

АНАЛІЗ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ В ПРИКЛАДНИХ ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Розглядаються питання створення ГІС для цілей Європейського екологічного управління. Дані дистанційного зондування (ДДЗ) визначаються як джерело оперативної інформації про геосистеми й екологічний стан регіонів. Питання обґрунтування національної класифікації геосистем, узгодженої з європейською класифікацією системи CORINE для аналізу ДДЗ визначається як актуальне. Пропонується методика ландшафтно-геоінформаційного аналізу ДДЗ.

Ключові слова: геосистема, дані дистанційного зондування, класифікація геосистем, ландшафтно-геоінформаційний аналіз ДДЗ.

The question of GIS creation for the European ecological management is discussed. Data of remote sensing are defined as a source of information on geosystems and ecological conditions of regions. The question of national classification of geosystems for the analysis of data of remote sensing is defined as actual. The technique of the landscape and geoinformation analysis of data of remote sensing is offered.

Key words: data of remote sensing, geosystem, classification of geosystems, landscape and geoinformation analysis of data of remote sensing.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Україна прагне увійти у світовий екологічний простір для попередження екологічних криз і катастроф, про що свідчить її членство в 42 міжнародних конвенціях та організаціях (<http://www.menr.gov.ua>). Зокрема, в Конвенції про охорону всесвітньої культурної та природної спадщини, Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Бернська конвенція), Рамсарській Конвенції про захист та збереження водно-болотних угідь, Конвенції про біологічне різноманіття, Всеєвропейській стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття, Європейській ландшафтній Конвенції та ін.

Інтеграція в світовий екологічний простір передбачає необхідність інвентаризації геосистем для цілей міждержавного екологічного моніторингу й управління. Тому питання створення відповідних інформаційних систем з даними та інформацією, зрозумілою для іноземних партнерів, є нагальною потребою й передумовою результативної міжнародної співпраці.

В зв'язку з вищезначеним, актуальним є аналіз проблеми інформаційної інвентаризації геосистем в Україні, зокрема, в розрізі стандартизації системи їх класифікації для оперативного синтезу просторових даних про екологічний стан територій.

Незамінним джерелом інформації про актуальні геосистеми є дані дистанційного зондування (ДДЗ). А саме через властиву їм оперативність, спектрональність, високу роздільну здатність, та в силу апаратно-

програмних можливостей їх точної просторової координації й достовірної класифікації.

Тому, питання обґрунтування методики автоматизованого аналізу ДДЗ з метою синтезу інформації про особливості територіальної організації геосистем потребує уваги науковців та управлінців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Питання інформаційної інвентаризації геосистем було і є актуальним, особливо в прикладних географічних дослідженнях.

Геосистема – це цілісне територіальне утворення, що формується при тісній взаємодії природи, населення й господарства та визначається прямими, зворотними й опосередкованими зв'язками між її підсистемами [1]. Таке розуміння геосистеми подібне до визначення «сучасного ландшафту» в інтерпретації В.Гуцуляка (2008). А саме, «сучасні ландшафти є природно–антропогенними системами».

Вбачається доречним вжиток терміну «геосистема» через відсутність прив'язки до розмірності, котра може бути визнана характерною для поняття «сучасний ландшафт». Особливо важливим є таке розмежування при вивченні питання класифікації природно-антропогенних утворень, зокрема й для цілей аналізу ДДЗ.

Проблеми розпізнавання геосистем за ДДЗ лежать в площині їх своєрідності. Як об'єкти розпізнавання, геосистеми належать до класу складаних. Для них характерна вертикальна і горизонтальна гетерогенність, багатоманітність і багатоваріантність внутрішніх і зовнішніх зв'язків, висока типологічна різноманітність та індивідуальна неповторність. Математичною мовою геосистеми можна описати як об'єкти з великим характеристичним об'ємом і значною варіацією значень ознак.

В географії питання розпізнавання образів тією чи іншою мірою вирішувалось в контексті теорії геообразень, розвиток якої пов'язаний з іменами О.Берлянта, А.Асланікашвілі, О.Лютого, Є.Ширяєва, К.Саліщева.

