

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЛАНДШАФТНОЗНАВСТВІ ПІА ГЕОМОРФОЛОГІЇ

УДК 911.2

Білоус Л. Ф.

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

ПРОСТОРОВО-ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ДЛЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ОСЕЛИЩ

Ключові слова: біорізноманіття, оселище, класифікація оселищ, біотоп, цифрова модель рельєфу (ЦМР), класифікація ЦМР, структурно-морфометричний аналіз ЦМР, гідрологічний аналіз ЦМР

Постановка проблеми. Базові принципи охорони біорізноманіття в Європі, формування Панєвропейської екологічної мережі (Pan European Ecological Network (PEEN)) визначені Міжнародною стратегією сталого розвитку і Бернською конвенцією про збереження біорізноманіття й середовищ існування у Європі. В країнах Євросоюзу вони знайшли деталізацію у директивах: щодо збереження диких птахів (Council Directive 79/409/EEC on the conservation of wild birds), особливо на територіях спеціальної охорони (Special Protection Areas (SPAs)); щодо збереження природних оселищ існування дикої фауни та флори (Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora), особливо на ділянках, що є цінними в аспекті збереження біорізноманіття (Sites of Community Importance (SCIs)). Ці дві директиви формують програму «Природа-2000» («Natura-2000») для організації системи територій спеціального збереження (Special Areas of Conservation (SPAs + SCIs)).

Для збереження біорізноманіття в країнах Європи, що не є членами Євросоюзу, за підтримки держав-членів Ради Європи, рішенням Бернської конвенції (1979 р.) ініційовано створення Смарагдової мережі (Emerald Network) країн Євросоюзу, Східної Європи та деяких африканських держав.

Смарагдова мережа й Директива про оселища мають однакові цілі - обидва міжнародні документи спрямовані на збереження природної фауни, флори й оселищ. Об'єкти в межах Смарагдової мережі разом з територіями Директив про оселища та охорону птахів становлять ядро Загальноєвропейської екологічної мережі (PEEN)

Завданням програм «Природа-2000» й «Смарагдова мережа» є розвиток тісної співпраці з обґрунтування спільного європейського підходу щодо охорони природних оселищ.

Україна ратифікувала Бернську конвенцію 29 жовтня 1996 року і взяла на себе зобов'язання з охорони оселищ, як середовищ існування цінних видів біоти й біоценозів.

Однак, для створення національної екомережі на оселищних засадах, Україна не має належного правового обґрунтування й науково-інформаційного базису у вигляді відповідних баз даних щодо поширення видів рослин і тварин, біоценозів, оселищ, оформлених із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій.

Тому визначення об'єктів Смарагдової мережі в Україні здійснюється не за принципом пошуку територій, що згідно існуючих даних та експертних висновків можуть містити види флори і фауни, перелічені в Резолюції № 6 (1998), та/або оселища, перелічені в Резолюції № 4 (1996), а за принципом апріорного залучення до Смарагдової мережі наявних об'єктів природно-заповідного фонду з подальшою їх характеристикою щодо представленості на їх територіях відповідних видів рослин і тварин та типів оселищ [5].

Звичайно, що об'єкти природно-заповідного фонду створювалися на підставі вагомих наукових обґрунтувань та охоплюють території, охорона яких є важливою для збереження біорізноманіття, але такий підхід значною мірою гальмує й відволікає від інвентаризації різноманіття й поширення видів та оселищ на територіях поза природно-заповідним фондом.

В зв'язку з вищезначеним, в українському науково-конструктивному

просторі гостро стоїть питання обґрунтування засад оселищної охорони біорізноманіття, зокрема створення уніфікованої системи класифікації оселищ (Національної системи класифікації оселищ), їх геоінформаційної ідентифікації та інвентаризації.

Аналіз останніх досліджень.

Означення місця поняття «оселище», обґрунтування методик класифікації, ідентифікації та інвентаризації оселищ в українському науковому просторі здійснюється в зв'язку з пізнанням доробку країн Євросоюзу та міжнародною співпрацею.

