ecoton between the water and ground ecosystem and underwater parts (coastal beach) to ecosystem of a shallow zone of reservoir is proved. The estimation of existing ways of identification both delimitation of a shallow and coastal zones is given. The approaches and settlement circuits of delimitation of shallow water bodies for various models and stages of their development are offered.

Keywords: *aquatic ecosystem, ecoton, hydromorphological formulas, reservoir, shallow water bodies, coast, ecosystem border.*

Надійшла до редколегії 05.02.10

УДК 911.9 [502.36 : 911.375]

Корогода Н.П.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

КРИТЕРІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОМЕРЕЖІ В РІЧКОВИХ БАСЕЙНАХ

Ключові слова: *екомережа, геоінформаційне моделювання, критерії ідентифікації*

Стан проблеми. Одним з найголовніших питань моделювання екомереж на різних територіальних рівнях є питання вибору критеріїв ідентифікації елементів екомережі. Основні вимоги до вибору (за [3]) територій для екомережі висуваються таким чином, щоб вони задовольняли одному чи декільком критеріям. Зокрема, для вибору територій природних ядер застосовуються три групи критеріїв – біоекологічні, ландшафтні та територіальні, для вибору територій екокоридорів – критерії ефективної протяжності і ширини, територіальної зв'язаності, а також екотопічний та гідроекологічний критерії тощо.

Постановка завдання. Зазначені критерії, можуть використовуватись на всіх масштабних рівнях проектування, проте вони розроблялись і перевірялись головним чином для міжрегіональної екомережі, тому потребували певної трансформації і розвитку для регіонального і локального рівнів, зокрема, для ефективного вибору територій для регіональної екомережі необхідно було створити таку схему критеріїв, яка б не лише систематизувала і удосконалювала наявні, а також, за необхідності, містила нові за змістом критерії.

Основні результати. Для вирішення поставленої задачі нами в [2] було спочатку проведено тестування існуючих розрахункових показників ландшафтного різноманіття з метою оцінки їх ефективності та розробки, за необхідності, нових показників. Це завдання вирішувалося за допомогою як теоретичного аналізу, так і за допомогою тематичної перевірки певних розрахункових параметрів на фактичному матеріалі тестового об'єкта досліджень – території басейну Росі. При цьому використовувався вихідний набір показників ландшафтного різноманіття, систематизований у праці [3]. Тестування показників на фактичних значеннях здійснювалося для центрів правильних шестикутних ковзних неперетнутих вікон («стільників»), побудованих на регулярній сітці, що накладена на геосистеми генетико-морфологічної ЛТС басейну Росі [2].

Найбільш доцільними для перевірки ефективності тих, чи інших розрахункових показників за змістом вважалися параметри: для хоричного різноманіття – N, для типового – m, а інтегрально, для складності ЛТС, – добуток (N m). Тобто, зміна саме цих трьох параметрів має адекватно відображатися відповідними розрахунковими показниками, незалежно від конкретної структури останніх. До того ж, у інформаційному аспекті, добуток (N m) можна вважати однією з найбільш репрезентативних "стислих" комбінацій вихідних параметрів ландшафтного різноманіття у цілому.

Результати тестування і оцінки існуючих розрахункових показників наведено в нашій праці [2]. Аналіз цих результатів засвідчив, що протестовані розрахункові показники мали певні вади, що призвело до необхідності розробки нових за змістом і структурою симплексних і інтегральних показників ландшафтного різноманіття, які є ефективними, вельми зіставними та тими, що добре картографуються, у т.ч. засобами ГІС. Саме такими показниками, що початково за змістом наслідують структуру широко застосовних у ймовірнісних математичних методах в геоекології та інших природничих дисциплінах ([1]) безрозмірних параметрів розсіювання (варіабельності) значень випадкових величин і функцій – коефіцієнтів варіації та модульних коефіцієнтів (унормованих величин) – і став запропонований нами спільно з проф. Самойленко В.М. комплекс з безрозмірних 5 часткових (симплексних), 3 усереднених і 1 інтегрального (середньовиваженого) коефіцієнтів хорично-типової варіації (із загальним типом символу $C_{v,CH/TYP}$), регіональних модульних коефіцієнтів ($K_{Nm,reg}$) та інтегральних індексів ($I_{CH/TYP}$) хорично-типової мінливості генетико-

морфологічної ЛТС, в яких використані всі основні вихідні параметри ландшафтного різноманіття, і які диференціюються на 3 групи.

