

ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ В КАРТОГРАФІЇ

(за матеріалами конференції «ГІС ESRI в Україні»)

УДК 911.2

Білоус Л. Ф.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ВИМІРИ ЛАНДШАФТНИХ РІЗНОМАНІТЬ

Визначено зрізи науково-практичного вивчення ландшафтного різноманіття. Запропоновано методику геоінформаційного структурно-морфологічного пізнання просторово-структурного ландшафтного різноманіття за цифровою моделлю рельєфу (ЦМР). Математико-геоінформаційні дії з цифровими полівершинними й полібазисними поверхнями 1-го порядку покладені в основу структурно-морфологічного аналізу ЦМР й синтезу моделей ландшафтних територіальних структур.

Ключові слова: ландшафтне різноманіття, просторово-структурне ландшафтне різноманіття, просторовий аналіз, цифрова модель рельєфу, морфо топ, ландшафт.

Вступ. Євроінтеграційні ініціативи України щодо міжнародного екологічного простору зумовлюють науково-практичний інтерес до питань збереження ландшафтного й біотичного різноманіття та формування безпечного простору буття людини.

Вперше термін «ландшафтне різноманіття» задокументовано в «Загальноєвропейській стратегії у галузі біологічного та ландшафтного різноманіття» (Софія, 1995 р.).

Відсутність однозначного його визначення зумовлена ємним

трактуванням в постнекласичній географічній науці поняття «ландшафт». В основу концепції ландшафтного різноманіття покладено розуміння ландшафту як просторової гетерогенної поліструктурної цілісності.

Основними формами ландшафтного різноманіття є: просторово-структурне; ландшафтно-антропічне; ландшафтно-біоцентричне; ландшафтно-гуманістичне [3].

Органічним науково-дослідним середовищем пізнання величезного різноманіття ландшафтних різноманіть, що означені вищевказаними 4-ма зрізами, є інтерактивне геоінформаційне.

В статті пропонується огляд деяких геоінформаційних підходів до пізнання ландшафтних територіальних структур, що є просторовим виразом ландшафтних різноманіть.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, засвідчив високу активність науковців в геоінформаційному пізнанні різноманіття ландшафтних різноманіть.

Деяке уніфіковане для наукової євроспільноти бачення ландшафтно-антропічного різноманіття пов'язане з роботами за програмою CORINE (Coordination of information on the environment), що ініційована Єврокомісією в 1985 р. [5].

В зв'язку з чим, на основі матеріалів космічних зйомок із супутників Landsat і SPOT створено єдину номенклатуру земних покривів для території Європи (CORINE Land Cover Classification System) та ГІС земних покривів. Її об'єктами є 5 класів земних покривів 1-го рівня, 15 класів – 2-го й 44 – 3-го. Європейська ГІС земних покривів CORINE передбачає можливість наступної їх деталізації в розрізі країн та регіонів.

Вивчення різноманіття ландшафтно-біоценотичних різноманіть й формування деякого уніфікованого його бачення, пов'язане з процедурами класифікації та геоінформаційної ідентифікації й інвентаризації оселищ. Результатом пізнання особливостей оселищної організації країн Європейського союзу є EUNIS (European Union Nature Information System) [7]. Сформована на основі: Палеарктичної класифікації оселищ у межах Європи; переліку біотопів CORINE; системи синтаксонів рослинності (the European Vegetation Survey); системи типології лісів Європи (European Forest Types (EFTs) – (EEA, 2007)); національних систем класифікації оселищ. Оселищне різноманіття, визначене системою

класифікації EUNIS, покладено в основу виділення біогеографічних регіонів (екорегіонів). Екорегіони виокремлюються в межах екозон, в зв'язку з системою класифікації відповідних оселищ й пошуком унікальних комплексів їх екземплярів.

WWF, на основі досліджень типів оселищ, виділено 867 екорегіонів суші [8], 450 прісноводних екорегіонів [9], 232 морських екорегіони (Marine Ecoregions) [10].

Гуманістичне трактування ландшафтного різноманіття зводиться до розуміння ландшафту як культурного феномену. Культурні ландшафти міжнародного значення визначаються Списком Юнеско [11].

Створення ГІС національних й регіональних списків культурних ландшафтів є передумовою популяризації інформації про ландшафтно-культурну спадщину та її різноманіття. А відтак, й формування національної автентичності й духовності.

В національному науково-освітньому середовищі найпотужнішим є конструктивно-географічний доробок в пізнанні просторово-структурного ландшафтного різноманіття. Зокрема, таких його зрізів як генетико-морфологічний, парадинамічний, парагенетичний, басейновий.

Методики пізнання в геоінформаційному середовищі просторово-структурного ландшафтного різноманіття базуються на просторовому аналізі ЦМР.