Результатом класифікації, ідентифікації та інвентаризації оселищ країн Європейського союзу є система EUNIS (European Union Nature Information System) [7]/

Одиницею класифікації EUNIS є «habitat» (оселище). Оселище - це територіальна система (земна, водна; природна, антропогенна, техногенна), з

однорідними умовами середовища (рельєфом, типом ґрунту, мікрокліматом, рослинним покривом, зооценозом, деякими антропогенними перетвореннями). В якості оселища слід розглядати місце існування (середовище) організму, виду, популяції, біоценозу. Досить часто поняття «оселище» ототожнюють з поняттям «біотоп». Однак, біотоп, згідно з І. Ханські [6], - це оселище сукупності видів (угруповання). За М. Адварді [7], «habitat» характеризується сукупністю фізичних факторів та певною взаємопов'язаністю біоти в локалітеті (місці існування виду, популяції, організму). Таким чином, термін «habitat» можна вживати по відношенню як до організму, виду, популяції, так і до угруповання й біоценозу. Використання терміну «біотоп» замість «оселища» є слушним, коли йдеться про біоценотичний, а не видовий рівень організації. Схематичне представлення змісту поняття «оселище» пропонується рис.1.

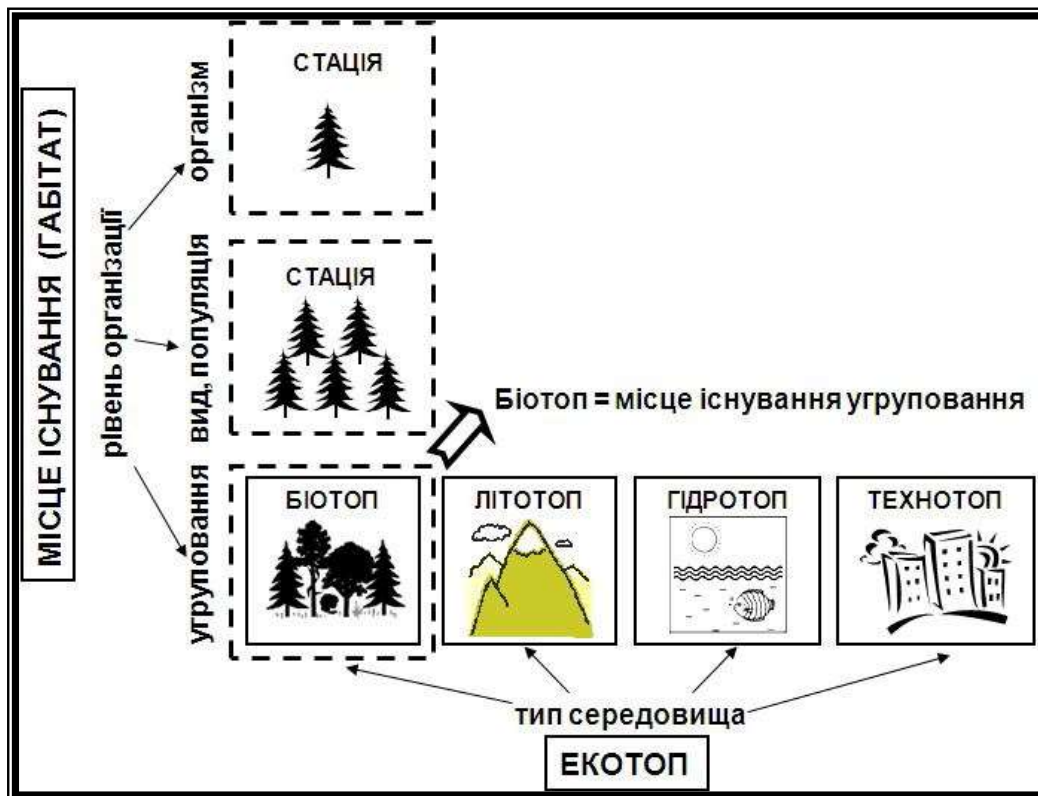


Рис. 1 – Схема співвідношень понять «місцеіснування (габітат або оселище)», «екотоп» та «біотоп» [3]

Гетерогенність природних умов того чи іншого регіону в поєднанні з антропогенною трансформацією середовища призводить до формування значної кількості різноманітних типів оселищ, які потребують класифікації, а надто механізмів

(ідентифікаційних ключів) для їх визначення.