У ландшафтознавстві є вагомий доробок, що може бути підґрунтям для розпізнавання дистанційних образів в ГІС середовищі. Передусім, в галузі ландшафтної індикації, а також наукового пошуку в області семантико – геометричних відношень (відношень внутрішнього і зовнішнього змісту ландшафтних систем). Ці наукові напрями розвивали С.Вікторов, О.Вікторов, В.Солнцев, Н.Фадєєва, В.Пашенко, В. Боков та інші.

Важливим питанням в процедурі розпізнання геосистем є їх попередня класифікація.

Теоретичним базисом класифікації геосистем є концепції: антропогенних модифікацій природних ландшафтів А.Ісаченка; антропогенного ландшафтознавства, розроблена в працях Ф.Мількова, В.Федотова, Г.Денисика; функціональної класифікації ландшафтів

П.Шищенко; ландшафтної екології М.Гродзинського, В.Гуцуляка; урбаністичної географії П.Шищенко, В.Кучерявого, А.Чайки, О. Дмитрука.

Загалом, питанням класифікації геосистем присвячена значна кількість наукових праць. Зокрема:

- Ф. Ягер (Jaeger, 1934) пропонує одну з перших класифікацій культурного ландшафту під яким розуміє «спільний вираз антропогенних явищ» і розрізняє: дуже густонаселений чи з великою кількістю міст ландшафт; змінений культурний ландшафт; незмінений культурний ландшафт; змінений чи природний ландшафт з дрібними островами культурних; незмінений природний ландшафт;
- Ф.Мільков (1964, 1970) поділив всі ландшафти на: незаймані; відновлені, що становлять предмет палеогеографії; змінені, що знаходяться під впливом людини; природні, структура яких під впливом людини не зазнала докорінних змін; антропогенні, структура та виникнення яких пов'язане з діяльністю людини (культурні та акультурні);
- А.Ісаченко (1971) пропонує наступну класифікацію геосистем: незмінені або первісні ландшафти; слабо змінені ландшафти; порушені (сильно змінені) ландшафти, що підлягають довгому, але стихійному, нераціональному впливу; перетворені, чи власне культурні ландшафти.

Широко вживаною в географічній науці й практиці є класифікація геосистем за функціями. Під функцією розуміють суспільно важливу мету, якої суспільство досягає за рахунок природної геосистеми або за її участю (В. С. Преображенський та ін., 1988).

Від функції, яку виконує геосистема, суттєво залежать її структурні особливості та динамічні тенденції. Так, генетично далекі геосистеми, що виконують однакову функцію (наприклад аграрну), за набутими при цьому властивостями стають значно більш подібними, ніж геосистеми одного виду, але різного функціонального використання. Виконання геосистемами деяких функцій, таких, наприклад, як урбаністична, практично повністю нівелює їх первинні природні відмінності. Звідси зрозуміла увага, яку надають ландшафтознавці та геоєкологи класифікації геосистем за виконуваними функціями.

Основою типології ландшафтів за функціональними ознаками є врахування характеру виробничої та невиробничої ролі ландшафтів в природокористуванні.

В географічній науці запропоновано кілька варіантів типології геосистем за функціями. Е.Німанн (1977) розрізняє чотири групи функцій: виробничі (задовольняють промислове та сільськогосподарське виробництва енергетичними та речовинними ресурсами); антропоєкологічні (зумовлюють здоров'я людини); етичні та естетичні; «ландескультурні» (не досить чітко визначена група функцій, що включає вилучення відходів, самоочищення геосистем і т. п.). Ван-Дер-Маарель (1977) також виділив

чотири типи функцій: постачання речовиною та енергією; просторову (як арену для різних видів суспільної діяльності); інформаційну; регуляторну. В.Преображенський (1980) виділив такі функції: ресурсно-відновлювальну; середовище-відновлювальну (відновлення умов природного середовища, порушеного антропогенними факторами); ресурсозберігаючу або ресурсовмісну (зберігання ресурсів, зокрема генофонду рослин і тварин); інформаційну (надання матеріалу для наукових досліджень, виховання тощо); естетичну; функцію простору для господарської діяльності.

