

Ландшафтні дослідження: від парадигми через ГІС-технологію до моніторингу (на прикладі території НПП "Слобожанський")

Оксана Залюбовська¹

к. геогр. н., доцент кафедри фізичної географії та картографії,

¹ Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

м. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна,

e-mail: bodnia@karazin.ua,  <https://orcid.org/0000-0003-4195-9114>;

Аліна Овчаренко¹

ст. викладач кафедри фізичної географії та картографії,

e-mail: alina_06ov@ukr.net,  <http://orcid.org/0000-0002-8500-4152>;

Ігор Черваньов¹

д. техн. н., професор,

e-mail: i.chervanyov@karazin.ua,  <http://orcid.org/0000-0001-7818-8558>

Протягом 10 років група фахівців кафедри фізичної географії та картографії досліджує території національних природних парків, послідовно застосовуючи засоби інформаційних технологій, вдосконалюючи їх використання у комплексі з наземними тестовими ландшафтними зйомками. Ця стаття відображає досвід такої науково-прикладної розробки стосовно території Слобожанського НПП. Метою цієї розробки є удосконалення існуючих технологій комплексної інтерпретації геоданих для проектування й моніторингу території у їх системному поєднанні з методами онлайн-картографування та поглибленої змістовної інтерпретації для наукового супроводу організації території й адміністрування НПП. Новітніми питаннями, висвітленими у цій статті порівняно з попередніми друкованими працями авторів, є формулювання парадигми триєдиності процесу створення ландшафтної моделі території, що забезпечується поєднанням використання даних дистанційного зондування, розпізнавання їх на основі наземної тестової зйомки та інтелекту дослідника, а це в свою чергу накладає суб'єктивність такого роду дослідженням через неоднозначність оптичного образу місцевості залежно від набору й мети інтерпретації геоданих; завдань, які теж вирішуються дослідником неоднозначно. Зазначена різна аспективість проявляється у варіативності аналітичних досліджень, на основі яких створюється образ ландшафту – базова категорія ландшафтознавчого синтезу. На цій основі, визначено сукупність окремих завдань, послідовне виконання яких забезпечує досягнення мети: відбір доречних видів, масштабів і оптичних діапазонів дистанційних зондувань, врахування ландшафтних умов притаманних місцезональностям території; розробка, на цих підставах, технології тематичного ландшафтного картографування, геоecологічного оцінювання й контролю результатів на тестових ділянках місцевості. Визначено спосіб оцінювання змін та їх діагностування візуально та за порівнянням векторів ознак. Окрім теоретичних узагальнень, в статті стисло подано імплементацію висвітленого підходу в дослідженнях ландшафтів території національного природного парку «Слобожанський».

Ключові слова: ландшафтне дослідження; парадигма; ГІС-технології; системно-структурний аналіз; ландшафтний моніторинг; ГІС-картографування; великомасштабна ландшафтна зйомка; образ ландшафту, НПП «Слобожанський».

Як цитувати: Залюбовська Оксана. Ландшафтні дослідження: від парадигми через ГІС-технологію до моніторингу (на прикладі території НПП "Слобожанський") / Оксана Залюбовська, Аліна Овчаренко, Ігор Черваньов // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2023. – Вип. 59. – С. 110-124. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-09>

In cites: Zaliubovska Oksana, Ovcharenko Alina, Chervanyov Igor (2023). Landscape research: from paradigm through GIS technology to monitoring (on the example of the territory of the Slobozhansky National Nature Park). Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", (59), 110-124. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-09> [in Ukrainian]

Загальна постановка проблеми. Територія НПП «Слобожанський» належить до Галицько-Слобожанського широтного загальнонаціонального коридору Європейської мережі, як окремий сайт Смарагдової мережі (UA0000075) та функціонує зі статусом об'єкту національного природного парку з грудня 2009 року. Відсутність системного комплексного моніторингу до моменту створення національного парку та сучасні процеси впливу призводять до негативної трансформації, а іноді й до повної деградації унікальних і цінних з природоохоронної точки зору територій.

Протягом тривалого часу група фахівців кафедри фізичної географії та картографії досліджує території національних природних парків (НПП), послідовно застосовуючи засоби інфор-

маційних технологій (ІТ). Загальною метою цих досліджень і розробок є поглиблення пізнання ландшафтної структури територій НПП через використання й подальше удосконалення існуючих технологій комплексної інтерпретації геоданих укупі з великомасштабною польовою ландшафтною зйомкою на окремих тестових ділянках, для забезпечення розпізнавання оптичних зображень, отриманих різними сканерами.

