

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

УДК 911.2:528.8

Голубцов О.Г., Путренко В.В., Чехній В.М., Фаріон Ю.М.

### ЛАНДШАФТНА ГІС ЯК РЕЗУЛЬТАТ ЛАНДШАФТОЗНАВЧОГО ПРИКЛАДНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ АДМІНІСТРАТИВНОГО РАЙОНУ: МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ

*Розглянуто зміст і структуру ландшафтної ГІС, визначено основні етапи її створення. Показано роль ландшафтної ГІС у прикладних ландшафтознавчих дослідженнях на рівні адміністративного району.*

*Рассмотрено содержание и структуру ландшафтной ГИС, определены основные этапы ее создания. Показана роль ландшафтной ГИС в прикладных ландшафтоведческих исследованиях на уровне административного района.*

*The content and structure of a landscape GIS are considered. The main stages of its development are defined. The role of landscape GIS in applied landscape research on administrative district level is shown.*

*Постановка проблеми* Опрацювання наукових засад оптимізації природокористування на різних рівнях організації державного управління є важливою і необхідною складовою реагування сучасної науки на суспільні потреби. На передньому плані постають завдання належної просторової організації форм природокористування, опрацювання особливостей їх змісту у залежності від конкретних ландшафтних умов, розробки геоекологічно спрямованих заходів, що ґрунтуються на кондиційній інформації про сучасні ландшафти та їхнє функціонування і динаміку.

*Актуальність.* Одним з основних і найважливіших аспектів наукової значущості дослідження є представлення шляхів використання теоретичних основ і методичного арсеналу сучасного ландшафтознавства для вирішення актуальних проблем землекористування і охорони природи.

*Головним завданням* цієї публікації є представлення послідовності здійснення ландшафтознавчого дослідження території адміністративного району для цілей раціонального використання земель та обґрунтування найбільш доцільних дослідницьких засобів для його проведення на основі методів ГІС. Сфера можливого практичного застосування даної розробки – доповнення земельних кадастрів узагальненою природничо-географічною інформацією, планування використання земель, обґрунтування пропозицій щодо створення природоохоронних об'єктів, моніторингу земель.

Спрямованість дослідження на вивчення ландшафтів території адміністративного району пояснюється тим, що на такому рівні:

– найчіткіше виражені конкретні проблеми використання земель і управління земельними ресурсами (ведення державного земельного кадастру, оптимізації організації території, планування заходів щодо охорони земель);

– є можливим проведення детальних ландшафтознавчих досліджень із застосуванням методів великомасштабного ландшафтного картографування, використання даних ДЗЗ, ГІС-технологій, геохімічних експрес-методів тощо;

– наявні передумови для безпосереднього впровадження результатів дослідження і належного відслідковування ефекту від їх використання у практиці управління земельними ресурсами.

У центрі уваги – опрацювання методичного аспекту представленої у завданні дослідження проблематики із зосередженням уваги на поєднанні традиційних та новітніх методів ландшафтознавчих досліджень, зокрема, використання даних ДЗЗ, для створення бази природничо-географічних даних про території у вигляді ландшафтно-геоінформаційної системи, яка міститиме узагальнену ландшафтознавчу інформацію про територію дослідження, а також даватиме можливість здійснювати аналіз даних. Об'єктом дослідження, у даному дослідженні, є ландшафти території адміністративного району. Предмет дослідження – природні характеристики елементів та компонентів ландшафтів та їх антропогенні зміни і, загалом, ландшафтна структура території.

*Аналіз вивченості проблеми. Досвід ландшафтознавчих досліджень території адміністративного району.* Опрацювання заходів щодо оптимізації управління земельними ресурсами та вирішення проблем збереження і охорони природи є ефективним у межах адміністративних одиниць завдяки можливостями централізованого впровадження наукових розробок місцевими адміністраціями. З-поміж адміністративних виділів найбільшу увагу ландшафтознавців здобули адміністративні області. Значно менше є цільових ландшафтознавчих робіт, приурочених до конкретного адміністративного району. Прикладом може бути дослідження «Комплексні географічні дослідження на території Марківського району Луганської області для цілей опрацювання ландшафтних принципів удосконалення землекористування в його межах», проведене під керівництвом член-кореспондента НАН України О.М.Маринича (1991). На дисертаційному рівні території адміністративних районів досліджували, зокрема: В.Г.Потапенко – «Методика ландшафтно-екологічного аналізу та оцінки території адміністративного району (геохімічний аспект, на прикладі Обухівського району)» (1996), Е.М.Мелік-Багдасаров – «Формирование локальных систем особо охраняемых природных территорий на основе ландшафтного подхода (на примере Егорьевского района Московской области)» (2003), Н.В.Сичова – «Применение ландшафтного подхода к оценке природно-ресурсного потенциала пригородных территорий (на примере Смоленского района)» (2009) та інші.

У Німеччині ландшафтознавчі дослідження на адміністративному рівні, співвідносним із районом в Україні, здійснюються в рамках ландшафтного планування територій. Метою таких досліджень є створення ландшафтних рамкових планів (Landschaftsrahmenplan),

які містять пропозиції заходів у сфері охорони природи, догляду за ландшафтом, визначення ризиків та перспектив у використанні території для цілей сільського господарства, транспорту, розміщення промислових об'єктів, забудови, відпочинку [31, 38 та інші].