Згідно зі стандартом з охорони природи ГОСТ 17.8.1.02-88 розробленим Академією наук СРСР та затвердженим і введеним в дію Постановою Державного комітету СРСР по стандартах від 13.05.88, всі ландшафти за соціально-економічними функціями поділяють на: сільськогосподарські, лісогосподарські; водогосподарські; промислові; ландшафти поселень; рекреаційні; заповідні; такі що не використовуються.

Ієрархічну систему класифікації ландшафтів (тип-підтип-вид) запропонував П.Шищенко (1988, 1999). Ним виділено такі типи ландшафтів: 1) заповідні з трьома підтипами – ландшафтними, спеціальними, локально-об'єктивними, а в їх межах виділені види (флористичні, фауністичні, геологічні та інші); 2) мисливсько-промислові з підтипом мисливських ландшафтів; 3) лісово-господарські з підтипами - експлуатаційними, захисними, спеціальними промисловими, резервними та іншими; їх видами є ґрунтозахисні, водозахисні, санітарно-захисні, горіхово-промислові та інші; 4) рекреаційні з підтипами лікувальних, курортно-рекреаційних, туристсько-рекреаційних, приміських заповідно-рекреаційних ландшафтів, видами яких є бальнеологічні, кліматичні, ландшафтно-кліматичні, приморські, лісопаркові, лугопаркові, гідропаркові, заміські паркові; 5) лучно-пасовищні з підтипами луговими та пасовищними, видами яких є меліоровані та не меліоровані ландшафти; 6) землеробські з підтипами польових, садово-плантаційних, кормових, видами яких є не меліоровані, меліоровані (осушені, лісомеліоровані, зрошувані); 7) водогосподарські ландшафти підтипів з переважанням гідроенергетики, водного господарства, рибного господарства; 8) селитебні міські виду житлової та суспільно-адміністративної забудови, зелених насаджень, садово-городні, а також підтип сільських селитебних ландшафтів; 9) дорожньо-транспортні підтипів залізничних, автомобільних та інших ландшафтів; 10) гірсько-промислові підтипів кар'єрних виробок (види – кар'єрно-відвальні, кар'єрні), шахтні (види – власне шахтні, шахтно-провальні, шахтно-відвальні, шахтно-териконові), нафто- та газодобувні; 11) промислові – території промислової забудови підприємств.

Багатий науковий доробок в питанні класифікації геосистем засвідчує високий інтерес до проблеми. Особливо цінним такий науковий досвід є при розробці національної ієрархічної системи класифікації

геосистем (стандартизації специфікації класів) для цілей аналізу ДДЗ, узгодженої з європейською й деталізованою для теренів України.

Початок робіт по створенню єдиної європейської системи збору й обміну інформацією про геосистеми було покладено програмою CORINE (Coordination of information on the environment), ініційованою Єврокомісією (European Commission) у 1985 р. [3].

Ця програма дозволила об'єднати зусилля вчених та фахівців західноєвропейських країн по збору, уніфікації і координації геопросторової й тематичної інформації про стан довкілля.

На основі матеріалів космічних зйомок із супутників Landsat і SPOT до початку 1990-х рр. були складені цифрові карти земних покривів для декількох країн західної Європи в масштабі 1:100000.

Земний покрив є виразом дистанційного образу геосистеми. Останній формується, в першу чергу, тими компонентами що утворюють геосистему, її ярусною будовою. Глибинним ярусом геосистем є літогенна основа, вище містяться ґрунтові яруси та, так звані, «видимі» яруси, структура яких визначається формою рельєфу місцевості, складом рослинності, поверхнею ґрунту, а також результатами діяльності людини (функціональними рисами). Саме ці «видимі» яруси утворюють екотярус, що й визначає зовнішній образ, фізіономію геосистеми. Остання і є предметом вивчення при аналізі ДДЗ.