Новітніми питаннями є формулювання парадигми триєдиності процесу створення ландшафтної моделі території, та відповідний шлях ландшафтної інтерпретації даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у сукупності з оверлейним аналізом тематичних карт і польовою великомасштабною зйомкою окремих ключових ділянок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сучасні ландшафтознавчі теорії та прикладні розробки суттєво поглиблюють і водночас розширюють бачення ландшафту як найважливішої умови існування людини, чинника організації довкілля і предмету ландшафтної екології. Такого роду дослідження належать М. Д. Гродзинському, Г. І. Денисику, І. С. Круглову, А. В. Мельнику, Л. Г. Руденку, В. М. Петліну та ін. Деякі з досліджень згаданих вчених присвячені безпосередньо ландшафтам у межах природоохоронних територій [1, 9, 11, 16, 24].

За Європейською ландшафтною конвенцією визнається, що ландшафт відіграє важливу суспільну роль у культурній, екологічній, природоохоронній та соціальній сферах і є ресурсом, який актуалізується в економічній діяльності; що він сприяє формуванню місцевих культур і є основним компонентом європейської природної та культурної спадщини, сприяє добробуту людей та консолідації європейської ідентичності, будучи важливою складовою якості життя людини Конвенцією визначено основоположні поняття сучасного подання ландшафту як його сприймають люди, «ландшафтної політики» влади, загальних принципів, стратегій та керівних положень, які дозволяють вживати конкретних заходів, спрямованих на охорону, регулювання та планування ландшафтів [9].

В Україні сучасними й актуальними є загально відомі фундаментальні праці М. Д. Гродзинського, колективні роботи вчених Інституту географії НАН України з середньомасштабного ландшафтно-екологічного картографування території України з використанням засобів ДЗЗ [8, 16, 27, 28], ландшафтні зйомки у великому масштабі на території 30-кілометрової Чорнобильської зони, а останнім часом – масштабні дослідження й розробки з проблем ландшафтного планування на основі комплексного використання ДЗЗ і створення картографічних баз даних [26, 27].

Поза межами України такий комплексний підхід до застосування матеріалів ДЗЗ достатньо широко відомий і увійшов навіть до методичних посібників [14, 35]. Картографування об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) здавна застосовується у країнах Балтії. Безпосередньо тематики цього дослідження стосуються публікації в минулі роки естонських вчених відомої школи Тартуського університету Ю. Мандера, Ю. Ягомягі, досвід картографування у національних парках Португалії та Естонії [36, 37].

Харківському університету здавна належить пріоритет в географічних та геоботанічних дослідженнях території Слобожанщини. Останнім часом їх присвячено картографуванню та оцінюванню природоохоронних об'єктів України [22,

23], Лівобережної України та науковому обґрунтуванню загальнонаціональної екологічної мережі, зокрема на перетині Сіверськодонецького субмеридіонального та Галицько-Слобожанського субширотного екокоридорів [30] та Смарагдової мережі. Було розроблено і апробовано по відношенню до об'єктів ПЗФ регіону Лівобережної України [31, 32] засоби комплексної ландшафтної зйомки з послідовним використанням ДЗЗ для проектування декількох НПП і регіональних ландшафтних парків. Ці результати узагальнено у дисертаційних дослідженнях і численних друкованих працях О. В. Бодні, Є. О. Вариводи, С. Є. Ігнат'єва, О. І. Сінної, О. С. Третьякова, А. В. Шумілової, навіть декількох студентських дослідженнях [2-6, 12, 13, 17-20, 34, 38]. Такі та схожі роботи натепер були складовою студентських наукових досліджень і розробок, у тому числі відомих і в Україні, і поза її межами (Ю. Бурдун, А. Овчаренко, І. Олійников, О. Карасьов та ін.). Це свідчить про обґрунтованість і продуктивність наукового напрямку.

Територія НПП «Слобожанський» неодноразово досліджувалась географами, екологами та проектувальниками [7, 12, 21, 25, 26], завдяки чому досить вивчена. Слід назвати проектні матеріали [26], ландшафтні карти рівня місцевостей та урочищ [7, 29]. Останнім часом було здійснено низку досліджень ландшафтної структури (аж з детальністю до фації) авторами цієї статті [6, 33, 38, 39].

Вирішення нерозв'язаних сторін загальної проблеми. Ландшафтне картографування набуває дедалі більш дистанційного характеру, що сприяє кращому змістовному використанню географічних та надає реальної можливості опосередкованої індикації змін. Моніторинг ландшафтів натепер розглядається як геоінформаційна система, яка включає дослідження (спостереження), оцінку і прогнозування, яка мусить базуватися на комплексному аналізі та оцінюванні сучасних ландшафтів переважно на основі дистанційних досліджень, в основі яких лежить сполучний аналіз дистанційної, наземної ландшафтної зйомки, у тому числі задля визначення індикаторів змін та непрямого моніторингу ландшафтів для прийняття в подальшому управлінських рішень. Він дозволяє поєднати у собі високоточні дані ДЗЗ, прецизійність удосконаленого за рахунок використання сучасних гаджетів і програмного забезпечення польового картографування й можливість залучення до аналізу/синтезу попередніх атрибутивних даних. Проте, у більшості наведених вище попередніх досліджень переоцінюється, так би мовити, псевдо об'єктивність геотехнологій і відповідно, певна меншоваартісність ролі дослідника, його кваліфікації, креативності, досвіду, загаль-

них знань та наукового кругозору.