Вирішення практичних завдань передбачає обробку значних об'ємів інформації за всіма компонентами ландшафту. Тому невід'ємною складовою методичного забезпечення ландшафтознавчих досліджень у прикладній площині є застосування потужного сучасного інструменту – географічних інформаційних систем. Геоінформаційні системи (ГІС) – це інформаційні системи для збору, обробки, організації, аналізу та представлення географічних даних. ГІС включають апаратні та програмні продукти, дані та способи їх використання. Всі етапи – від отримання, зберігання, обробки та аналізу геопросторової інформації до моделювання і прийняття рішення разом із програмно-технічними засобами об'єднуються назвою – ГІС-технології [5, 23, 24].

*Виклад основного матеріалу дослідження.* ГІС-технології широко застосовуються в різноманітних галузях діяльності людини, у яких вимагається оперативне керування ресурсами і прийняття рішень. Це сфери земельного кадастру, кадастрів природних ресурсів і природно-заповідного фонду, планування навколишнього середовища, сільське і лісове господарства, охорона природи та багато інших [1, 17, 26, 27, 29, 39]. Природничо-географічні дані у таких геоінформаційних системах представлені у вигляді окремих векторних шарів, які містять інформацію про різні складові ландшафтів, головним чином, рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив. Для комплексної оцінки територій та створення загальної бази даних про неї доцільнішим, а скоріше, зважаючи на неузгодженість контурів компонентних характеристик території (геоморфологічних, геологічних, ґрунтових, геоботанічних тощо), - конструктивним і необхідним є об'єднання покомпонентних даних на ландшафтній основі [11, 13, 16]. Основою інтегральної просторово-інформаційної бази даних (і геоінформаційної системи), – що містить узагальнену природничу характеристику певної території, у даному випадку – адміністративного району, є цифрова ландшафтна карта.

Концепція багатоцільової ГІС на ландшафтній основі вперше була опрацьована під час вирішення проблем, пов'язаних із аварією на Чорнобильській АЕС [8]. Застосування ГІС на ландшафтній основі було ефективним при вирішенні прикладних задач пов'язаних із оцінкою впливу на навколишнє середовище атомних електростанцій [10, 14], оцінкою наслідків надзвичайних ситуацій у зонах впливу техногенних об'єктів [25] та вивчення військових об'єктів [9], планування екологічної мережі [22], екологічного супроводу інвестиційно-будівельних проектів у нафтовій і газовій промисловості [27].

Розробляється методика створення детальних географічних баз даних природних умов і ресурсів як складової Державного земельного кадастру на основі застосування геокомплексного підходу [35, 36].

Пропонується створити єдиний інтегрований векторний шар для відображення просторової диференціації природних умов земної поверхні – геологічних, геоморфологічних, гідрологічних, ґрунтових та геоботанічних. Тестування цієї методики проводиться в межах адміністративної території міста Львова у масштабах 1:2000 та 1:5000 [13], басейну Верхнього Дністра [4].

Детально опрацьовано впровадження ландшафтознавчого підходу у веденні і формуванні земельного кадастру на основі інтеграції різнорідних даних про земельні ресурси у багатофункціональні земельно-інформаційні системи [19]. Обґрунтовано доцільність і запропоновано методологію створення регіонального кадастру природних ресурсів гірської частини Карпат, який базується на ландшафтно-екологічному підході на основі ГІС технологій та розроблено підходи щодо створення власне кадастру ландшафтів [3].

Обґрунтовано і розроблено алгоритми створення власне ландшафтно-ГІС на природно-географічній основі для вирішення завдань оцінки земель, оптимізації землекористування та ландшафтного планування [12, 21]. Створення таких ГІС передбачає формування ландшафтно-карти і баз даних, що прив'язуються до мережі ландшафтних контурів (виділи фацій, їхні таксономічні поєднання і змінні стани – біогеоценози). Основою ландшафтно-ГІС є ландшафтна карта як інваріант представлення баз даних і знань про територію [12].

У Німеччині різномасштабна ландшафтна (Naturraumgliederung) карта використана для створення інтерактивної геоінформаційної системи для інформування суспільства про основні небезпеки та необхідність захисту територій. Кожен ландшафтний виділ у цій геоінформаційній системі, поряд з даними про природничо-географічну характеристику, містить оцінку потенційно можливих негативних впливів та вимоги щодо захисту ландшафту [33].

Фактично на основі ландшафтознавчого підходу реалізується проект створення бази даних (кадастру) про природні ресурси Австралії – Australian Soil Resource Information System [30]. Суть роботи полягає в узагальненні природних умов території та виділення одиниць – Land-Unit, що містять комплекс показників: форми рельєфу, водний баланс, характеристика локального клімату, ґрунтоутворюючі породи, типи ґрунтів та їх властивості. Деталізація параметрів залежить від розмірності виділу. ГІС включає, крім картографічних матеріалів, текстові описи та фотографії; це відкрита система і доступна в Інтернеті [30]. В Північній Алясці при картографуванні рослинності використано подібний методичний підхід – Integrated terrain unit mapping (ITUM) [40].