До першої з таких груп – набору коефіцієнтів хорично-типової варіації, що враховують "внутрішній" аспект зазначеної варіації у кожному *k*-му "стільнику", належать:

1) коефіцієнт хоричної варіації 1 ($C_{v,CH,1,k}$) за формулою

$$C_{v,CH,1,k} = \{\{1 / (N-1)\} \sum_{i=1}^{N} (s_i - s_N^*)^2\}^{0,5} / s_N^* = \{\{1 / (N-1)\} \sum_{i=1}^{N} (K_{s,i} - 1)^2\}^{0,5}, \quad (1)$$

де s_i – площа *i*-тої геосистеми у кожному "стільнику";N – число всіх геосистем у кожному "стільнику";s_N^* – середня площа геосистем у *k*-тому "стільнику", тобто

$$s_N^* = S / N, \quad (2)$$

S – площа всіх геосистем у кожному "стільнику" певного розміру; $K_{s,i}$ – відповідний модульний коефіцієнт за власною формулою

$$K_{s,i} = s_i / s_N^* = N \ s_i / S. \quad (3)$$

Як видно із структури показника за формулами (1)-(3), він відтворює варіабельність "питомих" (для кожного "стільника") площ геосистем, з додатковим урахуванням при цьому параметра їх кількості (формула (3));

2) коефіцієнт хоричної варіації 2 ($C_{v,CH,2,k}$) за формулою

$$C_{v,CH,2,k} = \{\{1 / (N-1)\} \sum_{i=1}^{N} (l_i - l_N^*)^2\}^{0,5} / l_N^* = \{\{1 / (N-1)\} \sum_{i=1}^{N} (K_{l,i} - 1)^2\}^{0,5}, \quad (4)$$

де l_i – периметр *i*-тої геосистеми у кожному "стільнику"; l_N^* – середній периметр геосистем у *k*-тому "стільнику", тобто

$$l_N^* = L / N, \quad (5)$$

L – загальний периметр всіх геосистем у кожному "стільнику"; $K_{l,i}$ – відповідний модульний коефіцієнт за власною формулою

$$K_{l,i} = l_i / l_N^* = N \ l_i / L. \quad (6)$$

Структура показника за формулами (4)-(6) свідчить про те, що він відтворює варіабельність "питомих" периметрів геосистем, до того ж з одночасним урахуванням кількості геосистем (формула (6)) як обов’язкового для застосування параметра хоричного різноманіття;

3) усереднений (за відповідною кількістю, площами і периметрами геосистем) коефіцієнт хоричної варіації ($C_{v,CH,k}^*$) за очевидною формулою

$$C_{v,CH,k}^* = (C_{v,CH,1,k} + C_{v,CH,2,k}) / 2, \quad (7)$$

4) коефіцієнт типової варіації 1 ($C_{v,TYP,1,k}$) за формулою

$$C_{v,TYP,1,k} = \{\{1 / (m-1)\} \sum_{j=1}^{m} (s_j - s_m^*)^2\}^{0,5} / s_m^* = \{\{1 / (m-1)\} \sum_{j=1}^{m} (K_{s,j} - 1)^2\}^{0,5}, \quad (8)$$

де s_j – площа геосистем j-го типу у кожному "стільнику"; m – число типів геосистем у кожному "стільнику"; s_m* – середня площа типу геосистем у k-тому "стільнику", тобто

$$s_m* = S / m. \quad (9)$$

$K_{s,j}$ – відповідний модульний коефіцієнт за власною формулою

$$K_{s,j} = s_j / s_m* = m \ \ s_j / S. \quad (10)$$

Згідно із структурою показника за формулами (8)-(10), він відтворює варіабельність "питомих" площ геосистем певного типу, додатково одночасно зважаючи при цьому на "визначальний" параметр кількості типів (формула (10));

5) коефіцієнт типової варіації 2 ($C_{v,TYP,2,k}$) за формулою

$$C_{v,TYP,2,k} = \{\{1 / (m - 1)\} \sum_{j=1}^{m} (l_j - l_m*)^2\}^{0,5} / l_m* = \{\{1 / (m - 1)\} \sum_{j=1}^{m} (K_{l,j} - 1)^2\}^{0,5}, \quad (11)$$

де l_j – периметр геосистем j-го типу у кожному "стільнику"; l_m* – середній периметр типу геосистем у k-тому "стільнику", тобто

$$l_m* = L / m. \quad (12)$$

$K_{l,j}$ – відповідний модульний коефіцієнт за власною формулою

$$K_{l,j} = l_j / l_m* = m \ \ l_j / L. \quad (13)$$

Структура показника за формулами (11)-(13) показує, що він віддзеркалює варіабельність "питомих" периметрів типів геосистем, з урахуванням кількості типів геосистем (формула (13)) як одного з основних параметрів типового різноманіття;