Морфометричні риси рельєфу визначають особливості територіальної організації ландшафтів. Історія ландшафтів будь-якої території характеризується фазами відносно швидких та повільних змін, що пов'язані зі зміною рельєфу, нерівномірністю морфогенезу в часі та просторі. Епохи молодості й зрілості рельєфу, денудаційного вирівнювання й формування педипленів та пенепленів є визначальними в становленні ландшафтів. Кожен цикл морфогенезу формує нові врізи й нові поверхні вирівнювання, а отже і ярусність рельєфу та пов'язану з нею територіальну диференціацію ландшафтно-організації.

Вивченням структури ЦМР займається більшість дослідників просторово-структурного ландшафтного різноманіття.

Науковий доробок ландшафтознавчого пізнання ЦМР може бути представлений в якості двох відмінних підходів до визначення конкретних значень (критеріїв) виділення ландшафтних територіальних одиниць.

При першому підході такі критерії визначаються, виходячи з апріорних уявлень про градації морфометричних показників, морфометричних ознак структурних ліній рельєфу й обумовлених рельєфом ландшафтних меж. Так, зокрема, І. Круглов запропонував методику напівавтоматизованого виділення педоморфологічних ландшафтних одиниць, котра передбачає поділ схилів на 7 категорій за крутизною, а також на випуклі й ввігнуті в плані й профілі; днища долин й вершинні поверхні виділялись, виходячи зі значень дренажної площі [4].

Досить складна методика створення карти природних територіальних комплексів на основі напівавтоматизованого морфометричного аналізу ЦМР описана В. Сисуєвим. При ландшафтній класифікації рельєфу використовувалось три групи топографічних змінних, що характеризують, відповідно, перерозподіл сонячної радіації, перерозподіл вологи й перерозподіл твердої речовини під дією гравітації [6].

При другому підході в основу автоматизованої класифікації рельєфу й пов'язаних з ним ландшафтних характеристик «кладеться» статистична кластеризація параметрів рельєфу. При цьому замість проведення меж за попередньо заданими критеріями, автоматично виділяються деякі морфотопи в континуальному морфометричному просторі ЦМР.

Постановка проблеми. Вивчення значної кількості результатів ландшафтознавчого просторового аналізу ЦМР довело недостатню їх кількість в розрізі автоматизованого, незалежного від дослідника, синтезу інформації про морфотопи, а відтак й про ландшафти. Тому актуальним завданням ландшафтно-геоінформаційних досліджень є обґрунтування методики автоматизованого просторового аналізу ЦМР й синтезу інформації про ландшафтно-територіальну організацію.

Викладення матеріалу дослідження. Результативним методом пізнання рельєфу є структурний аналіз, що базується на виявленні і вивченні його структурних ліній, що утворюють його морфометричний каркас. Структура рельєфу інваріантна і по відношенню до способу її опису, і відносно процесів функціонування й динаміки рельєфу, здатних змінювати його морфологію, але зі збереженням характерного топологічного образу. Абстрактний інваріант рельєфу, утворений структурними лініями долин і вододілів, вдало використовується в

морфометричному аналізі В.Філософовим (1960р., 1975р.) для виявлення нафтогазоносних структур.

Суть структурно-морфометричного аналізу ЦМР визначається застосуванням ієрархічних моделей орграфів тальвегів та мережі вододілів для структурування топографічної поверхні й синтезу морфометричної інформації.

Результативність методики автоматизованого моделювання морфотопів, й, відповідно, ландшафтних територіальних структур залежить від достовірності ЦМР.

Для картування елементів рельєфу у масштабі 1:50 000 та дрібнішому можна використати загальнодоступну глобальну цифрову модель висот (ЦМР) SRTM (<http://srtm.csi.cgiar.org>). З її допомогою можна генерувати ізогіпси із бажаною висотою січення рельєфу або, використовуючи відповідні програми ГІС, автоматизовано виділити основні елементи рельєфу.

Для регіонально-локальних досліджень територій й ідентифікації та інформаційної інвентаризації ландшафтів доречним є побудова ЦМР шляхом аналізу даних, отриманих в процесі дегіталізації аналогових джерел інформації (топографічних карт). Цей підхід не новий, має свої сильні і слабкі сторони. Головним його недоліком є трудомісткість процесу створення бази вихідних даних. А складність полягає в обґрунтуванні методики побудови ЦМР для деякої території (гірської, рівнинної).

Питання обґрунтування методики побудови ЦМР для рівнинних територій розглядалось раніше [1, 2].