Результати, представлені у вказаних та інших роботах, свідчать про ефективність застосування методів ГІС при дослідженні та оцінці природних умов. Особливо вдалим виявився підхід щодо узагальнення природничо-географічних характеристик на основі ландшафтних карт. Такі синтетичні інтегральні карти є основою для аналізу та інтерпретації даних

у різноманітних галузях. Опрацювання досвіду з даної тематики дає можливість виокремити базові принципи створення ландшафтних геоінформаційних систем:

- єдина ГІС-оболонка – загальноприйняті програмні продукти (наприклад, ArcGIS, MapInfo);
- єдина для всіх шарів система координат;
- класифікатор матеріалів, показників і параметрів, що складають базу даних;
- наявність базового шару, який у подальшому використовується для узгодження, оцінки та аналізу даних; таким шаром є цифрова ландшафтна карта.

Основними завданнями, що необхідно виконати для створення ландшафтно-геоінформаційної системи, є: визначення сукупності необхідних даних та опрацювати форми їх представлення в ГІС, тобто, розробка структури ГІС; збір та опрацювання ландшафтознавчої інформації про територію дослідження, укладання базової ландшафтно-карти, що є основою для створення оціночних і прогнозних карт.

Методологічною базою створення ландшафтно-ГІС в частині застосування комп'ютерних технологій є загальні основи створення і функціонування геоінформаційних систем [6, 15, 23]. Для картографування доцільно використовувати програмні пакети ArcGIS та/або MapInfo, основними рисами яких є можливість створення карт на основі векторних зображень та баз даних; здійснення аналізу даних за допомогою інтерполяції, перекласифікації та накладання інформаційних шарів; підготовки карт для публікації; 3D-моделювання території. Програми дозволяють створювати та підтримувати векторні ландшафтні карти території різного масштабу, часу та детальності.

Створення ландшафтно-ГІС включає використання як традиційних ландшафтознавчих методів збору і обробки даних, так і методів ГІС-аналізу. Це зумовлює необхідність побудови чіткого алгоритму дій, узгодженості між собою різних методів дослідження. У зв'язку із цим, доцільно виконувати роботу поетапно, вирішуючи на кожному із таких етапів конкретне дослідницьке завдання.

*ЕТАП 1. Розробка структури ГІС та баз даних.* Суть даного етапу полягає у визначенні сукупності даних, які будуть представлені у ГІС та форм їх організації. У контексті створення геоінформаційної системи під даними мається на увазі не лише сукупність кількісних і якісних показників, а й просторові об'єкти: картографічні растрові матеріали, аеро- та космічні знімки, векторні карти, що будуть створені (базові та оціночні).

На даному етапі визначається вичерпний перелік показників, які будуть використані, створюються класифікатори та розробляється структура баз даних відповідних тематичних шарів. Структуризація всієї сукупності інформації за принципом чіткого тематичного розподілу полегшує процес введення даних, виключає їх повторення або помилки під час ведення і оновлення баз даних.

При визначенні показників (табл. 1), які будуть відображені у базі даних, слід керуватись тим, що вони мають у повній мірі діагностувати ландшафтні виділи, характеризувати і описувати динаміку і функціонування ландшафтів, бути зорієнтованими на цільове оцінювання для потреб природокористувань різних видів (сільського господарства, будівництва, рекреації, охорони природи тощо).

Таблиця 1. Склад бази даних ландшафтної ГІС (показники) [за 7, 20, 32, 34, 37]

№ п/п	Дані	Показники	№ п/п	Дані	Показники
1	Геологічна будова	<i>Гірські породи:</i> назва, вік, генезис. <i>Четвертинні відклади:</i> генезис, потужність, гранулометричний склад <i>Підземні води:</i> умови залягання, поширення, склад, режим.	6	Тип місцезростання	Трофотоп Гігротоп Едафічний тип ґрунту
2	Рельєф	Форми рельєфу. Ухили поверхні. Експозиція, форма поверхні схилів.	7	Кліматичні умови	Кількість сонячної радіації Атмосферний тиск температура повітря; ґрунту відносна вологість повітря; ґрунту кількість та інтенсивність атмосферних опадів висота, запаси води у сніговому покриві швидкість і напрямок вітру
3	Водні об'єкти	<i>Розподіл водних об'єктів на земній поверхні,</i> режим, стік, витрати води, мінералізація, солоність. <i>Ґрунтові води – рівень.</i>	8	Земле користування – фактичний стан	Забудова, транспортна мережа, меліоративні системи, агроугіддя, сучасна рослинність.
4	Ґрунтовий покрив	<i>Тип ґрунту,</i> гранулометричний склад – вміст фракції <0,01 мм; валовий вміст хімічних макро- і мікроелементів; вміст гумусу; рН; вологість; ступінь оглеєння; ємність катіонного обміну (ЄКО); змитість; кам'янистість; карбонатність,	9	Вміст забруднюючих речовин 1. Радіоактивні елементи (Cs- 137, Sr-90, інші); 2. Важкі метали (Pb, Cd, Zn, Cu, інші); 3. Нафта і нафтопродукти; 4. Пестициди; 5. Сполуки азоту (іони амонію, нітриту, нітрати) 6. Поверхнево активні речовини (ПАВ)	Валовий вміст і рухома частка хімічних елементів. Фоновий вміст хімічних елементів у ґрунтах. Гранично і орієнтовно допустима концентрація забруднювачів за валовим вмістом, фоновим вмістом, рухомих форм. Коефіцієнти концентрації; небезпеки.
5	Рослинний покрив	<i>Сучасна рослинність</i> (рослинні асоціації, поширення видів, ярусність, проєктивне покриття, стан) <i>Потенційна (природна) рослинна асоціація</i>			