Зважаючи на те, що тема дослідження охоплює декілька предметних галузей сучасних географічних досліджень, авторами було визначено наступні напрями її розгляду:

а) сучасне бачення ландшафту в аспектах пізнання його тонкої структури та оцінювання стану та діагностики змін;

б) ландшафтне картографування з використанням дистанційних засобів та ГІС-технологій, з використанням людино-машинного навчання за певними тестовими об'єктами;

в) пошук індикаторів структури і стану ландшафтів; моніторинг ландшафтів безпосередньо за даними ДЗЗ та баз геоданих.

Сукупність таких завдань слід вирішувати, щоб запобігти ризикам нанесення шкоди корінним природним ландшафтам – основним осередкам суворої охорони національного парку. Поєднати такі різнопланові завдання неможливо без залучення кваліфікованої комплексної обробки дистанційної інформації і залучення до обробки геоданих висококваліфікованих географів-ландшафтознавців, що забезпечують одночасно належний рівень ґрунтовності, з одного боку, і потреби оперативного втручання у процеси керування територією, з іншого. Ця задача досі у такому сенсі не вирішувалась, тому не має ані належного наукового обґрунтування, ані методичного забезпечення.

Формулювання мети. Метою цієї статті є стислий виклад досвіду удосконалення існуючих технологій комплексної інтерпретації геоданих для проектування й моніторингу території у їх системному поєднанні з методами онлайн-картографування та поглибленої змістовної інтерпретації – для наукового супроводу організації території й адміністрування НПП «Слобожанський».

Виклад основного матеріалу дослідження

Парадигма. Навіть при сучасному вельми високому рівні розвитку технологій, ландшафтознавчі побудови неможливо ефективно здійснювати без використання аналітичних здібностей людини, яка надає пізнавальному процесові креативності завдяки використанню інтуїції, розпізнавання за обмеженим переліком ознак, прийняття рішень в умовах невизначеності. Отже, слід завжди мати на увазі *триєдиність відтворення ландшафтно-ї структури території у поєднанні: а) дистанційного зондування, б) розпізнавання на основі наземної тестової зйомки та в) інтелекту дослідника*, чим визначається *суб'єктність результату*. Її проявами є неоднозначність оптичного образу місцевості залежно від набору й мети

інтерпретації геоданих; завдань, які теж вирішуються неоднозначно (обрання певних діапазонів і масштабів зондувань, вибір тестових ділянок і навіть укладання легенди великомасштабної ландшафтно-ї карти). Зазначена різна аспектність проявляється у варіативності аналітичних досліджень, на основі яких створюється *образ ландшафту* – базова категорія ландшафтознавчого синтезу.

Методи. Образ ландшафту складається з чотирьох аспектів і підсумовуючого акту: а) визначення контурів; б) створення картини закономірної їх мозаїки; в) розпізнавання через співставлення візуальних ознак; г) укладання на основі синтезу означеного, у поєднанні з попереднім досвідом, цілісної картини, певної “матриці розпізнавання” території.

Про методикку виділення контурів на основі використання даних космічних знімків саме такого набору ми вже писали раніше. Створення картини закономірної їх мозаїки неможливе без додаткових знань, які отримуються з інших джерел (переважно картографічних, також вербальних). Цей процес значною мірою спирається на оверлейний аналіз геологічної, морфологічної, ґрунтової карт, бо саме вони передають інваріантну картину – вона і є ключем до розуміння цієї мозаїки, свого роду “кодом” цієї місцевості; він фіксується просторовою матрицею ознак (рис. 1).

Розпізнавання через співставлення візуальних ознак полягає у тому, що цей “код”, базуючись у свідомості аналітика, додається до формальних ознак зображення (умовного кольору, фактури зображення, характерного його *габітусу*¹), причому – важливо це усвідомити – аналітик підбирає комбінації оптичних каналів, поєднання роздільних здатностей і т. ін., свідомо чи ні оперуючи цими кодами й намагаючись винайти закономірність просторової матриці (походження й навіть вік гірських порід і рельєфу, ґрунтові відміни тощо) знаходячи (чи надаючи з досвіду, знань) закономірності у цій мозаїчній картині буцімто випадкового поєднання контурів.