Для автоматизованого аналізу структури рельєфа-поля використовуються структурно-цифрові моделі, кожна з яких визначається точками що характеризують просторове розміщення структурних ліній деякого порядку. Наприклад, для побудови монобазисної або моновершинної структурно-цифрової моделі (поверхні) певного порядку, використовується точковий масив ЦМР, який характеризує просторове положення структурних ліній (тальвегів чи вододілів) цього ж порядку. А для побудови полібазисної чи полівершинної структурно-цифрової моделі (поверхні) певного порядку в просторовий аналіз включається масив даних ЦМР, якими характеризуються відповідні структурні лінії такого ж порядку як створювана поверхня, та більш високих порядків.

Цифрові полівершинні й полібазисні поверхні 1-го порядку

(ПВПІ та ПБПІ) та геоінформаційно-математичні дії з ними покладені в основу дійсного структурного аналізу ЦМР для синтезу моделей ландшафтів, що різняться інтенсивністю прояву сучасних фізико-географічних процесів.

Для створення ПВПІ, ПБПІ вирішувались задачі побудови ЦМ базисних і вершинних лінійних елементів топологічної структури ЦМР, перетворення їх в тривимірну модель шляхом присвоєння значення висоти за ЦМР, застосування методу триангуляції й створення TIN-моделі та наступного її інтерполювання (перетворення TIN-моделей в GRID-моделі) на регулярну сітку (розмір сітки визначено таким же як при інтерполяції даних в процесі створення ЦМР, зокрема, для забезпечення можливості коректного застосування до них певних математичних дій).

Для побудови ЦМ базисних і вершинних лінійних елементів топологічної структури було використане програмне середовище ArcGis, а саме, такий його модуль, як гідрологічне моделювання, зокрема функції flow direction (покликана виділяти території з односпрямованим водним потоком), fill sink (забезпечує вилучення з аналізу комірок GRIDу, що випадково, в результаті можливих похибок ЦМР виявились безстічними), watershed (призначена для моделювання басейнів) та flow accumulation (використовується для створення ЦМ системи водотоків). В результаті застосування перерахованих функцій було побудовано ЦМ базисних та вершинних елементів топологічної структури території.

Перетворення побудованих векторних моделей вершинних та базисних лінійних елементів в растровий формат дозволило приступити до безпосереднього структурно-морфометричного аналізу ЦМР території.

В ході геоінформаційного експериментування й геоекологічного експертування було запропоновано декілька результативних в ландшафтознавчому відношенні математичних дій з поверхнями: 1) ПВПІ – ЦМР = потужність зденудованої літопедогенної складової ландшафтів; 2) ЦМР – ПБПІ = потужність залишкової літопедогенної складової ландшафтів.

Для ландшафтознавчої інтерпретації поверхонь, отриманих в результаті зазначених математичних дій, обрано метод класифікації їх даних за середньоквадратичним відхиленням. Його застосування надало можливість оцінити відмінність значень від фонового (середнього) та виявити специфіку прояву сучасних

фізико-географічних процесів. В результаті впорядкування даних поверхні залишкової потужності літо-педогенної складової ландшафтів були виділені класи об'єктів, що відповідають транзитно-гідроморфним та гідроморфним ландшафтам, і для яких потужність літо-педогенної складової менша або рівна нулю. Ці морфотопи й ландшафти характеризуються виразним проявом алювіально-делювіальних процесів. На цій же поверхні дуже добре виокремлюються ландшафти, для яких визначальною є роль акумулятивних процесів в ході ландшафтогенезу і які відносяться до класу максимальної потужності літо-педогенної складової. Ці ландшафти приурочені до ввігнутих морфологічних форм рельєфу, і для них характерною є топологічно обумовлена висока ймовірність накопичення забруднень.

В результаті класифікації моделі потужності літо-педогенної складової, зденудованої за історичний період розвитку ландшафтів, отримано морфотопи що різняться за інтенсивністю прояву сучасних ерозійних процесів. Виділені класи потужності зденудованої літо-педогенної складової, тісно корелюють з ландшафтами, що характеризуються наявністю комплексів ґрунтів різного ступеня змитості.

Верифікація поверхонь залишкової та зденудованої літо-педогенної складової ландшафтів здійснювалась із застосуванням методів профілювання, аналітичного порівняння й експедиційного дослідження. Зокрема, побудова профілів за ЦМР через морфотопи, що характеризуються максимальною потужністю залишкової літо-педогенної складової, довела їх приуроченність саме до ввігнутих форм рельєфу території. Порівняльний аналіз структури ЦМ зденудованої літо-педогенної складової ландшафтів зі структурою карт ґрунтів масштабу 1:25000 дозволив констатувати факт тісної кореляції її виділів з ґрунтами різного ступеня змитості.