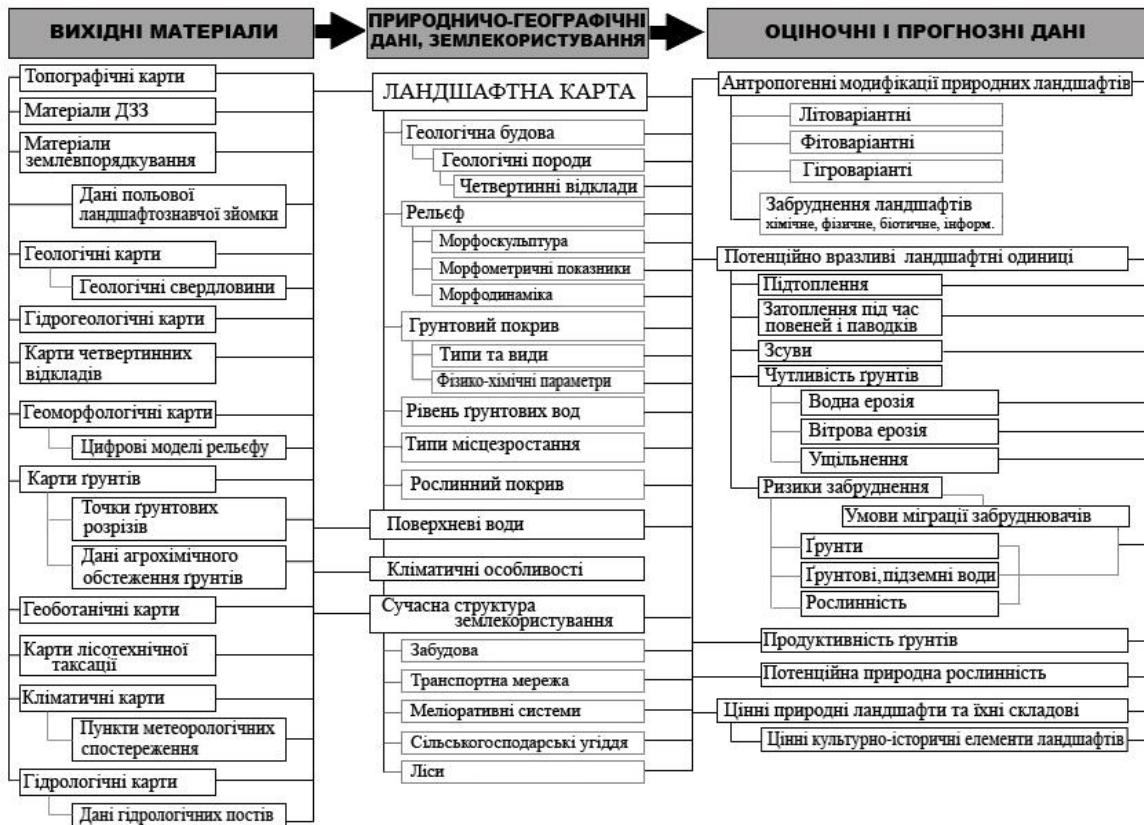


Рисунок 1. Сукупність даних та їхнє поєднання в ландшафтній геоінформаційній системі

Сукупність просторових даних в ландшафтній ГІС складається із трьох головних блоків (рис.1):

- вихідні матеріали, до яких належать наявні фондові матеріали, аеро- і космічні знімки, дані польових досліджень. Блок містить як растрові, так і векторні дані;
- базовий природничо-географічний блок, що містить дані про компоненти і елементи ландшафтів, які узгоджуються на основі ландшафтної карти. Ландшафтна карта із атрибутивною природничо-географічною інформацією є центральною складовою цього блоку і, загалом, геоінформаційної системи. Доповненням її є дані про сучасну структуру землекористування території, які показують стан використання природних ландшафтів і служать для визначення виду та рівня антропогенних змін природних територіальних комплексів. Матеріали цього блоку складаються з векторних даних;
- оціночні і прогнозні матеріали, що складають третій блок ГІС є результатом інтерпретації і аналізу інформації, що міститься у двох попередніх. Вони відображають оцінку території за особливостями як окремих компонентів ландшафтів, так і комплексного їх аналізу і є основою для прийняття управлінських рішень. Карти блоку переважно векторні, проте можуть мати специфічний формат, відповідно до методів їх створення у середовищі ГІС.

*ЕТАП 2. Збір даних про територію дослідження.* Використовуються польові, стаціонарні та напівстаціонарні методи дослідження, аналізування фондів і літературних джерел, дешифрування даних дистанційного зондування Землі, методи ГІС-аналізу.