Нарешті, укладання наукового образу ландшафту на основі синтезу означеного відбувається шляхом розпізнавання за габітусом, у поєднанні з попереднім досвідом і не оптичними ознаками, цілісної картини – створення певної “матриці розпізнавання” території. Це приблизно такий шлях, як геоморфолог за окремими непрямыми ознаками, які майже ніколи не проявляються суцільно, а мають певну фрагментарність, відтворює цілісну картину рельєфу. І тому одну територію можемо відобразити декількома геоморфоло-

¹ Тут “габітус” означає зовнішній вигляд як сукупність ознак, що мають діагностичне значення.

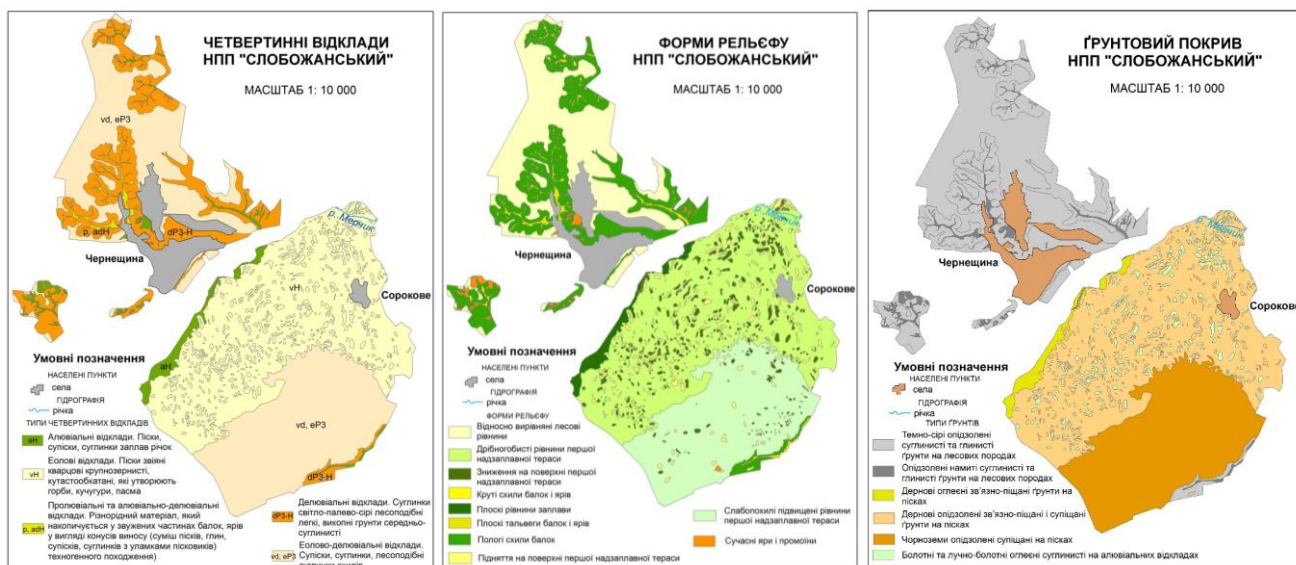


Рис. 1. Атрибутивні дані на тематичних картах / Fig. 1. Attribute data on thematic maps

гічними картами – і кожна з них не буде помилковою.

Використання наукового образу ландшафту. Для цілей моніторингу ми скористуємося двома прийомами. Перший – це аналіз габітусу. Справа у тому, що як зазначалось вище, цілісність передбачає певну закономірну часто повторювану комбінацію властивостей. Це давно відома річ – тут ми лише намагаємося її формалізувати. Адже здавна, наприклад, ґрунтознавець-зйомщик проводив межу ґрунтових виділів за ландшафтними ознаками (тонкощами морфології земної поверхні, окремими відслоненнями і навіть викидами з нір ховрахів, тощо), тобто спостерігаючи одні ознаки, прогнозував потрібні. Так само геоморфолог будує геоморфологічну карту, відтворюючи, за морфологічними ознаками і особливо за їх просторовим рисунком морфогенетичну структуру місцевості – на відміну від геолога, якому для цієї мети потрібно закладати шурфи, бурити свердловини, копати траншеї тощо. Отже, як узагальнити, то ці й інші фахівці користуються непрямими ознаками для діагностування потрібних рис, властивостей тощо. В усіх подібних й сили-силенної інших випадків використання непрямих ознак означає наявність щільних зв'язків у системі, що, власне, і є проявом цілісності геосистеми.