Особливою рисою запропонованої методики є те, що застосувати її доцільно для природно-функціонально цілісних об'єктів, що виникли й розвиваються як самостійні організми і для яких середнє арифметичне певних характеристик є дійсно середнім, фоновим, нормою, а відхилення від нього вказує на прояв деякого процесу. Такими об'єктами, що задовольняють зазначені вимоги, є, зокрема, басейни річок. Можуть бути парадинамічні райони, що сформувались в зоні взаємодії річкових систем, утворених в один і той же історичний період.

Висновки. Запропонована методика структурно-морфометричного аналізу ЦМР є ще одним зрізом методології геоінформаційного пізнання просторово-структурного ландшафтного різноманіття, а саме: генетико-морфологічного; позиційно-динамічного; парагенетичного. Її застосування різними дослідниками на основі деякої ЦМР забезпечує можливість отримання одного й того ж результату, а саме системи морфотопів, що відповідають деяким ландшафтам, унікальним за своїми генетичними, процесними й функціональними рисами.

Здійснення структурного аналізу ЦМР для інвентаризації просторово-структурного ландшафтного різноманіття регіонів є необхідною умовою обґрунтування схем та проектів районної планівки з оптимізації природно-господарської взаємодії.

Рецензент – кандидат географічних наук А. В. Орещенко

Література:

1. Білоус Л. Ф. Просторове моделювання хоричного зрізу буття ландшафту [Текст] / Л. Ф. Білоус // Фізична географія та геоморфологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 66 – 73.

2. Білоус Л. Ф. Цифрова модель рельєфу в географічному й геоінформаційному просторі [Текст] / Л. Ф. Білоус // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «География». – 2008. – Том 21 (60). – С.117 – 127.

3. Гродзинський М. Д. Різноманіття ландшафтних різноманіть [Текст] / Ландшафт як інтегруюча концепція ХХІ сторіччя : збірка наук. праць ; за ред. М.Гродзинського. – Київ, 1999. – С. 50 – 56.

4. Круглов І. Методика напівавтоматизованого створення геопросторового шару педоморфологічних одиниць басейну верхнього Дністра [Текст] / І. Круглов // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. – 2004. – Вип. 31. – С. 312 – 320.

6. Syssouev V. Modelling geosystem differentiation [Text] // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. – 2004. – Вип. 31. – С. 340 – 349.

5. The CORINE Land Cover 2000 Project [Text] / [Buttner G., Feranec J., Jaffrain G., et al.] // EARSeL Proceedings 3(3). – 2004. – P. 331 – 346.

7. EUNIS, the European Nature Information System [Electronic resource]. – Mode of access : <http://eunis.eea.europa.eu/>

8. G200 Maps (1999-2000) [Electronic resource]. – Mode of access

: http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/maps/

9. Freshwater Ecoregions of the World [Electronic resource]. – Mode of access : http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/freshwater_ecoregions/

10. Selection of marine ecoregions [Electronic resource]. – Mode of access : http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/about_habitat_types/selecting_marine_ecoregions/

11. World Heritage List [Electronic resource]. – Mode of access : <http://whc.unesco.org/en/list/>

Л. Ф. Билоус

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ РАЗНООБРАЗИЙ

Определены срезы научно-практического изучения ландшафтного разнообразия. Предложена методика геоинформационного структурно-морфологического познания пространственно-структурного ландшафтного разнообразия за цифровой моделью рельефа (ЦМР). Математико-геоинформационные действия с цифровыми поливершинными и полибазисными поверхностями 1-го порядка положены в основу структурно-морфологического анализа ЦМР и синтеза моделей ландшафтных территориальных структур.

Ключевые слова: ландшафтное разнообразие, пространственно-структурное ландшафтное разнообразие, пространственный анализ, цифровая модель рельефа, морфотоп, ландшафт.

L. Bilous

GIS MEASUREMENTS OF LANDSCAPE VARIETIES

Sections of scientific and practical study of landscape diversity are defined. Methods of geoinformation structural-morphological study of the digital elevation model (DEM) for inventory of the spatial-structural landscape diversity are encouraged. Mathematical operations in GIS with a digital polytop and polyvalley surfaces of 1-th order are proposed for the structural-morphological analysis and synthesis of the DEM models of landscape territorial structures.

The proposed methodic of structural and morphometric analysis of DEM is a some more of a methodology section of geoinformational cognition of spatial and structural diverse such as: genetic and

morphology, positional and dynamic, paragenetic. Its usage by some investigators on basis of some DEM provides a possibility for receiving of same result such as system of morphotops which corresponds to some landscapes which are alone by its genetic, process and functional traits.

Keywords: landscape diversity, spatial-structural landscape diversity, spatial analysis, digital elevation model, morphotop, landscape.

Надійшла до редакції 16 березня 2016 р.