Європейська класифікація оселищ EUNIS сформована на основі: Палеарктичної класифікації оселищ у межах Європи; переліку біотопів CORINE (Corine Biotopes and Corine Land Cover

databases); системи синтаксонів рослинності (the European Vegetation Survey); системи типології лісів Європи (European Forest Types (EFTs) - (EEA, 2007)); національних системах класифікації оселищ.

Класифікація оселищ EUNIS виділяє наступні категорії оселищ [8]:

- A: Marine habitats - морські оселища;
- B: Coastal habitats - прибережні оселища;
- C: Inland surface waters - внутрішні поверхневі води;
- D: Mires, bogs and fens - болотні оселища;
- E: Grasslands and lands dominated by forbs, mosses or lichens – оселища лучні й з переважанням різнотрав'я, мохів та лишайників;
- F: Heathland, scrub and tundra - оселища пустель, скрабів й тундр;
- G: Woodland, forest and other wooded land - оселища лісів та лісовкритих земель;
- H: Inland unvegetated or sparsely vegetated habitats - внутрішні оселища без рослинності чи з незначною її кількістю
- I: Regularly or recently cultivated agricultural, horticultural and domestic habitats - оселища що регулярно культивуються для сільського господарства, садівництва й середовища життєдіяльності
- J: Constructed, industrial and other artificial habitats - забудовані, промислові та інші штучні оселища
- X: Habitat complexes - комплекси оселищ

В Україні здійснюються роботи щодо розробки класифікації оселищ з використанням критеріїв європейських класифікаційних схем. Активно цими питаннями займаються фахівці Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України. Деякий досвід класифікації оселищ набутий, зокрема, в зв'язку з міжнародним проектом «Визначення і класифікація типів оселищ в Україні: введення стандартів та методології Європейського Союзу (пілотний проект в Українських Карпатах)» (2009-2011). Проект фінансувався програмою BBI MATRA Міністерства сільського господарства, охорони довкілля та якості харчування Нідерландів. Він був реалізований Центром розвитку інновацій університету Вагенінген (Нідерланди), Державним природознавчим музеєм НАН України (Львів), українським відділенням Дунайсько-Карпатської програми Всесвіт-

нього фонду природи WWF (Львів), компанією «Орбікон» (Данія), Інститутом екології Карпат НАН України (Львів) та Інститутом зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України (Київ).

Протягом 2008-2009 рр. Національним екологічним центром України (НЕЦУ) виконувався проект «Інвентаризація та моніторинг степових біотопів у Київській області». Метою проекту було виявити всі степові біотопи (оселища) області з тим або іншим ступенем деградації, скласти їх класифікаційну схему, підготувати пропозиції до заповідання найбільш цінних.

Досить непростим є питання класифікації оселищ в Україні, однак, деякі важливі наукові кроки в його вирішенні здійснюються. Більш гостро стоїть питання ідентифікації та геоінформаційної інвентаризації як чинників територіальної диференціації оселищ, так і самих оселищ.

В країнах ЄС роботи з геоінформаційної інвентаризації оселищ ведуться дуже інтенсивно. В найближчих сусідів України - Польщі, Словаччині, Угорщині, Румунії вже проведено картування пріоритетних для охорони оселищ значної частини територій країн. В Україні подібні роботи не набули широкого розмаху.

Постановка завдання. Важливим чинником територіальної диференціації оселищ є рельєф а саме його топологічні особливості.

Моделювання рельєфу, його просторовий аналіз є невідомою частиною досліджень в науках про Землю, в екології, земельному кадастрі та інженерних проектах.

Просторовий аналіз цифрових моделей рельєфу (ЦМР) слід визначити результативною методикою інвентаризації територіальної структури оселищ.

Обґрунтування методики побудови ЦМР та її просторового аналізу для інвентаризації оселищ регіонального й локального рівня, в даному випадку біотопів, й пропонується розглянути.

Виклад основного матеріалу. Важливим джерелом інформації для картування оселищ є рельєф, як основний чинник екологічних умов. Територіальний розподіл оселищ (біотопів) визначається умовами місцезростання й місцезростання. Основоположник вчення про морфологію географічного ландшафту, Л.Раменський, в своїх працях (1938) чітко фіксує важливість рельєфу в диференціації місцезростання та місцезростань.