Особлива роль на етапі збору інформації належить матеріалам *дистанційного зондування Землі* – аерофото- та космічні знімки, які вирізняються різним масштабним рядом, зоною охоплення, набором спектральних каналів, а також засоби і методи їх обробки та інтерпретації. Основою для інтеграції цих даних є геоінформаційні технології та засоби цифрової картографії. Середньо- та великомасштабні космічні знімки можуть надавати якісно нову інформацію, а вивчення цих матеріалів у динаміці створює передумови для здійснення моніторингу території. Для оптимального та коректного опрацювання матеріалів ДЗЗ необхідно визначити види знімків ДЗЗ; програмне забезпечення для обробки ДЗЗ та геоінформаційного картографування та комплекси методів обробки космознімків та географічної інформації, які будуть використані.

Для виконання завдань ландшафтознавчого вивчення територій придатність космічних знімків визначається такими критеріями:

1. Середня або висока роздільна здатність;
2. Оптимальна смуга знімання (у середньому від 10 до 60 км.);
3. Мультиспектральність;
4. Наявність різночасових космічних знімків, що показують річну або сезонну динаміку.

Згідно зазначених критеріїв, доцільності та наявного доступу до матеріалів ДЗЗ для використання доцільно використовувати знімки IRS 1C, LANDSAT 5, LANDSAT 7, TERRA (ASTER) (рис. 2).

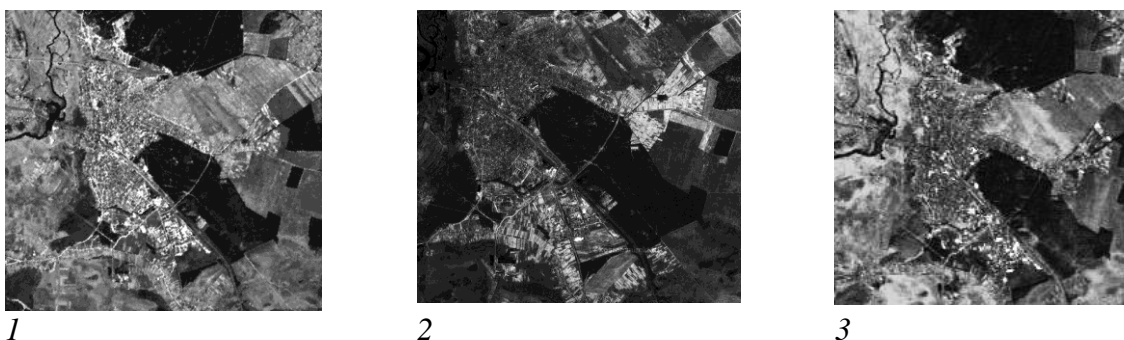


Рисунок 2. Приклади космічних знімків, що можуть використовуватись у ландшафтознавчому дослідженні території (Фрагменти, м. Щорс Чернігівської області та його околиці) (1 - LANDSAT 7, 2 - IRS 1C, 3 - ASTER).

*ЕТАП 3. Опрацювання інформації.* Для підготовки створення ландшафтної карти у середовищі ГІС мають бути виконані такі операції:

- *просторова прив'язка*, відповідно до обраної картографічної проекції, растрових картографічних матеріалів, космічних та аерознімків;
- *просторова прив'язка точкових даних*: точки опису ландшафтної, ландшафтно-геохімічної зйомки, опис геологічних



свердловин, ґрунтових розрізів, точкові дані лабораторних аналізів, пункти метеорологічних спостережень. А також створення відповідних баз даних.

- *дешифрування матеріалів ДЗЗ*. При дослідженні відносно невеликої території як, наприклад, адміністративного району, необхідне суміжне використання автоматизованих та машинно-візуальних методів, які дозволяють у діалоговому режимі проводити дешифрування об'єктів, які є індикаторами різних видів ландшафтів. Основним методом є напівавтоматичне дешифрування, яке дає можливість поєднати досвід фахівця та математичну точність обробки знімку.

Для опрацювання ДЗЗ доцільно використовувати програмне забезпечення компанії Leica Geosystems ERDAS IMAGINE. Вона містить повний пакет функцій – модифікація, геометрична корекція і картографування растрових зображень – для обробки космічних та аерознімків. Програма має розширені можливості для автоматизованого дешифрування та класифікації зображень на основі як традиційних підходів, так і використання експертних систем;

- *векторизація матеріалів та внесення інформації до відповідних баз даних* згідно розроблених класифікаторів. На даному етапі створюються векторні карти рельєфу (цифрові моделі рельєфу), гідрологічної мережі, сучасного рослинного покриву, а також сучасної структури природокористування території як результат вивчення топографічних карт і фондових матеріалів, дешифрування матеріалів ДЗЗ.