Важливим результатом програми CORINE було створення єдиної номенклатури земних покривів для території Європи (CORINE Land Cover Classification System). Це багаторівнева класифікаційна схема, з розбивкою об'єктів на 5 класів на 1-му рівні, на 15 класів на 2-му рівні і на 44 класи - на 3-му рівні. Варто підкреслити, що класифікаційна схема CORINE LCCS допускає, при необхідності, подальшу деталізацію шляхом нарощування додаткових рівнів. CORINE Land Cover Classification System:

➤ 1. Антропогенні об'єкти. Artificial surfaces

- 1.1. Міські землі. Urban fabric
 - 1.1.1. Населені пункти зі щільною забудовою, Continuous urban fabric
 - 1.1.2. Населені пункти з вільною забудовою, Discontinuous urban fabric
- 1.2. Землі під промисловістю, комерційними об'єктами, транспортом. Industrial, commercial and transport units
 - 1.2.1. Промислові або ж комерційні об'єкти. Industrial or commercial units
 - 1.2.2. Землі дорожнього й залізничного господарства. Road and rail networks and associated land
 - 1.2.3. Порти. Port areas
 - 1.2.4. Аеропорти. Airports
- 1.3. Шахти, звалища, будівельні об'єкти. Mine, dump and construction sites
 - 1.3.1. Місця видобутку корисних копалин. Mineral extraction sites
 - 1.3.2. Звалища. Dump sites
 - 1.3.3. Будівельні майданчики. Construction sites
- 1.4. Штучні несільськогосподарські землі. Artificial, non-agricultural vegetated areas
 - 1.4.1. Зелені зони міст. Green urban areas
 - 1.4.2. Землі для спорту й відпочинку. Sport and leisure facilities

➤ 2. Сільськогосподарські землі. Agricultural areas

- 2.1. Орні землі. Arable land
 - 2.1.1. Нездружані землі. Non-irrigated arable land
 - 2.1.2. Здрішвані землі. Permanently irrigated land
 - 2.1.3. Рисові поля. Rice fields
- 2.2. Сади, плантації, виноградники. Permanent crops
 - 2.2.1. Виноградники. Vineyards
 - 2.2.2. Фруктові та ягідні плантації. Fruit trees and berry plantations
 - 2.2.3. Оливкові гаї. Olive groves
- 2.3. Пасовища. Pastures
 - 2.3.1. Пасовища. Pastures
- 2.4. Різномірні сільськогосподарські об'єкти. Heterogeneous agricultural areas
 - 2.4.1. Чередування оранки та багаторічних культур. Annual crops associated with permanent crops
 - 2.4.2. Сільськогосподарські землі комплексного використання (оранка, пасовище, сади, плантації). Complex cultivation patterns
 - 2.4.3. Сільськогосподарські землі зі значними ділянками природної рослинності. Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation
 - 2.4.4. Лісорозвідні господарства. Agro-forestry areas
- 3. Ліси. Forest and seminatural areas
 - 3.1. Ліси. Forests
 - 3.1.1. Широколисті ліси. Broad-leaved forest
 - 3.1.2. Хвойні ліси. Coniferous forest
 - 3.1.3. Мішані ліси. Mixed forest
 - 3.2. Чагарникова рослинність та трав'янисті асоціації. Scrub and/or herbaceous vegetation associations
 - 3.2.1. Природні трав'янисті асоціації. Natural grasslands
 - 3.2.2. Рослинні угруповання з чагарників та трав. Moors and heathland
 - 3.2.3. Середземноморська рослинність. Sclerophyllous vegetation
 - 3.2.4. Перехідна деревно-чагарникова рослинність. Transitional woodland-shrub
 - 3.3. Відкриті простори з невеликою кількістю рослинності або її відсутністю. Open spaces with little or no vegetation
 - 3.3.1. Дюни, піски. Beaches, dunes, sands
 - 3.3.2. Голі скали без рослинності. Bare rocks
 - 3.3.3. Розріджена рослинність. Sparsely vegetated areas
 - 3.3.4. Згаріща. Burnt areas
 - 3.3.5. Льодовики й постійно засніжені області. Glaciers and perpetual snow
- 4. Внутрішні болота. Wetlands
 - 4.1. Болота. Inland wetlands
 - 4.1.1. Внутрішні болота. Inland marshes
 - 4.1.2. Торф'яні болота. Peat bogs
 - 4.2. Берегові болота. Maritime wetlands
 - 4.2.1. Солоні болота. Salt marshes
 - 4.2.2. Лимани. Salines
 - 4.2.3. Приливно-відливні області. Intertidal flats
- 5. Водні об'єкти. Water bodies
 - 5.1. Внутрішні води. Inland waters
 - 5.1.1. Річки. Water courses
 - 5.1.2. Озера. Water bodies
 - 5.2. Морські води. Marine waters
 - 5.2.1. Берегові лагуни. Coastal lagoons