А тепер спробуйте у такий самий спосіб – через непрямі ознаки щось сказати про рекультивовану ділянку місцевості. Нічого з цього не вийде!²

У цьому закономірному зв'язку, притаманному природній геосистемі, є величезна пізнава-

льна сила. Це дозволяє судити про наявність, протікання, наслідки тривалого процесу через розпізнавання одночасних ознак у структурі ландшафтно-будови місцевості. Зокрема, у такий спосіб вдається діагностувати процес наявних змін досліджуючи ландшафтні структури і вичленовуючи не характерні, нетипові комбінації елементів, ознак тощо. Зрозуміло, що тут у нагоді саме креативні можливості інтелекту людини – спостережливість, обізнаність, навіть вміння будувати в свідомості певні блок-схеми – власне, усе те, що належить до згадуваної просторової матриці, комірки якої заповнюються, аналізуються, порівнюються свідомістю людини і ніяк інакше³. Тут вже відбувається вся та робота з пошуку інформативних засобів, якими можна скористуватись надалі щоб надати переконливості тому аналізу за непрямими ознаками, який здійснювався на першому етапі. Тут відбувається порівняння натурних змін ландшафтів протягом декількох років. Так, як в основу ландшафтознавчих досліджень покладено елементи традиційної методики ландшафтно-зйомки, першочерговим є візуальний аналіз дослідниками території інтересу. Так, під час рекогноситування визначались основні типи ландшафтів, що дають якісну характеристику окремих об'єктів.

Другим, основним етапом і водночас прийомом, який надає можливості формалізувати процес – а без цього він втрачав би наукову доказовість – є порівняння різночасових образів однієї

2 Саме тому, напр., у настановах геологічної зйомки є вимога переконуватись у “корінному” походженні відслонення чи розрізу.

3 Один з авторів (І. Черваньов) – геоморфолог, який тривалий час займався прогнозуванням можливих

тектонічних структур за комбінаціями ландшафтних ознак – характерним рисунком рельєфу, гідрографічної сітки, особливістю загального вигляду поверхні, доступними візуально – тобто за аномаліями того габітусу ландшафту, про який тут йдеться уперше.

ділянки поверхні, знятої, по можливості, у тих самих умовах (сезон, фенологічний стан рослинності, погода, час доби тощо) для того, щоб зменшити той інформаційний шум, який створюється цими природними обставинами та процесами. Геосистема – утворення відкрите, деякі процеси хаотичні (як змінність метеоелементів і особливо хмарності). Вони зовсім не піддаються врахуван-

ню: достатньо невеликого дощу чи поривів вітру, щоб альbedo ландшафтних покриттів суттєво змінилося навіть під час зйомки.

Індикатори. Індикатором змін ландшафтів може бути декілька компонентів. В основі нашого дослідження ми обрали два компоненти, опираючись на нестандартний підхід до виділення ландшафтів (рис. 2).



Рис. 2. Група індикативних об'єктів ландшафтного моніторингу (заболочені ділянки з березняком в межах бору) (фото – Артур Койчуренко) / Fig. 2. A group of indicative landscape monitoring sites (wetlands with birch forest within a pine forest) (photo by Artur Koichurenko)

Для пошуку індикаторів порівнювались різночасові дані дистанційного знімання території та польові спостереження протягом 5 літніх сезонів. При порівнянні сканувань було враховано відміни стану ландшафту, спричинені зовнішніми обставинами (сезон року, стан погоди, місцевий час) та внутрішні причини можливих трендів – перш за все стан зволоженості, фенофаза рослинності та стан водних об'єктів. Загалом, ця частина пізнавального процесу, яку ми називаємо *формуванням наукового образу ландшафту*, відображається блок-схемою (рис. 3).

Що ми маємо тут забезпечити заради створення адекватного образу ландшафту? По-перше, прозорість способу вибору та комбінації оптич-

них “вікон” для отримання найвиразнішого образу ландшафту. Це найбільш волонтаристський етап використання ДЗЗ. Слід, будуючи умовно-кольорове зображення за даними таких сканувань у вузьких “вікнах” електромагнітного відбиття/випромінювання, надавати інформацію щодо того, у якому діапазоні (чи кількох з них) будувалася оптичний образ ландшафту. Нами разом з колегами проведено немалий обсяг практичної роботи задля того, щоб у тріаоговому режимі “геодані – дослідник – ГІС” показати певні можливості й значення цього, першого з ключових, етапу роботи. Важливо підкреслити: оптичних образів ландшафту, створених за даними сканувань, теоретично може визначатись сотнями $K = (m^2 - m)$,



Рис. 3. Формування образу ландшафту в свідомості дослідника /
Fig. 3. Formation of the landscape image in the mind of the researcher

де m – число оптичних діапазонів, K – число комбінацій по 2. Якщо додати ще один, третій діапазон, то їх число стане неосяжно великим! Проте, це лише формальний бік справи. Є гарні приклади варіантів поєднання певних діапазонів для вирішення конкретних завдань.