При цьому постає питання, чи необхідно векторизувати растрові матеріали, важливі, у тому числі, для укладання ландшафтної карти? Це стосується, перш за все, геоморфологічних карт, четвертинних відкладів, ґрунтового покриву, геоботанічних. Безперечно, укладання ландшафтних карт із використанням автоматизованого оверлей-аналізу, передбачає наявність векторних шарів. Проте, неузгодженість контурів різногалузевих карт призводить до утворення великої кількості «зайвих» контурів [13, 23], які необхідно коригувати, що займає значну кількість часу. Автоматичне ж видалення «нестиковок» може призвести до помилок у визначенні ландшафтних контурів, усунення яких, знову ж таки, вимагає ручного коригування. Крім того, значний об'єм часу займає векторизація необхідних матеріалів. Тому, на етапі підготовки до укладання ландшафтної карти, на нашу думку, достатньо створити цифрові моделі рельєфу (ЦМР), автоматизована класифікація яких забезпечує надійне діагностування морфологічної структури [18]. При цьому вихідні картографічні фондові матеріали про геологічну будову, четвертинні відклади, ґрунтовий і рослинний покрив на етапі підготовки до укладання ландшафтної карти можуть бути використані у растровому форматі.

*ЕТАП 4. Створення комп'ютерної ландшафтної карти.* Створення базового ландшафтного шару у складі ГІС включає укладання контурів ландшафтних виділів та формування легенди.

Як основа представлення і узагальнення природно-географічних даних у різних проектах, орієнтованих на практичне використання

природничо-географічних даних [3, 4; 10, 12, 19, 30, 33, 35, 36] успішно використовується генетико-морфологічний підхід виділення ландшафтно-територіальної структури. Як метод інтеграції та організації природно-географічних даних, моделювання ландшафтно-територіальних структур різного адміністративного рівня доцільно здійснювати на основі саме генетико-морфологічного типу ландшафтно-територіальної конфігурації. Ландшафтна карта, створена за вказаним підходом, міститиме базову інформацію про природні умови території, інваріант ландшафту.

Методичні прийоми ландшафтного картографування (Анненская, Видина, Жучкова и др., 1962; Видина, 1963; Meunen, Schmidthüsen et al., 1953-1962, Naase, 1991) доповнюються методами, специфічними для цифрового ландшафтного картографування з використанням ГІС-технологій [2, 6, 8, 11, 13, 18].

Складність завдань щодо визначення напрямків, способів і заходів використання і організації території зумовлює відмінність у вимогах до детальності і об'єму інформації, яка необхідна для прийняття рішень на різних рівнях адміністративного управління. Найбільш детальні ландшафтознавчі дослідження і, відповідно, інформаційне наповнення баз даних, доцільні для територій сільських та міських рад, районних рад у великих містах. Більш узагальнені ландшафтознавчі дані є прийнятними для розробки загальних схем планування та використання території на рівні районів і областей, вирішення стратегічних завдань на рівні областей, загалом держави. Для адміністративного району прийнятним є базовий масштаб 1:50000 – 1:100000, що дає можливість створити детальну ландшафтну карту рівня урочищ [за 7, 28; 32, 38].

Ландшафтні виділи певного рангу укладаються в одному шарі як замкнуті полігони (тип даних - Polygon). Поля атрибутивних таблиць містять характеристику кожного просторового об'єкту карт про особливості складових ландшафтного комплексу, ступінь його антропогенних трансформацій, інформацію про геохімічні показники ґрунтів та інші необхідні дані. Інформація, що міститься у легенді комп'ютерної ландшафтно-територіальної карти, слугує основою для створення засобами ГІС похідних (грунтова, ландшафтно-геохімічна, потенційної рослинності тощо) та оціночних карт.

*ЕТАП 5. Аналіз даних, створення комп'ютерних оціночних і прогнозних карт.* Кожен графічний об'єкт цифрової ландшафтно-територіальної карти має уніфіковану сукупність параметрів, що дає можливість аналізувати дані та створювати різноманітні оціночні і прогнозні карти, отримувати інші необхідні матеріали. Наприклад, це карти фактичного забруднення території та оцінка можливості зв'язування забруднювачів ґрунтовым покривом або їх міграція у ландшафтах; оцінка продуктивності угідь; визначення вразливих ділянок щодо водної та вітрової ерозії та інші (рис.2).

*ЕТАП 6. Підготовка ландшафтно-територіальної ГІС до використання.* Після того, як будуть виконані всі вищезазначені етапи формування геоінформаційної

системи (зібрані і векторизовані вихідні матеріали, укладена ландшафтна карта, створені аналітичні матеріали), необхідно підготувати її до використання зацікавленими користувачами. Основними завданнями є узгодження і компонування тематичних растрових та векторних шарів; візуалізація даних (ландшафтна, оціночні і прогнозні карти) та підготовка до друку; підготовка звітів (тексти, пояснювальні записки, таблиці, діаграми, ілюстрації тощо).

*Висновки.* Створення ландшафтної ГІС спирається на використання традиційних ландшафтознавчих методів дослідження, головне завдання яких – збір необхідної інформації про певну територію та її аналіз. Використання геоінформаційних методів при цьому покликане спростити процес інвентаризації та узгодження даних, підготувати їх до коректного аналізу та візуалізації результатів. Тим не менше, методи ГІС не є технічним додатком традиційних методів дослідження. Адже мова йде не лише (і не так) про комп'ютерне картографування, а й про можливість обробки та аналізу даних для створення нових знань.