6) усереднений (за числом, площами і периметрами типів) коефіцієнт типової варіації ($C_{v,TYP,k}*$), за формулою, що має очевидний вигляд

$$C_{v,TYP,k}* = (C_{v,TYP,1,k} + C_{v,TYP,2,k}) / 2, \quad (14)$$

7) коефіцієнт типової варіації 3 ($C_{v,TYP,3,k}$) за формулою

$$C_{v,TYP,3,k} = \{\{1 / (m - 1)\} \sum_{m}^{m} (n_j - n*)^2\}^{0,5} / n* = \{\{1 / (m - 1)\} \sum_{m}^{m} (K_{n,j} - 1)^2\}^{0,5}, \quad (15)$$

де n_j – кількість геосистем j-го типу у кожному "стільнику"; $n*$ – унормована за кількістю типів ("середня для типу") кількість геосистем у k-тому "стільнику", тобто

$$n* = N / m, \quad (16)$$

$K_{s,j}$ – відповідний модульний коефіцієнт за формулою

$$_{,j} = n_j / n* = m \ \ n_j / N. \quad (17)$$

Дуже цікавий за структурою показник за формулами (15)-(17), поєднує у собі характеристику як типового, так і, частково, хоричного різноманіття, а проте через перевагу першого умовно кваліфікується як коефіцієнт саме типової варіації, хоча може бути застосований і як самостійний

квазіінтегральний параметр ландшафтного різноманіття (що обумовлює недоцільність його включення до складу усередненого $C_{v,TYP,k}$*);

8) середній коефіцієнт хорично-типової варіації ($C_{v,CH/TYP,k}$*) за формулою

$$\boldsymbol{C_{v,CH/TYP,k}^* = (C_{v,CH,1,k} + C_{v,CH,2,k} + C_{v,TYP,1,k} + C_{v,TYP,2,k} + C_{v,TYP,3,k}) / 5.} \qquad (18)$$

Структура такого усередненого показника досить повно поєднує за набором характеристики хоричного і типового різноманіття за певного переважання у врахуванні останнього за числом показників, що є достатньо логічним з огляду на зміст поняття складності ЛТС.

А проте, більш формалізована і доцільна перевірка взаємної пов'язаності показників за формулами (1)-(17) та їх відносного інформаційного внеску в середній $C_{v,CH/TYP,k}$* за формулою (18), виконана з метою визначення структури дійсно інтегрального коефіцієнта хорично-типової варіації та проведена за допустимого спрощення на рівні коефіцієнтів парної лінійної кореляції для "стільників" різного розміру засвідчила:

– по-перше, досить відчутний кореляційний зв'язок у змінах як 1 і 2 коефіцієнтів хоричної варіації, так і 1 і 2 коефіцієнтів типової варіації (в обох випадках – за площами і периметрами, див. [2]). Це говорить про недоцільність самостійного застосування зазначених коефіцієнтів у певній інтегральній характеристиці через дублювання інформації і про доцільність використання при такому застосуванні усереднених "за площами і периметрами" геосистем коефіцієнтів варіації ($C_{v,CH,k}$* і $C_{v,TYP,k}$*) з певними зниженими "вагами". При цьому інформаційний внесок останніх у середній $C_{v,CH/TYP,k}$* максимально зберігається (див. [2]);

– у загальній структурі інформаційного внеску кожного з симплексних коефіцієнтів в усереднений коефіцієнт хорично-типової варіації (див. [2]) простежується відчутне загальне переважання внеску коефіцієнтів хоричної варіації, чому виникає потреба зміни такого балансу в інтегральному показнику у бік коефіцієнтів типової варіації;

– найменш кореляційно пов'язаним з середнім показником за формулою (18), а отже найбільш "інформаційно корисним" є коефіцієнт типової варіації 3 ($C_{v,TYP,3,k}$), який і повинен мати досить значну "вагу" у інтегральному показнику.