Друге, що необхідно забезпечити заради створення адекватного образу ландшафту, це принципово важливе використання, поряд з оптичними, близьких до нього діапазонів електромагнітного випромінювання у комбінації з оптичними діапазонами, завдяки тому, що, наприклад, в інфрачервоному діапазоні (ІЧ) краще відображаються теплові відміни різних типів ландшафту, а в ультрафіолетовому (УФ) – стан (вологість, шерехатість) ґрунтово-рослинного покриву і т.п.

На наступному етапі дослідження було проведено класифікацію космічного знімку Landsat 8 з роздільною здатністю на місцевості 30-10 м (залежно від обраного оптичного вікна), а у комбінації з ними для певних (тестових) ділянок – більш високоточних, з роздільною здатністю 10 м – Sentinel-2 та 3 м – Planet Scope (рис. 4).

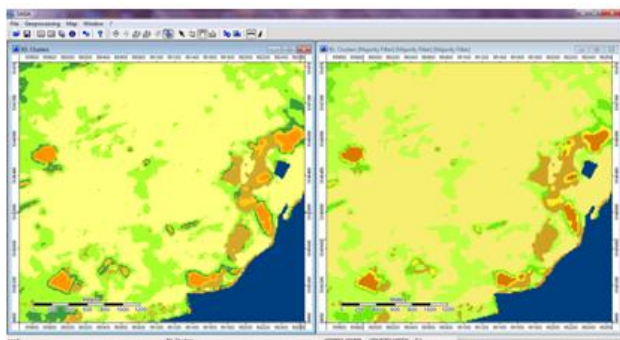
Для визначення об'єктів інтересу через дані ДЗЗ необхідно було обрати діапазони, які диктувалося різною чутливістю кожного з них до певних об'єктів картографування, що видно з таблиці 1.

Отже, жоден, окремо узятий, діапазон, не надає змоги отримати повну картину ландшафтних угруповань та їх контурів та дешифрувати їх змістовне наповнення.

По-піксельне синтезування. Комплексний аналіз просторових даних дає можливість обробки сучасних спектрально-зональних знімків, використовуючи аналогові (іконічні) зображеннями. Проте у зв'язку з величезною строкатістю синтезованих зображень та багатоваріантністю результату виникає потреба в кращому способі ідентифікації. Перед нами було поставлено дослідницьку задачу, що полягала в поєднанні інформації дешифрування спектрального зображення (обраних діапазонів) шляхом по-піксельного синтезування окремих зображень, що подані у цифровому вигляді, через розпізнавання синтезованого зображення за оптичними властивостями та керуване розпізнавання шляхом виділення оптичних образів заданих ландшафтних виділів на еталонних ділянках, ідентифікованих на місцевості.

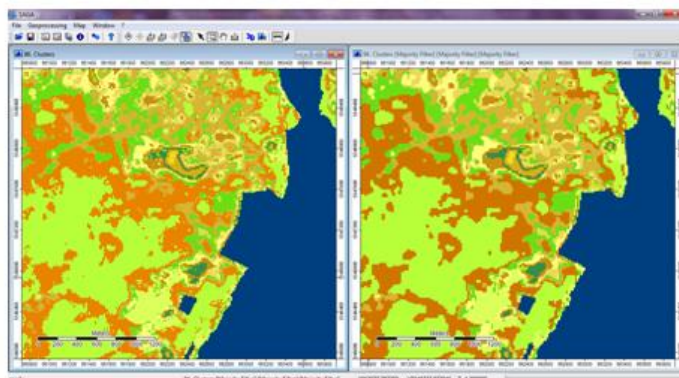
Проведення класифікації космічних знімків різними методами та уточнення отриманих даних на основі польових досліджень визначило майбутні індикативні об'єкти території дослідження. Зокрема, основними індикаторами зміни ландшафтів стали рослинні угруповання та контури водних об'єктів. Більш детальну ландшафтну структуру отримано шляхом дешифрування космічних знімків високої роздільної здатності (3 м), а це в свою чергу дало змогу визначити більш точно другий індикатор – контури дзеркала водних об'єктів.