Основне завдання ландшафтної ГІС на даному етапі ми вбачаємо у забезпеченні споживача даними про природні умови та антропогенну перетвореність ландшафтів певної території, а також представлення цієї інформації у формі, доступній для подальшого оцінювання та аналізування для практичних потреб. У даному дослідженні за основу комплексного представлення природничо-географічних даних ми приймаємо ландшафтну карту, яка є головною складовою ландшафтної ГІС.

*Висновки.* Ландшафтна геоінформаційна система є істотним доповненням земельних кадастрів узагальненою природничо-географічною та оціночною інформацією. Також вона може бути використана для обґрунтування управлінських рішень у сферах оцінки впливу на навколишнє середовище, функціонального зонування територій та для планування та розробки проектів щодо забудови, розміщення промислових об'єктів, сільськогосподарського та рекреаційного землекористування, природоохоронних проектів та геоecологічного моніторингу.

1. Алтаев Ж. ГИС и земельный кадастр Казахстана [Електронний ресурс] / Алтаев Ж. // ArcReview № 2 (25) 2003 : [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_25/2\\_Kazah.htm](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_25/2_Kazah.htm)

2. Безверхнюк Т.Н. Методика построения ландшафтных карт с использованием ГИС-технологии [Електронний ресурс] / Т.Н. Безверхнюк // Ученые записки ТНУ. Выпуск N 12 (51) №1 – 1999 : <http://www3.crimea.edu/tnu/magazine/scientist/edition12/tom1/n01256.htm>

3. Божук Т. І. Ландшафтний кадастр Українського Мармарошу: дис... канд. техн. наук: 05.24.04 / Т. І. Божук // Національний ун-т; Львівська політехніка. – Л., 2004.

4. Геоecологічна база даних Басейну Верхнього Дністра / І. Круглов, А. Мельник, Б. Муха, Б. Сенчина // Фізична географія та геоморфологія. – 2004. – Вип. 46, Т. 1. – С. 69-75.

5. Геоінформаційні системи і технології [Електронний ресурс] / В.С. Готинян, Г.Я. Красовський, І.В. Мельник // Матеріали регіональних нарад. Можливості супутникових технологій у сприянні вирішення проблем Закарпаття №2. Додаток 1 : <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=1147>

6. Геоінформаційні технології у ландшафтному картографуванні / В. С. Давидчук, Л. Ю. Сорокіна, В. В. Родіна [та ін.] // Фізична географія та геоморфологія. – 2005. – Вип. 47. – С. 24-30.
7. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології: Підручник / М.Д.Гродзинський. – К.: Либідь, 1993. – 224 с.
8. Давидчук В. С. Ландшафтний підхід к організації геоінформаційних систем / В. С. Давидчук, В. Г. Линник // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по ландшафтоведению (Львов; сентябрь, 1988). - Л., 1988. - С. 53-54.
9. Давидчук В.С. Від комп'ютерної ландшафтної карти до тематичних ГІС на ландшафтній основі і ландшафтних баз даних: досвід розробки, створення і застосування на Київщині [Електронний ресурс] / В.С. Давидчук // Матеріали регіональних нарад. Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Київщини : <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=713>
10. Использование ГИС для анализа природных условий зон влияния техногенных объектов (на примере Хмельницкой АЭС) / П.Г. Шищенко, Л.Л. Малишева, Л.Ю. Сорокина [и др.] // Матеріали ГІС-форуму. – К., 2000. – С. 52 – 56.
11. Истомина Е.А. ГИС-технологии при создании крупномасштабных ландшафтных карт / Е.А. Истомина // География: новые методы и перспективы развития. Материалы XV конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 16-19 апреля 2003 г.) – Изд-во ИГ СО РАН, 2003. – С. 180-181.
12. Истомина Е.А. Ландшафтная ГИС как инструмент оценивания и планирования использования земель. [Електронний ресурс] /Е.А. Истомина // Труды Международной школы-конференции "Ландшафтное планирование. Общие основания. Методология. Технология" : [www.landscape.edu.ru/files/sbornikLP/Istomina.pdf](http://www.landscape.edu.ru/files/sbornikLP/Istomina.pdf)
13. Круглов І. Геоінформаційний аспект організації державного земельного кадастру України / І.Круглов // *Budownictwo i Inzynieria Srodowiska (Rzeszów, Poland)*. – 1998. – Z. 29. – С. 85-93/
14. Ландшафтно-екологічні дослідження у 30-кілометровій зоні Рівненської АЕС: основні результати, досвід використання ГІС / Л.Л. Малишева, Л.Ю. Сорокіна, С.В. Гайдай [та ін.] // Український географічний журнал, – 2003, – №1. – С. 21-32.
15. Линник В. Г. Построение геоинформационных систем в физической географии / Линник В. Г. – М.: Изд-во Московского университета, 1990. – 80 с.
16. Мельченко В.Е. Ландшафтний аспект в комплексном кадастрі природних ресурсів [Електронний ресурс] / В.Е. Мельченко //Матеріали 9-ої Всеросійської учебно-практичної конференції «Организация, технология и опыт ведения кадастровых работ», 2004 : <http://www.gisa.ru/19169.html>
17. Микеладзе Г. Использование ГИС и ДЗ в земельном кадастре Грузии [Електронний ресурс] / Г.Микеладзе, Д. Ткабладзе // *ArcReview* № 2 (25) 2003. [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_25/7\\_gruz.htm](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_25/7_gruz.htm)
18. Мкртчян А. С. Автоматизированное выделение ландшафтных единиц путем классификации рельефа с применением ГИС // Ландшафтное планирование: общие основания, методология, технология. Труды Международной школы-конференции «Ландшафтное планирование». М. – 2006, С.203-208.
19. Мкртчян О. С. Ландшафтно-екологічні основи інтеграції даних в земельні інформаційні системи : дис. канд. геогр. наук: 11.00.01 / О. С. Мкртчян // Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л., 2006. – 215 с.
20. Положення про порядок ведення державного земельного кадастру. Постанова Кабінету міністрів від 12.01.1993 р. №15. // ЗП України. – 1993. - № 3. – С. 55.
21. Реализация ландшафтного подхода в пространственном планировании [Електронний ресурс] / Исаченко Т.Е. Косарев А.В. Воронцова Е.В // Управление развитием территории, №4, 2007 : <http://www.gisa.ru/43423.html>
22. Самойленко В. М. Геоінформаційне моделювання екомережі / В. М. Самойленко, Н. П. Корогода - К.: Ніка-Центр, 2006. – 224 с
23. Самойленко В. М. Основи геоінформаційних систем. Методологія / Самойленко В. М. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 276 с.
24. Світличний О.О. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / О.О. Світличний , С.В. Плотницький ; За заг. ред. О.О. Світличного. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295с.