Зважання на щойно зазначені особливості і призвело до необхідності застосування інтегральної характеристики хорично-типової варіації у вигляді середньовиваженого (для $C_{v,CH,k}$*, $C_{v,TYP,k}$* та $C_{v,TYP,3,k}$ за певним чином збалансованими основними вихідними параметрами різноманіття, N і m) коефіцієнта $C_{v,CH/TYP,k}$**, який і враховує ці особливості і наведений далі як підсумковий у першій групі;

9) інтегральний (середньовиважений) коефіцієнт хорично-типової варіації ($\boldsymbol{C_{v,CH/TYP,k}^{**}}$) за формулою

$$\boldsymbol{C_{v,CH/TYP,k}^{**} = \{a\, N\, C_{v,CH,k}^* + (b - 0{,}75)\; m\, C_{v,TYP,k}^* + (b - 0{,}25)\, m\, C_{v,TYP,3,k}\} / (a\, N + b\, m),} \qquad (19)$$

де $\boldsymbol{a}$ і $\boldsymbol{b}$ – балансові коефіцієнти, a = 0,25, b = 1,00.

Друга група показників представлена регіональними модульними коефіцієнтами хорично-типової мінливості ($\boldsymbol{K_{Nm,reg,k}}$), що враховують вже варіабельність добутку основних (найбільш репрезентативних) вихідних параметрів ландшафтного різноманіття (складності ЛТС) кожного k-го "стільника" певного розміру у масштабі усього регіону проектування екомережі $\{(N\,m)_k\}$, тобто визначаються за формулою

$$\boldsymbol{K_{Nm,reg,k} = (N\,m)_k \,/\, (N\,m)_{reg}^*}, \qquad (20)$$

де $\boldsymbol{(N\ m)_{reg}^*}$ – середнє для всього регіону значення добутку ($N\ m$) (для "стільників", на який поділено регіон, загальною їх кількістю $\boldsymbol{N_{cell}}$), тобто

$$\boldsymbol{(N\,m)_{reg}^* = \sum_{k=1}^{Ncell} (N\,m)_k \,/\, N_{cell}}. \qquad (21)$$

І, нарешті, третя група показників являє собою набір власне інтегральних індексів хорично-типової мінливості ЛТС ($\boldsymbol{I_{CH/TYP,k}}$), які поєднують міру "внутрішньої" варіабельності хорично-типової ЛТС та регіональний аспект такої варіабельності для k-го "стільника", а отже визначаються за формулою

$$\boldsymbol{I_{CH/TYP,k} = C_{v,CH/TYP,k}^{**}\, K_{Nm,reg,k}}. \qquad (22)$$

У цілому очевидно, що вже власне за структурою, яка відображає об’єктивні способи їх побудови, запропоновані вище нові показники хоричного і типового ландшафтного різноманіття за формулами (1)-(22), що є застосовними в залежності від задач моделювання як кожний окремо, так і у вигляді усереднених або інтегральних характеристик, загалом не потребують спеціальної додаткової перевірки на натурних даних. А проте, для наочного підтвердження правомірності останньої тези, така перевірка була виконана шляхом графічного зіставлення розрахованих на прикладі території басейну Росі значень інтегральних індексів хорично-типової мінливості і відповідних значень домінантного тестового параметра ($N\ m$). Результати такого зіставлення, наведені в [2]), насамперед добра за достовірністю апроксимація зв’язку $I_{CH/TYP,k} = f\,(N\,m)$ ($R^2 > 0{,}86$) степеневими трендами, і засвідчують наочно правомірність зроблених вище побудов, віддзеркалюючи органічне поєднання одночасного відтворення стійких регіональних тенденцій зміни зазначених індексів, урізноманітнених специфікою коливань їх складників всередині кожного ковзного вікна.

Обґрунтування виду і складу розрахункових показників вже біорізноманіття ґрунтувалося передусім на аналізі існуючих пропозицій з цієї проблеми [3] і структури Червоної та Зеленої книг України, насамперед у їх електронному варіанті, з урахуванням загальних підходів до моделювання, викладених у [2] і попереднього тексту стосовно вихідної фіксації показників у центрах стільників, що є цілком застосовним і для певних числових характеристик біорізноманіття при їх аналізі за допомогою інструментарію ГІС.