Місцерозташування визначається положенням у рельєфі (плакор, схил певної експозиції, заплава тощо). Місцезростання - відмінністю земель, щодо їх екологічних особливостей (едафічних умов).

Визначальну роль рельєф відіграє в розподілі речовини енергії та інформації. Б. Полинов (1956) вказує на визначальну роль рельєфу в розподілі по катені місцезростань, відмінних за водно-геохімічним режимом.

В умовах рівнинної України виділяються три типи місцезростань, а отже й оселищ, відмінних за водно-геохімічним режимом: елювіальні, субквальні й суперквальні.

Елювіальні оселища розташовані на підвищених елементах рельєфу (плакор), тому для них характерні процеси винесення речовини, енергії та інформації. Субквальні оселища приурочені до знижених елементів рельєфу (заплава, тальвег, балка). Для них характерне нагромадження речовини, енергії та інформації балкової системи або річкового басейну. Суперквальні оселища займають проміжне положення - схили або річкові тераси, тому в них мають місце то нагромадження, то винесення речовини, енергії та інформації.

Морфометричні риси рельєфу визначають різноманіття та особливості організації оселищ, зокрема й біотопів з біоценозами. Історія біогеоценозів будь-якої території характеризується фазами відносно швидких та повільних змін, що пов'язані, зокрема й зі змінами рельєфу, нерівномірністю морфогенезу в часі та просторі. Епохи молодості й зрілості рельєфу, денудаційного вирівнювання й формування педипленів та пенепленів є визначальними в становленні як біогеоценозів, так і оселищ. Кожен цикл морфогенезу формує нові врізи й нові поверхні вирівнювання, а отже і ярусність рельєфу та пов'язану з нею ярусність біогеоценотичної організації рівнин.

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>). За 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 геоінформацій-

ної інвентаризації оселищ 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 певної території (гірської, рівнинної).

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

В результаті належним чином підготовлених даних й ітераційного застосування методу топогрід-інтерполяції (Topogrid Interpolation) в програмному середовищі ArcGis було отримано ЦМР. Результат її класифікації за методом середнього квадратичного відхилення наведено на рис. 2.

Середнє квадратичне відхилення визначається як узагальнююча характеристика розмірів варіації ознаки в сукупності. Воно дорівнює квадратному кореню з середнього квадрата відхилень окремих значень ознаки від середнього арифметичного. Застосування вказаного методу дозволяє побачити закономірності варіації ознак (даних) в зв'язку з середнім значенням. Особливо органічним є застосування методу для цілісних територіальних об'єктів, зокрема таких як басейнові територіальні структури.

Внаслідок класифікації ЦМР виділились 2 масиви значень. Один з них відповідає денудаційно-аккумулятивній підвищеній рівнині (Придніпровська височина – діапазон висот 240-100 м), інший – перехідній рівнині (південні відроги Придніпровської височини – діапазон висот 180-60 м). Класифікація останніх за методом середнього квадратичного відхилення дозволила виділити геоморфологічні яруси рельєфу, що відповідають ярусам біотопів (оселищ): елювіального вододільно-височинного денудаційно небезпечного; елювіального підвищено-рівнинного ерозійно небезпечного; схилового транселювіально-аккумулятивного; алювіально-делювіального яружно-балково-долинно-річкового.

Територіальна диференціація виділених ярусів біотопів (оселищ) визначається інтенсивністю сучасних фізико-географічних процесів, а саме переважаючого в межах ярусу біотопів (оселищ) процесу.

базисних та вершинних елементів топологічної структури території. А саме, застосовано функції «Flow direction» (виділяє території з односпрямованим водним потоком), «Fill sink» (забезпечує вилучення з аналізу комірок GRIDу, що випадково, в результаті можливих похибок ЦМР, виявились безстічними), «Watershed» (моделює басейни) та «Flow accumulation» (створює ЦМ водотоків). В результаті застосування перерахованих функцій побудовано ЦМ базисних та вершинних елементів топологічної структури території.