- 5.2.2. Естуарії. Estuaries
- 5.2.3. Моря й океани. Sea and ocean

Слід зазначити, що в період з 2000 по 2005 р. з ініціативи і при підтримці European Environment Agency (EEA) був виконаний великий обсяг робіт з корекції та деталізації бази даних CLC1990 в зв'язку з можливістю ідентифікації її складових за матеріалами актуальних космічних знімків з КА «Landsat7». Оновлена база даних одержала найменування CLC2000, у її створенні взяло участь 32 країни. База даних CLC2000 доступна через портал European Environment Agency - <http://dataservice.eea.europa.eu>. З результатами класифікації земних покривів країн Європи можна ознайомитись на сайті - <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/corine-land-cover-2000-by-country-3>.

Оновлення бази даних здійснювалось в процесі роботи зі спеціальними полігонами ДДЗ для яких визначались еталони, кожен з яких характеризує той чи інший земний покрив й відноситься до певного класу європейської системи класифікації (CORINE LC-2000). Таким чином було створено базу даних спектральних еталонів різних класів земних покривів. З її допомогою, в оперативному режимі органічно моніторити будь-які зміни екоярусу геосистем.

CORINE LC-2000 постійно оновлюється. Зокрема, її повне оновлення, в зв'язку із зміною територіальної структури геосистем, було здійснене в 2006 р.

Відповідність якості матеріалів бази CLC2000 вимогам користувачів було проаналізовано в проекті LUCAS (European Land Use/ Cover Area Frame Statistical Survey). Дослідження проводилося European Topic Centre on Terrestrial Environment (ETC/TE) при участі геоінформаційної компанії Gisat s.r.o. (Прага, Чеська республіка).

Аналіз, проведений у проекті LUCAS, показав, що база CLC2000 не в повному обсязі задовольняє запити користувачів. Зокрема, в точності класифікації (відсоток помилок збільшується на високих рівнях) й залежить від суб'єктивного погляду оператора. Точність результатів класифікації оцінюється на 85%. Більшість спеціалістів-практиків землекористування не вдоволені розміром мінімальної площі що картується (minimum mapping unit (MMU) - 25 га). Відтак, результати такої класифікації можуть бути використані для зрівняння стану екоярусів геосистем та їх різноманіття в різних країнах [5].

Загалом, найвищий рівень CORINE Land Cover Classification System відображає загальнопланетарну схему використання територій; другий рівень призначено для ідентифікації 15 категорій геосистем в масштабі 1: 1:1000000 та 500000; третій рівень застосовується під час виконання проектів у масштабі 1:100000. Масштаб досліджень дозволяє вивчити різноманіття геосистем й скласти уявлення про територіальні особливості їх організації. Особливо важливим є такий результат при розробці міждержавних програм: оздоровлення регіонів, збереження ландшафтного

й біорізноманіття. Масштаб досліджень 1:100000 є базовим при обґрунтуванні будь-яких проектів на стадії регіональних схем. Техніко-економічна ж стадія обґрунтування проектів, а тим паче стадія технічного проектування потребує інформації, а отже й досліджень в більш крупних масштабах. Останні є, як правило, компетенцією окремих держав.