Таким чином, по-перше, акцентуючи увагу саме на популяційних та ценотичних показниках біорізноманіття ([3],), можна запропонувати такий загальний набір цих показників у розрахунковому вигляді, як:

1) $\boldsymbol{m_{a,k}}$ – щільність кількості "червонокнижних" видів тварин у кожному *k*-тому "стільнику" або питома щільність "червонокнижних" видів тварин (1/км^2);

2) $\boldsymbol{m_{p,k}}$ – щільність кількості "червонокнижних" видів рослин у кожному "стільнику" або питома щільність "червонокнижних" видів рослин (1/км^2);

3) $\boldsymbol{m_{a+p,k}}$ – щільність кількості всіх "червонокнижних" біовидів у кожному "стільнику" або питома щільність "червонокнижних" біовидів (1/км^2);

4) $\boldsymbol{m_{g,p,k}}$ – щільність кількості всіх "зеленокнижних" рослинних асоціацій у кожному "стільнику" або питома щільність "зеленокнижних" асоціацій (1/км^2);

5) $\boldsymbol{N_{a,k}}$ – щільність місць розселення (мешкання) "червонокнижних" видів тварин у кожному "стільнику" або питома щільність ареалів "червонокнижних" видів тварин (1/км^2 при точковому подаванні всіх об’єктів та безрозмірна при площинному, що стосується і всіх наступних показників);

6) $\boldsymbol{N_{p,k}}$ – щільність місць розселення (мешкання) "червонокнижних" видів рослин у кожному "стільнику" або питома щільність ареалів "червонокнижних" видів рослин;

7) $\boldsymbol{N_{a+p,k}}$ – щільність місць розселення (мешкання) всіх "червонокнижних" біовидів у кожному "стільнику" або питома щільність ареалів "червонокнижних" біовидів;

8) $\boldsymbol{N_{g,p,k}}$ – щільність місць розселення всіх "зеленокнижних" рослинних асоціацій у кожному "стільнику" або питома щільність ареалів "зеленокнижних" асоціацій.

Стосовно щойно наведеного загального набору при виборі розрахункових показників згідно із спрямованістю роботи слід зазначити, що через ряд причин, зокрема через формат електронного варіанту Червоної та Зеленої книг України, відповідні об’єкти подані як у точковому, так і у площинному вигляді, що при поєднанні їх з регіональним рівнем і масштабом проектування екомережі (у нашому випадку 1:200000) робить наразі практично неможливим коректне визначення 4 (з 5 по 8) перелічених вище показників, а тим більше розробку певного інтегрального показника, як це було зроблено стосовно ландшафтного різноманіття. Таке можливо або при зміні електронних форматів Червоної і Зеленої книг, або при залученні, за наявності, інших, електронних чи придатних для цифрування, джерел з масштабом, належним для моделювання регіональної екомережі [2]. Тому, для обраного нами регіонального рівня моделювання екомережі з використанням показників біорізноманіття, з огляду на критерій коректності їх фіксації, у т.ч. засобами ГІС, є сенс застосовувати вибірковий набір показників лише видового созо-популяційного біорізноманіття, а саме величини питомої щільності "червонокнижних" видів тварин і рослин і "зеленокнижних" асоціацій останніх, тобто $m_{a,k}$, $m_{p,k}$, $m_{a+p,k}$ і $m_{g,p,k}$, причім характеристики $m_{a+p,k}$ і $m_{g,p,k}$ за їх змістом можна вважати найбільш

репрезентативними (характерними як "квазіінтегральні") для специфіки наших досліджень.

До речі, правомірність останнього вибору підтверджується і чисельно. Так, проведене на прикладі басейну Росі (97 пар значень) оцінювання парного лінійного кореляційного зв'язку між щойно згаданими характеристиками (97 пар для всіх оцінювань) засвідчило:

– наявність доброго і задовільного (за [1]) кореляційного зв'язку, між, відповідно, $m_{a.k}$ і $m_{a+p.k}$ (коефіцієнт кореляції $r = 0{,}89$) та $m_{p,k}$ і $m_{a+p.k}$ ($r = 0{,}75$), що говорить про недоцільність дублювання однакового об'єму інформації шляхом одночасного застосування всіх трьох показників $m_{a.k}$, $m_{p.k}$ і $m_{a+p.k}$;

– практичну відсутність скорельованості показників $m_{a+p.k}$ і $m_{g,p.k}$ ($r = 0{,}03$).

Таким чином, вирішення всіх зазначених вище завдань дозволило провести розробку класифікаційної схеми критеріїв ідентифікації об'єктів моделювання проектної регіональної екомережі. В основу такої класифікаційної схеми було покладено спадний ієрархічний ланцюжок класифікаційних таксонів "клас – тип (підтип) – вид (підвид)" критеріїв. Результати розробки наведені у таблиці [2].