Перетворення побудованих векторних моделей вершинних та базисних лінійних елементів у растровий формат передувало процедурі безпосереднього структурного геоінформаційного аналізу рель'єфу.

У ході комп'ютерно-геоінформаційного експериментування, в програмному середовищі ArcGis, й геоекологічного експертування було запропоновано декілька результативних математичних дій з поверхнями:

- $PB_{P1} - ЦМР =$ потужність зденудованої літо-педогенної складової біотопів (рис. 3);

- $ЦМР - PB_{P1} =$ потужність залишкової літо-педогенної складової біотопів (рис. 4).

Для геоекологічної інтерпретації поверхонь, отриманих в результаті зазначених математичних дій, було застосовано метод класифікації їх даних за середньоквадратичним відхиленням, що надало можливість оцінити відмінність значень від фонового (середнього) та, відповідно, виявити специфіку прояву сучасних фізико-географічних процесів.

Унаслідок впорядкування даних поверхні залишкової потужності літо-педогенної основи, були виділені класи об'єктів (рис. 4), що відповідають транзитно-гідроморфним та гідроморфним місцезростанням, і для яких потужність літо-педогенної складової менша або рівна нулю. Ці об'єкти є біотопами (оселищами) вираженого прояву алювіально-делювіальних процесів. На цій же поверхні добре виділяються місцезростання для яких визначальною є

роль акумулятивних процесів і які відносяться до класу максимальної потужності літо-педогенної складової (більше 26.082 м.). біотопи приурочені, зокрема, до ввігнутих морфологічних форм рель'єфу, і для них характерною є топологічно обумовлена висока ймовірність накопичення забруднень.

Щодо результатів класифікації моделі потужності літо-педогенної складової, зденудованої за історичний період розвитку біотопів, то слід відмітити тісну кореляцію її структури з інтенсивністю прояву сучасних ерозійних процесів. Ця залежність була встановлена в результаті верифікації методом порівняльного аналізу та експедиційним. Виділені класи потужності зденудованої літо-педогенної складової (рис. 3), порогові значення яких – 0,151 м. - 2,885 м.; 5,623 м. - 8,358 м. та 11,094 м. - 13,829 м., відповідно, тісно корелюють з біотопами, що характеризуються наявністю комплексів ґрунтів слабозмитих й незмитих, середньозмитих й слабозмитих та сильнозмитих й середньозмитих. Для таких місцезростань характерною є інтенсифікація деструктивних процесів, а тому їх слід віднести до категорії регулятивних, які повинні розглядатись як елементи екологічної інфраструктури при побудові каркасу оселищ територій.

Верифікація поверхонь залишкової та зденудованої літо-педогенної складової геосистем здійснювалась з застосуванням методів профілювання, аналітичного порівняння й експедиційного дослідження. Зокрема побудова профілів за ЦМР через біотопи, що характеризуються максимальною потужністю залишкової літо-педогенної складової, довела їх приуроченість саме до ввігнутих форм рель'єфу території. Порівняльний аналіз структури ЦМ зденудованої літо-педогенної складової біотопів зі структурою карти ґрунтів масштабу 1:25000 господарств «Прага» й «Хлібороб» Олександрійського району [4] дозволяє констатувати факт тісної кореляції потужності зденудованої літо-педогенної складової біотопів з ґрунтами різного ступеня змитості (рис. 3).