Першою спробою долучення України до Європейської геоінформаційної системи був проект The Model and Automated Technology for Land Cover Classification (TLCC). Дослідження в рамках проекту проводились в період 2007-2008 рр. за грантом INTAS при підтримці Національного космічного агентства України й Космічного агентства Франції (Le Centre National d'Etudes Spaciales - CNES) [2].

Розроблена в рамках проекту технологія була взята за основу при створенні в Україні міжвідомчої інформаційної системи GEO-UA.

В ній розробку класифікатора здійснювали різні відомства. Зокрема, класифікацію групи 1 (Антропогенні об'єкти. Artificial surfaces) проводило ДП «Дніпрокосмос», груп 2 (Сільськогосподарські землі. Agricultural areas) й 5 (Водні об'єкти. Water bodies) - Інститут агроєкології УААН, груп 3 (Ліси. Forest and seminatural areas) й 4 (Внутрішні болота. Wetlands) - Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі НАН України.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Долучення України до програми CORINE потребує наукового обґрунтування системи класифікації геосистем 1-3 й нижчих ієрархічних рівнів із забезпеченням її сигнатурними характеристиками еталонів, котрі б дозволяли отримувати високодостовірну інформацію. Загалом, система класифікації повинна мати багаторівневу структуру для забезпечення вимог користувачів різних рівнів - європейського, національного, регіонального, місцевого (локального). В Україні зроблено деякі кроки у вирішенні питання класифікації, однак залучення різних відомств до вирішення цієї проблеми та неузгодженість критеріїв виділення класів для ієрархічних рангів системи ставлять під сумнів репрезентативність результатів.

Точність результатів класифікації ДДЗ (80-85%) в системі CORINE LC засвідчує потребу вдосконалення методики аналізу ДДЗ.

Формулювання цілей статті. В зв'язку з вищезначеним, вбачається потреба обґрунтування методики аналізу ДДЗ та оперативного синтезу достовірної інформації про відповідні класи геосистем та їх параметричні характеристики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз системи CORINE [5] засвідчив необхідність створення алгоритму класифікації геосистем за ДДЗ для забезпечення більш точних результатів ідентифікації дистанційних образів.

Суттєво підвищити точність результатів дозволяє застосування ландшафтного підходу до інтерактивного аналізу ДДЗ. Адже достовірне розпізнання складних явищ та процесів земної природи, котрим властивий суттєвий характеристичний об'єм, можливе лише за умов розуміння й

бачення ландшафтної мозаїчності географічного континіуму. Тому актуальним є обґрунтування методики ландшафтно-геоінформаційного аналізу ДДЗ й синтезу інформації про геосистеми.

Теоретико-методичні засади ландшафтно-геоінформаційного аналізу ДДЗ формуються в інтеграційному науковому полі ландшафтознавства й геоінформатики при залученні критичного аналізу практики ландшафтного, ландшафтно-екологічного впорядкування геосистем (районування, класифікації) й геоінформаційного розпізнання дистанційних образів явищ та процесів.

Ландшафтно-геоінформаційний аналіз ДДЗ складається з наступних етапів: підготовчого; організаційно-класифікаційного; автоматичного розпізнання дистанційних образів.

Завданнями підготовчого етапу є:

- створення ієрархічної схеми класів геосистем, які необхідно виділити, як деякі «образи» в результаті класифікації;
- підбір ДДЗ. Відбувається в зв'язку з вивченням їх на предмет релевантності дослідницьким задачам за такими критеріями, як територіальність, сезонність, пропускна здатність погодних умов, спектральність, просторова роздільна здатність.
- вивчення ландшафтно-організації досліджуваної території й підготовка або залучення в ГІС векторних моделей ландшафтно-територіальної структури (створених в автоматичному режимі в результаті просторового аналізу цифрової моделі рельєфу). Створення векторних полігональних моделей «масок» ПТК (фізико-географічних областей), котрі характеризуються відносною ландшафтною однорідністю для наступного маскування ДДЗ;
- підготовка ДДЗ до організаційно-класифікаційної діяльності.