Загалом же при практичній реалізації моделювання екомережі на регіональному масштабному рівні за основні вихідні критерії було обрано такі достатньо репрезентативні типи (підтипи) критеріїв ідентифікації, як: а) інтегральний-2 підтип типу критеріїв ландшафтного різноманіття (з його параметричним видом у вигляді інтегрального індексу хорично-типової мінливості ЛТС, $\boldsymbol{I_{CH/TYP,k}}$, за (22)); б) тип біопопуляційних критеріїв (з його параметричним видом у вигляді індексу питомої щільності "червонокнижних" біовидів, $\boldsymbol{m_{a+p,k}}$); в) тип біоценотичних критеріїв (з його параметричним видом у вигляді індексу питомої щільності "зеленокнижних" асоціацій рослин, $\boldsymbol{m_{g,p,k}}$); г) тип критеріїв ландшафтної репрезентативності (з його параметричним видом у вигляді індексу композиційної репрезентативності території, $\boldsymbol{RC_k}$, за (23), який за [3], визначає ареали ("стільники") з найбільш типовою структурою ландшафту і відповідає запису

$$\boldsymbol{RC_k = 1 \,/\, \{\{1 + \{\sum_{j=1}^{m} (s_j / S - S_j / S_{reg})\}^{0,5}\}\}} \;, \qquad (23)$$

де $\boldsymbol{s_j}$ – площа геосистем j-го типу у кожному k-тому "стільнику" певного розміру; $\boldsymbol{S}$ – площа всіх геосистем у кожному "стільнику"; $\boldsymbol{S_j}$ – загальна площа геосистем j-го типу у регіоні; $\boldsymbol{S_{reg}}$ – площа всіх геосистем у регіоні.

На інших територіальних рівнях моделювання екомережі вибір критеріїв ідентифікації територіальних одиниць, набуває своєї специфіки. Нагадаємо, що у наявних розробках відзначалася необхідність дотримання певної ієрархії масштабних рівнів проектування екомережі у басейнах річок, до якої відносяться: міжрегіональний рівень (наприклад весь басейн Дніпра), регіональний (притоки Дніпра вищого порядку), локальний (притоки

нижчого порядку), що дозволяє інтегрувати в єдину систему локальні екомережі і поєднувати їх із Всеєвропейською екомережею.

Так, для міжрегіонального рівня проектування, може застосовуватися узагальнений в [3] набір певних розрахункових показників, зокрема: для визначення природних ядер виділялись території, в межах яких сучасний рослинний покрив найменш змінено та фрагментовано, застосовуючи показник за формулою :

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{s_i}{S} \right)^2, \qquad (24)$$

де $\boldsymbol{s_i}$ – площа i-го контуру з природною рослинністю; $\boldsymbol{n}$ – їх кількість; $\boldsymbol{S}$ – площа території, для якої проводяться розрахунки;

Для визначення репрезентативності певної ділянки екомережі використовувався індекс композиційної репрезентативності (***RC***) (23) території. До речі, застосування такого показника на регіональному і міжрегіональному рівнях дозволяє легко переносити обрані об’єкти з одного рівня на інший.

Що стосується розрахункових показників вже біорізноманіття – у наявних працях ([3]) використано систему переважно з 4 (з 5 по 8) вище перелічених розрахункових показників біорізноманіття, тобто показники питомої щільності ареалів "червонокнижних" видів або "зеленокнижних" асоціацій, причім у точковому подаванні об’єктів.

Критерії виділення територіальних одиниць локальної екомережі не повинні мати настільки формалізованого характеру, як при обґрунтуванні об’єктів регіональної чи міжрегіональної екомережі.

При проектуванні локальних екомереж необхідно враховувати такі фактори, як сучасний стан ділянки з природною рослинністю, його площа, типовість видового складу, загальна лісистість території тощо. Для регіонів де рослинний покрив майже зведено, будь-яка ділянка з рослинністю, близькою до природної, може розглядатися як природне ядро. І, навпаки, в межах територій зі слабко фрагментованим рослинним покривом лише найбільш цінні ділянки можуть розглядатися як природні ядра.

Ландшафтні критерії при проектуванні локальних екомереж також набувають своєї специфіки. Це зумовлено тим, що, з одного боку, не зовсім адекватним є оперування з терміном "ландшафтне різноманіття", позаяк на локальному масштабному рівні екомережа, як правило, розміщена в межах певного ландшафту. Проте, з іншого боку на території локальної екомережі можуть бути територіальні комплекси, які виділяються на фоні даного ландшафту своєю натуральністю, унікальністю, особливими естетичними якостями та іншими особливостями.