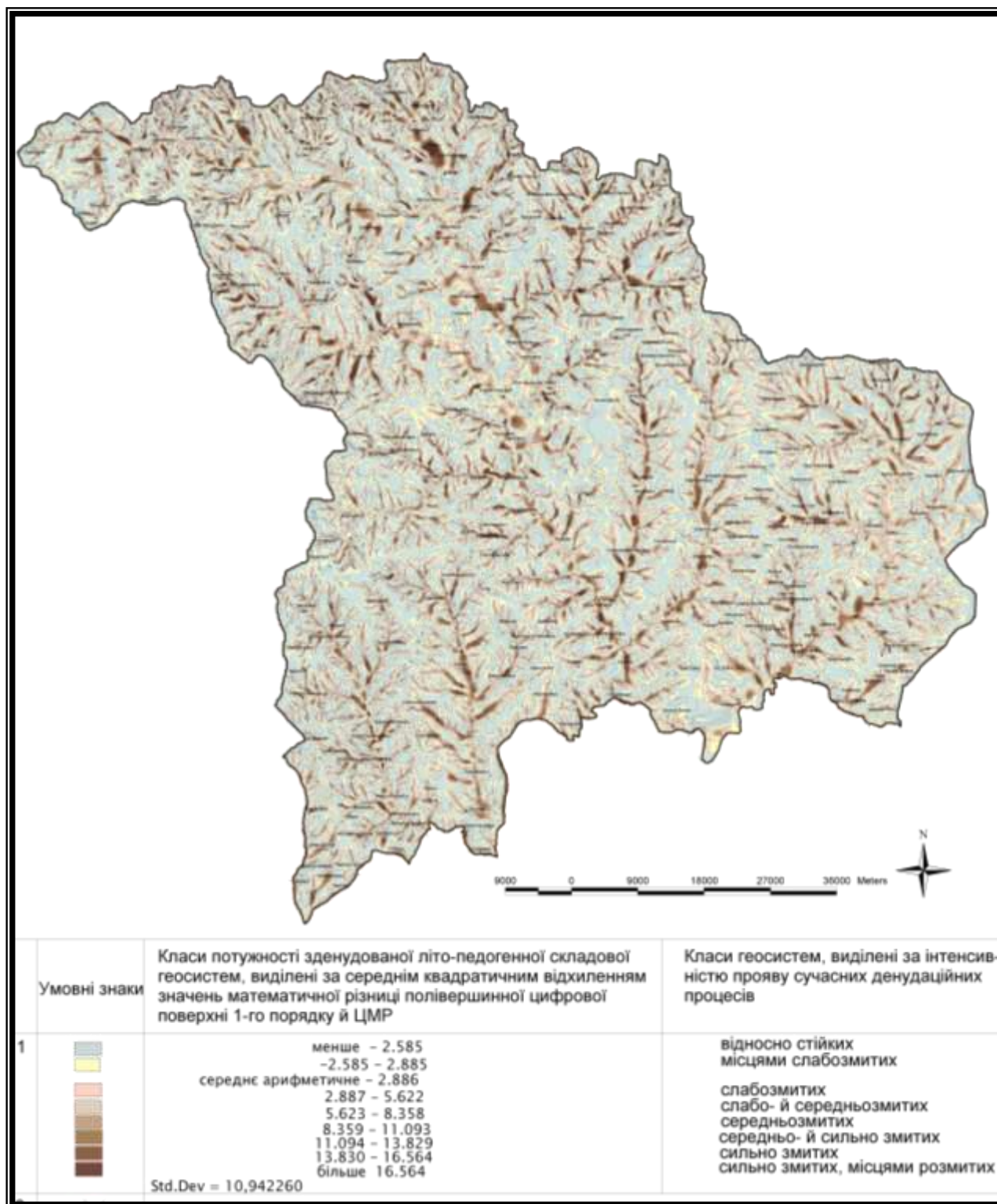


Рис. 3 – ЦМ потужності зденудованої літо-педогенної складової біотопів

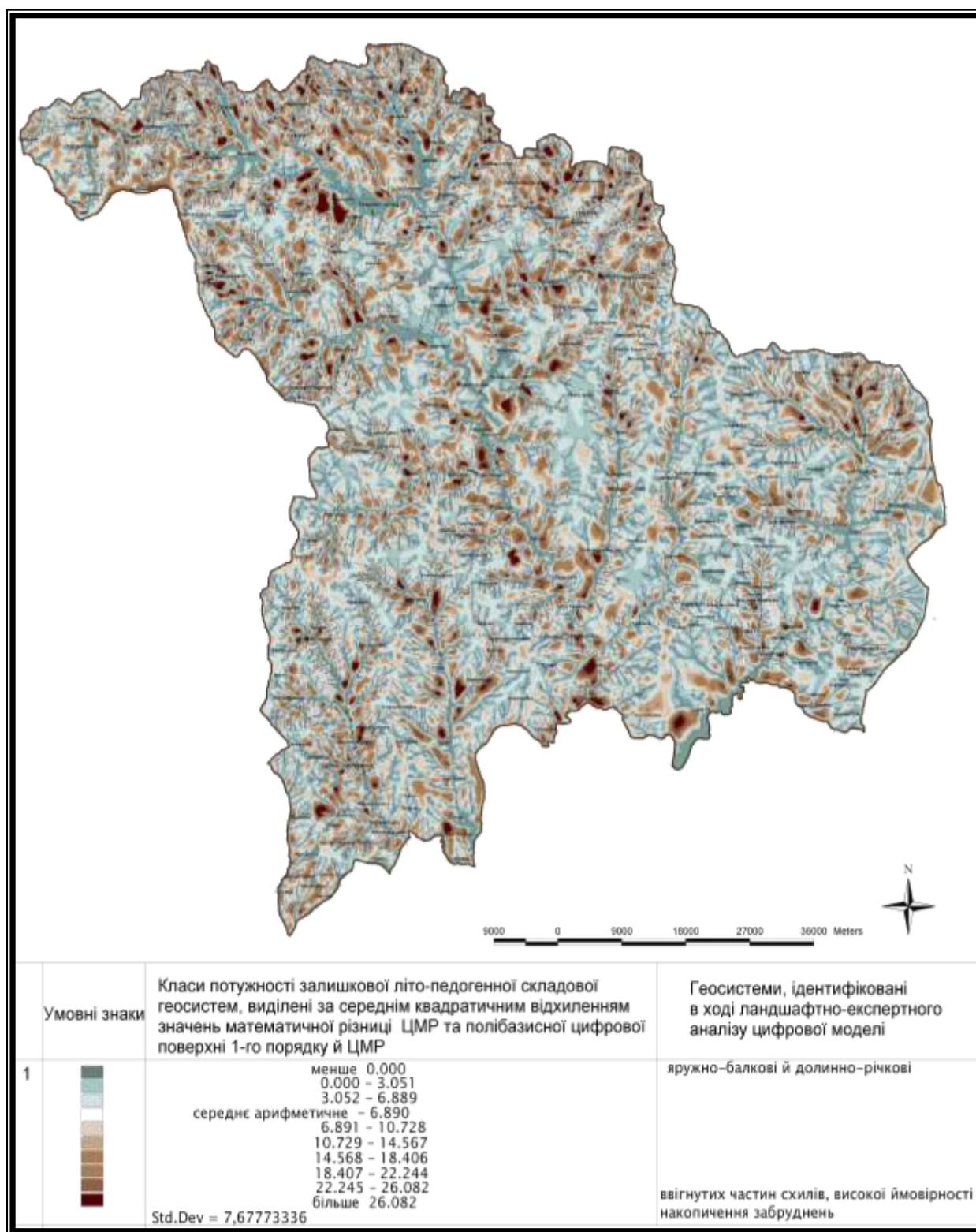


Рис.4 – ЦМ потужності залишкової літо-педогенної складової біотопів

Висновки. Впровадження в Україні оселищних принципів збереження біорізноманіття передбачає необхідність теоретико-методичного обґрунтування засад оселищної концепції, зокрема принципів класифікації, ідентифікації та інформаційної інвентаризації оселищ.

Вивчення європейського наукового доробку з питань оселищної охорони біорізноманіття засвідчує необхідність створення баз даних чинників територіальної диференціації оселищ.

Такими чинниками є рельєф, ґрунтовий покрив, біоценози, зооценози, флора, фауна, антропогенний покрив.

Рельєф, зокрема його структурно-морфометричні особливості, є одним із визначальних чинників територіальної структури оселищ.

Тому, побудова достовірної ЦМР та її просторовий аналіз здатні забезпечити належною інформацією систему територіальної ідентифікації оселищ.

Результативною є методика морфометричного аналізу структури рельєфа поля, розроблена В. Філософовим (1960, 1975) й апробована в геоінформаційному середовищі ArcGis. Виконання марематичних дій з ЦМР та ПВП1, ПБП1 забезпечило можливість отримання поверхонь залишкової та зденудованої літопедогенних складових екосистемі. В

результаті класифікації та інтерпретації останніх вдалось отримати інформацію про відносно однорідні місце розташування, а саме елювіальні, субаквальні, супераквальні біотопи (оселища).