Для прикладу, знімки, що отримані наприкінці листопада (тобто за відсутності листя та певної складової трав'яного покриву) звісно, не є під-

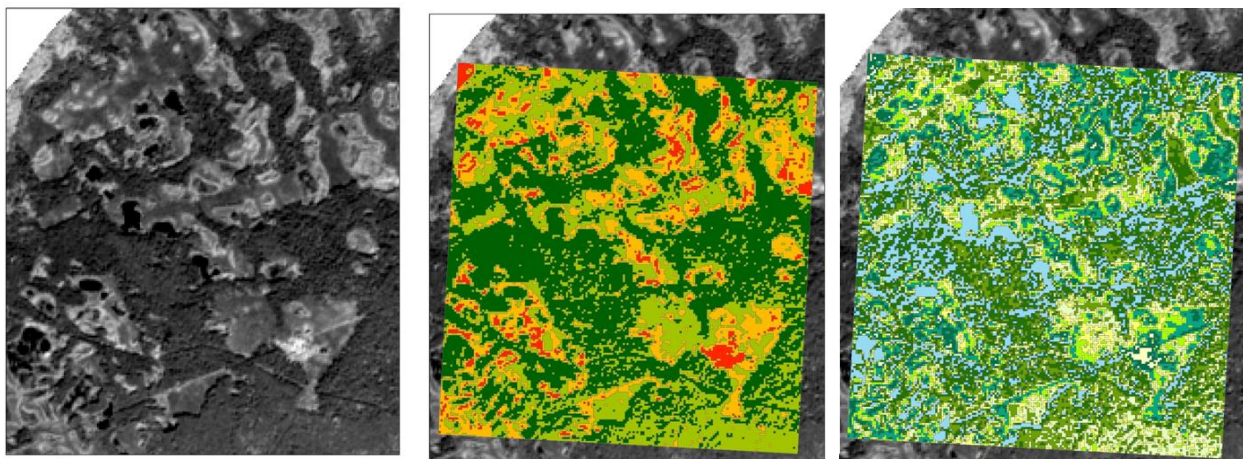


Тематичний растр за 8 класами

Тематичний растр за 12 класами



а) тематичний растр з виділенням 8 та 12 класів за знімком Landsat /
a) thematic raster with the selection of 8th and 12th classes from the Landsat image



б) тематичний растр з виділенням 8 та 12 класів за знімком Planet Scope /
b) thematic raster with the allocation of 8 and 12 classes on the Planet Scope image

Рис. 4. Тематичні зображення, створені в процесі дешифрування космічних знімків:
а – Landsat 8, б – Planet Scope /

Fig. 4. Thematic images created in the process of satellite image interpretation: a – Landsat 8, b – Planet Scope

Таблиця 1

№ діапазону	Спектральний інтервал (мкм)	Об'єкти, які добре відображаються	Об'єкти, що не відображаються
1	0,45-0,515	Вічнозелені рослини	Болота та водна поверхня
2	0,525-0,605	Зелені рослини	Вирубки та водна поверхня
3	0,63-0,69	Різновиди насаджень, вирубки	Водна поверхня
4	0,75 - 0,9	Відкрита водна поверхня та заболочені території	Листяні породи дерев