Висновки. Розроблена схема критеріїв ідентифікації об’єктів моделювання екомережі. При цьому, зокрема, обґрунтовані і подані у розрахунковому вигляді коефіцієнти і індекси хорично-типової мінливості ЛТС (формули (1)-(22)), що задовольняють поставлені завдання вибору опорних розрахункових характеристик ландшафтного різноманіття регіону.

Таблиця. **Класифікаційна схема критеріїв ідентифікації об'єктів моделювання проектної регіональної екомережі**

Клас, тип (підтип) критеріїв	Вид (підвид) критеріїв		Основний результат вихідного застосування критеріїв
	Вербальні (змістовні)	Параметричні (метричні і/або топологічні)	
1	2	3	4
1.1. Клас біоекосистемних критеріїв:			
1.1.1. Біопопуляційні критерії	Наявність рідких, ендемічних та реліктових видів	Питомі щільності числа і місць розселення (мешкання) "червонокнижних" біовидів	Місцезнаходження та атрибути біопопуляційних ядер і інших ареалів
1.1.2. Біоценотичні критерії	Наявність особливо цінних рослинних асоціацій, що потребують збереження	Питомі щільності числа і місць розселення "зеленокнижних" асоціацій рослинності	Місцезнаходження та атрибути біоценотичних ядер і інших ареалів
1.1.3. Загальні біоекосистемні критерії	Регіональна типовість і/або унікальність біоугруповань за складом домінантів і едифікаторів тощо	Задані параметри біотопів тощо	Місцезнаходження та атрибути біоекосистемних ядер і інших ареалів
1.2. Клас геосистемних критеріїв:			
1.2.1. Критерії ландшафтної унікальності	Зональна і/або регіональна унікальність геосистем, що збереглися у близькому до природного стані	Повторюваність типів ландшафтів і параметри обмежень на максимальну кількість та мінімальну площу геосистем	Місцезнаходження та атрибути ядер ландшафтної унікальності ("унікальних" геосистем)
1.2.2. Критерії ландшафтного різноманіття:			
1.2.2.1. хоричного різноманіття ЛТС	Територіальне поєднання значного числа довільних за типом геосистем	Коефіцієнти хоричної варіації за (1)-(7)	Місцезнаходження та атрибути ядер і інших ареалів хоричного різноманіття ЛТС
1.2.2.2. типового різноманіття ЛТС	Територіальне поєднання значного числа різнотипових геосистем	Коефіцієнти типової варіації за (8)-(17)	Місцезнаходження та атрибути ядер і інших ареалів типового різноманіття ЛТС
1.2.2.3. складності ЛТС (інтегральні-1)	Значна "строкатість" ЛТС за числом геосистем і числом їх типів	Інтегральні (середньовиважені) коефіцієнти хорично-типової варіації за (19) та регіональні модульні коефіцієнти хорично-типової мінливості за (20)	Місцезнаходження та атрибути ядер і інших ареалів складності (хорично-типового різноманіття) ЛТС

Продовження таблиці

1	2	3	4
1.2.2.4. контрастності ЛТС	Значна несхожість генезису і стану сусідніх геосистем	Питомі загальні довжини меж геосистем, коефіцієнти контрастності	Місцезнаходження та атрибути ядер і інших ареалів контрастності ЛТС
1.2.2.5. інтегральні-2	Значна варіабельність хорично-типової ЛТС з урахуванням її конкретно-територіального і регіонального аспектів	Інтегральні індекси хорично-типової мінливості ЛТС	Місцезнаходження та атрибути інтегральних ядер і інших ареалів хорично-типового різноманіття ЛТС
1.2.3. Критерії ландшафтної репрезентативності	Найбільша регіональна типовість структури геосистем	Індекси композиційної репрезентативності території за (23)	Місцезнаходження та атрибути ядер і інших ареалів ландшафтної репрезентативності
1.2.4. Критерії історико-культурної значущості ландшафтів	Історико-культурна, наукова та естетична значущість геосистем, які досі не віднесені до тих, що охороняються за актами про культурну спадщину	Параметр обмежень на мінімальну площу геосистем	Місцезнаходження та атрибути ареалів історико-культурної значущості ландшафтів
1.3. Клас комплексних критеріїв:			
1.3.1. Критерії біоландшафтної натуральності	Наявність геосистем (ділянок геосистем), що збереглися у близькому до природного стану, з екосистемами, що є репрезентативними для зони і/або регіону за типом біоугруповань	Площі і просторові розподіли ареалів природної рослинності (як індикатора)	Місцезнаходження та атрибути ареалів біоландшафтної натуральності
1.3.2. Природоохоронно-типові критерії:			
1.3.2.1. созологічно-типові	Належність до об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) певного типу та елементів міжрегіональної екомережі	Категорії, площі і просторові розподіли об'єктів ПЗФ	Місцезнаходження та атрибути "нормативно існуючих" елементів екомережі
1.3.2.2. статусно-типові	Належність до інших природних і перетворених територій певного типу, що особливо (спеціально) охороняються (у лісовому господарстві, мисливстві тощо)	Категорії, площі і просторові розподіли територій спеціального статусу	Місцезнаходження та атрибути статусно-типових ареалів