25. Сорокіна Л.Ю. ГИС-моделі ландшафтів зон впливу техногенних об'єктів як інформація для оперативної оцінки наслідків надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] / Л.Ю. Сорокіна // Матеріали регіональних нарад. Можливості сучасних ГИС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Київщини : <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=711>
26. Створення геоінформаційної системи земельного фонду проєктованого національного природного парку «Перлина Волині й Поділля» / В.С.Готинян, І.В. Мельник, О.В. Шандра, А.Д. Коломятова // Матеріали регіональних нарад. Можливості сучасних ГИС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Рівненщини : <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=736>
27. Хромых В. ГИС экологического сопровождения инвестиционно-строительных проектов в нефтегазовой отрасли [Електронний ресурс] / В. Хромых // Data+. Отрасли применения ГИС. Нефтяная и газовая промышленность : [http://www.dataplus.ru/Industries/5Oil\\_Gas/19\\_ecol.htm](http://www.dataplus.ru/Industries/5Oil_Gas/19_ecol.htm)
28. Шищенко П. Г. Прикладная физическая география / Шищенко П. Г. – К. : Выща школа, 1988. – 192 с.
29. Эркан О. Разработка автоматизированной системы земельного кадастра Турции [Електронний ресурс] / Эркан О., Банк Э. // По материалам доклада на Конференции пользователей ESRI 2004 г. в г. Сан-Диего // ArcReview. Выпуск № 2 (33) 2005 : [http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_33/6.htm](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_33/6.htm)
30. Australian Soil Resource Information System [Електронний ресурс] : <http://www.asris.csiro.au/methods.html>
31. Fachbeitrag zum Landschaftsrahmenplan Region Westsachsen // Regionaler Planungsverband Westsachsen. 2007
32. Finke, L. Landschaftsökologie. Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig, 1993. 232 S.
33. Interaktiver Kartendienst (Web-Mapping) zu den Landschaften in Deutschland [Електронний ресурс] : <http://www.bfn.de/geoinfo/landschaften/>
34. Kaule, G. Umweltplanung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2002, 322 S.
35. Krouglov I., Bozhuk T. Landscape-ecological information system for the Ukrainian Marmarosh // Proc. Second International Conf. on Economic and Environmental Development. - Nyiregyhaza (Hungary). – 1997. – P. 1-5. (Appendix.)
36. Krouglov, I. Landscape-ecological information system for Lviv: Data base design and modeling. // Proc. Conf. “Cadastre, Photogrammetry and Geoinformatics: Modern Technologies and Perspectives for Development”. – Lviv, 1997. – P. 125-130.
37. Landschaftsplanung / [mit Beitr. von: Claus Bittner ]. Christina von Haaren (Hrsg.). – Stuttgart: UTB, Ulmer, 2004, 527 S.
38. Landschaftsrahmenplan für den Landkreis Peine [ herausgegeben vom Landkreis Peine] // Der Oberkreisdirektor, Umweltamt. – 1992.
39. Scholles, F: Informationssysteme in der Raum- und Umweltplanung. Vorlesungsskript, Universität Hannover, 1997
40. Walker D.A. The CAVM integrated terrain unit mapping approach as developed for northern Alaska [Електронний ресурс] / Presented at the 2nd International CBVM Workshop, Helsinki, Finland, 12-14 May 2010 : [http://caff.arcticportal.org/images/stories/WalkerCBVM\\_HelsinkiTalk\\_100314.1.pdf](http://caff.arcticportal.org/images/stories/WalkerCBVM_HelsinkiTalk_100314.1.pdf)