Позиціонування ДДЗ з використанням аналогових топографічних карт, наявних цифрових карт чи даних отриманих за допомогою глобальної системи позиціонування (GPS). Зшивання й мозаїкування ДДЗ (за умови одночасності їх створення) в цілісний дистанційний образ досліджуваного явища чи процесу. Маскування (розрізання) цілісного дистанційного образу за ПТК (фізико-географічними областями) й створення окремих моделей ДДЗ, котрі характеризуються відносною однорідністю ландшафтно-структури і виконуватимуть, по-черзі, роль операційних територіальних одиниць в процесі класифікації ДДЗ.

В ході організаційно-класифікаційного етапу аналізу ДДЗ необхідно вирішити завдання:

- сегментації «масок» ДДЗ, з метою виділення еталонів (еталони – це набори пікселів (елементарних одиниць растру), що представляють потенціальний клас);
- розрахунок за еталонними пікселями статистичних показників для створення параметричної сигнатури класів. Набір параметричних сигнатур використовується для навчання статистичного класифікатора (наприклад, максимальної подібності) й наступного

визначення класів. Зміст сигнатури може бути представлений гістограмним способом. Еталони, поканальні гістограми яких не перетинаються, визначаються як вдало підібрані. Система еталонів вважається добре організованою, якщо в ній відсутні перекриття статистичних характеристик її елементів, або якщо такі перекриття мають незначний об'єм. Незначним слід вважати об'єм, що складає 15% пікселів від найменшого за розмірами еталону [4]. Наприклад, якщо розмір найменшого еталону складає 312 пікселів то його допустиме піксельне перекриття буде становити 46 пікселів.

- за параметричними сигнатурами пошук об'єктів подібних еталону; в разі достовірності результатів пошуку – прийняття створеної сигнатури в якості робочої при класифікації, в іншому випадку – маніпулювання сигнатурами, або нова ітерація сегментації та сигнатурної інвентаризації. Результативним є створення системи еталонів з застосуванням методів ландшафтного розпізнання дистанційних даних, а саме накладання векторних моделей ландшафтів на моделі ДДЗ та наступного розпізнання геосистем.

Автоматичне розпізнання геосистем зводиться до машинного рознесення по певних групах пікселів зображення за ознакою подібності (мінімальної спектральної відстані) до так званої групової сигнатури.

Отже, включення в процедуру класифікації інформації про ландшафту організацію територій надало можливість виділення під час організаційно-класифікаційного етапу еталонів з досить чіткими сигнатурними межами, а отже й вибору результативного контрольованого алгоритму прийняття машинних рішень при розпізнанні геосистем за ДДЗ. Запропонована методика ландшафтно-геоінформаційного аналізу ДДЗ була апробована в програмному середовищі ERDAS Imagine з залученням космознімків SPOT і цифрових векторних моделей позиційно-динамічної ландшафтно-територіальної структури в ході інформаційної інвентаризації геосистем Інгулецького басейнового регіону України.

Висновки. Наявність актуальних ДДЗ, даних про ландшафту територіальну організацію та стандартизованої системи класифікації геосистем є основою синтезу оперативної інформації про ландшафтно-екологічний стан регіонів України та передумовою результативної інтеграції до європейського екологічного простору.

Використані джерела:

1. Голубчик М. М., Евдокимов С. П., Максимов Г. Н., Носонов А. М. Теория и методология географической науки: учеб. пособие для вузов М.: Изд-во ВЛАДОС, 2005.
2. Соукап Т., Бушуев Е., Попов М. и др. Модель и технология автоматизированной классификации земных покрытий по данным дистанционного зондирования // Матер. III Белорусского космич. конгресса, 23–25 октября 2007, Минск. - Минск: ОИПИ НАН Белорусии, 2007. - С. 214-219.
3. Buttner G., Feranec J., Jaffrain G., et al. The CORINE Land Cover 2000 Project // EARSel Proceedings 3(3). - 2004. - P. 331-346.
4. ERDAS Field Guide. – Atlanta: ERDAS inc., 2005.
5. The thematic accuracy of Corine land cover 2000. Assessment using LUCAS (land use/cover area frame statistical survey) // Techn. Rept. EEA. - 2006. - N 7. - 85 p.