Продовження таблиці

1	2	3	4
1.3.3. Територіально-типові критерії:			
1.3.3.1. достатньої розмірності	Достатність розмірів об'єктів для виконання ними *ПСЕФ*, властивих певним елементам екомережі та їх типам	Типово обумовлені (для ядер, екокоридорів, буферних зон) спеціальні співвідношення, обмеження тощо	Ступінь відповідності вимогам до можливих елементів екомережі
1.3.3.2. суцільності	Суцільність або допустимість для типу поєднуваних ядер міри фрагментованості та видів "розривів" екокоридорів, які не обмежують(ліквідовують) їх необхідні біоміграційно-розселювальні і/або генофондно-обмінні функції	Типово обумовлені, допустимі відстані між фрагментами екокоридорів	Ступінь відповідності вимогам до можливих екокоридорів
1.3.3.3. типової відповідності	Подібність едафічних умов чи схожість біоугруповань ядер і екокоридорів, що їх поєднують	Коефіцієнти контрастності геосистем та коефіцієнти схожості угруповань ядер	Ступінь відповідності вимогам до можливих екокоридорів
1.3.4. Гідроінвайронментні критерії:			
1.3.4.1. гідроекосистемні	Значущість типовості, унікальності і натуральності ядер і інших ареалів та середовищ мешкання та міграції певних видів гідробіонтів	Морфометричні, видові і інші параметри	Місцезнаходження та атрибути гідроекосистемних ядер і інших ареалів
1.3.4.2. гідрогеосистемні	Природно-каркасна значущість геосистем басейнової ЛТС або геотаксонів водних об'єктів	Морфометричні, типові і топологічні параметри та просторові розподіли геосистем або геотаксонів	Місцезнаходження та атрибути гідрогеосистемних ядер і інших ареалів
1.3.5. Специфічні комплексні критерії	Доцільність віднесення певних можливих елементів екомережі лише до ядер, або екокоридорів, або зон потенційної ренатуралізації як результат комплексної персоніфікації цих можливих елементів	Морфометричні, типові, видові і інші параметри можливих елементів	Персоніфіковані можливі елементи екомережі

Отримана класифікаційна схема критеріїв має можливості її подальшої модифікації і розвитку, проте вже у запропонованому наразі вигляді може бути використана для геоінформаційного моделювання екомережі в річкових басейнах на різних масштабних рівнях проектування.

Список літератури

1.*Самойленко В.М.* Ймовірнісні математичні методи в геоекології / В.М. Самойленко. – К. : Ніка-Центр, 2002. – 404 с. **2.** *Самойленко В.М.* Геоінформаційне моделювання екомережі / В.М. Самойленко, Н.П. Корогода. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 224 с. **3.** *Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Концепция, методы и критерии создания экосети Украины / Шеляг-Сосонко Ю.Р., Гродзинский М.Д., Романенко В.Д. – К. : Фитосоциоцентр, 2004. – 144 с.

Критерії ідентифікації об′єктів моделювання екомережі в річкових басейнах

Корогода Н.П.

Розглянуті критерії ідентифікації об'єктів моделювання екологічної мережі в річкових басейнах для різних територіальних рівнів проектування.

Ключові слова: *екомережа, геоінформаційне моделювання, критерії ідентифікації.*

Критерии идентификации объектов моделирования экосети в речных бассейнах

Корогода Н.П.

Рассмотрены критерии идентификации объектов моделирования экологической сети в речных бассейнах для разных территориальных уровней проектирования.

Ключевые слова: *экосеть, геоинформационное моделирование, критерии идентификации.*

The identification criteria of ecological network modeling objects in river basins

Korogoda N.P.

The identification criteria of ecological network modeling objects in river basins were reviewed for different territorial levels of design.

Keywords: *ecological network, geo-informative modeling, criteria of identification.*

Надійшла до редколегії 03.02.10