Дослідження виділених місцерозташувань на предмет їх едафічного різноманіття дозволить отримати інформацію про відносно однорідні в компонентному й процесному відношенні місцезростання. Такі місцезростання є осередками унікальних та типових біотопів (оселищ), котрі в повній мірі можуть бути залучені до екомереж, що формуються за принципами збереження оселищного різноманіття.

Список літератури

1. Білоус Л.Ф. Цифрова модель рельєфу в географічному й геоінформаційному просторі / Л. Ф. Білоус // Уч. записки ТНУ ім. В.И. Вернадского. Серія Географія. – 2008. – Т. 21(60). – С. 117-127.
2. Білоус Л. Ф. Просторове моделювання хоричного зрізу буття ландшафту / Л. Ф. Білоус // Фіз. географія та геоморфологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 66-73.
3. Дідух Я. П. До питання про співвідношення понять «екосистема», «габітат», «біотоп», «екотоп» / Я. П. Дідух., О. Л. Кузьманенко // Укр. ботан. журн. – 2010. – 67, № 5. – С. 688-679.
4. Звіт про дослідження ґрунтового покриву сільськогосподарських підприємств Олександрійського району Кіровоградської області. – Кіровоград, 2008. – 72 с.
5. Смарагдова мережа в Україні / ред. Л. Д. Проценко. – К. : Хімджест, 2011. – 192 с.
6. Хански И. Ускользающий мир: Экологические последствия утраты местообитаний / И. Хански. – М. : КМК, 2010. – 340 с.
7. Udvardy M. Notes on the Ecological Concepts of Habitat, Biotope and Niche / M. Udvardy // Ecology. – 1959. – 40, N 4. – P. 725-728.
8. <http://eunis.eea.europa.eu/>

Білоус Л. Ф. Просторово-геоінформаційний аналіз для інвентаризації оселищ. Оселищні принципи збереження біорізноманіття розглядаються як базові в формуванні Пан-Європейської Екологічної Мережі (PEEN)). В науковому просторі України гостро стоять питання класифікації, ідентифікації та інвентаризації оселищ. Просторовий геоінформаційний аналіз визначається результативним середовищем ідентифікації оселищ. Пропонуються морфометричний аналіз структури цифрової моделі рельєфу для синтезу інформації про територіальну структуру біотопів.

Ключові слова: біорізноманіття, оселище, класифікація оселищ, біотоп, цифрова модель рельєфу (ЦМР), класифікація ЦМР, структурно-морфометричний аналіз, гідрологічний аналіз ЦМР.

Bilous L. F. Spatial gis analysis for the purposes of the inventory of habitats. Habitats principles of biodiversity conservation are considered as basic in the formation of the Pan European Ecological Network (PEEN). The classification, identification and inventory of habitats posed in the scientific space of Ukraine. The questions of habitats classification, habitats identification and habitats inventory are posed sharply in the scientific space of Ukraine. GIS spatial analysis is determined as productive environment identification of habitats. Methodology of the morphometric analysis of digital elevation models and synthesis of information about the territorial structure of biotopes are offered.

Keywords: biodiversity, habitat, classification of habitats, biotope, digital elevation model (DEM), classification of DEM, structural-morphometric analysis of DEM, Hydrology Modeling.

Білоус Л. Ф. Пространственно-геоинформационный анализ для инвентаризации местообитаний. Принципы сохранения биоразнообразия рассматриваются как базовые в формировании Паневропейской экологической сети (PEEN)). В научном пространстве Украины остро стоят вопросы классификации, идентификации и инвентаризации местообитаний. Пространственный геоинформационный анализ определяется результативной средой идентификации местообитаний. Предлагается морфометрический анализ структуры цифровой модели рельефа для синтеза информации о территориальной структуре биотопов.

Ключевые слова: биоразнообразие, местообитание, классификация местообитаний, биотоп, цифровая модель рельефа (ЦМР), классификация ЦМР, структурно-морфометрический анализ ЦМР, гидрологический анализ ЦМР.

Надійшла до редколегії 07.12.2015