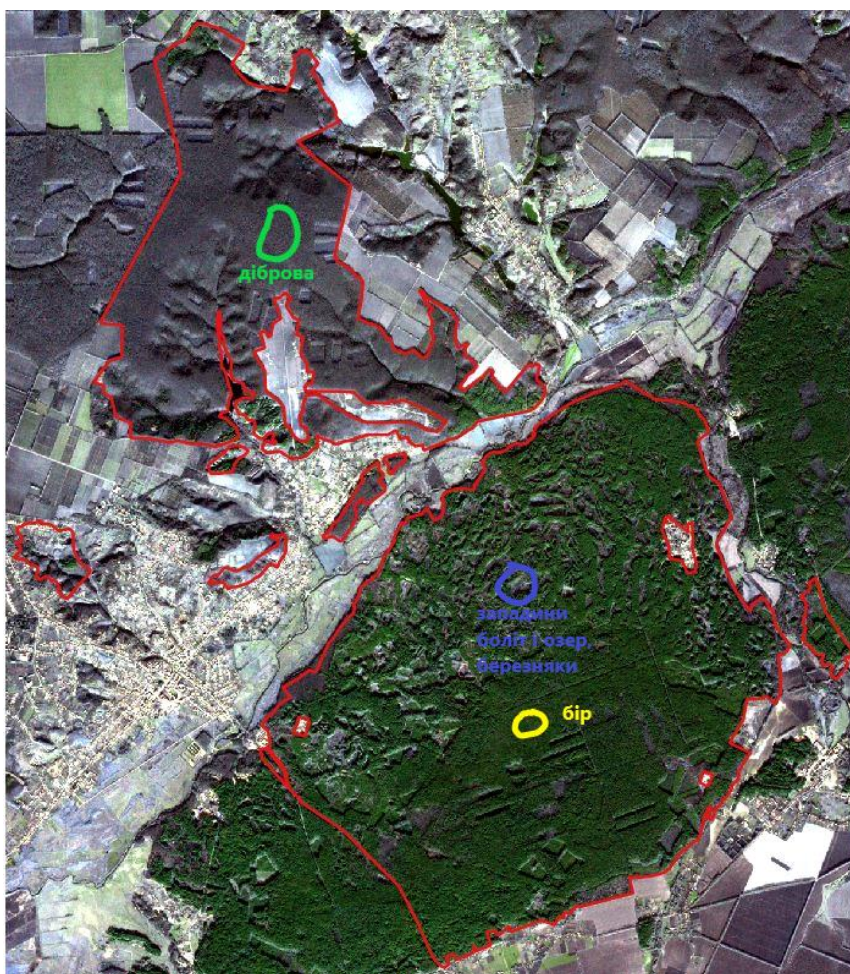


Рис. 5. Визначення основних типів поверхні як індикаторів фаціальної структури (RGB-композиція космічного знімку Sentinel-2 за 23.11.2019) /
 Fig. 5. Determination of the main surface types as indicators of facies structure (RGB-composition of Sentinel-2 satellite image for 11/23/2019)

ходящими для розпізнавання рослинності, проте, дають кращу інформацію щодо морфології та ґрунтового покриття поза сосновим бором (рис. 5).

У такий спосіб на інших синтезованих відображеннях можна визначити тип рослинності, а також оцінювати стан рослинності (стан деревної чи трав'яної рослинності на різних етапах вегетації та як це часто можна зустріти для неприродоохоронних територій – для визначення особливості розвитку посівів на полях).

Далі нами було визначено ключові об'єкти, проведено дослідження змін і тим самим визначено індикативні об'єкти.

Камеральні роботи неможливі без етапу польових ландшафтознавчих досліджень і навпаки. Традиційно, дослідження ландшафтної структури відбувається різними способами та за певними алгоритмами. Зокрема, в Україні відомий покроковий метод створення ландшафтної карти, запроваджений Г. П. Міллером на початку 80-х рр, ґрунтуючись на польових ландшафтних зйомках. Зрозуміло, що на той час матеріалів космічного ДЗЗ ще не було. Завдяки розвитку сучас-

них інформаційних технологій методику удосконалено з використанням матеріалів ДЗЗ. Зазначимо, що нами використовуються цифрові знімки високої роздільної здатності, які надають можливості розпізнавати фаціальну структуру.

Інформаційні "ключі". Суттю цього етапу дослідження території є встановлення типової морфологічної структури урочищ, потрібної при подальшому автоматичному розпізнаванні у якості інформаційних "ключів".

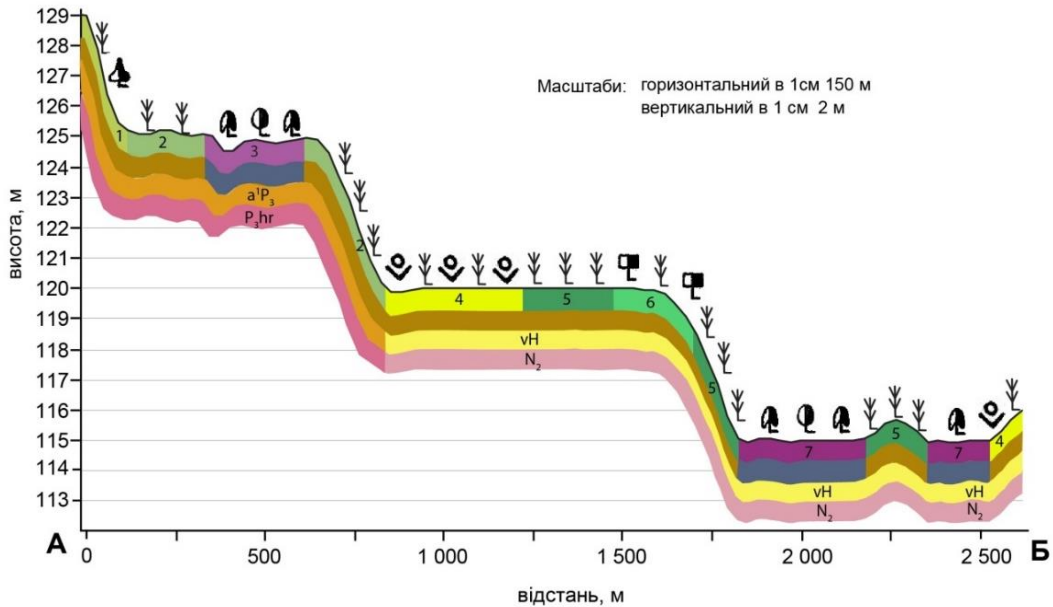
У ході роботи були використані кілька методів польових досліджень: опис фацій у ключових точках; ландшафтне профілювання; маршрутне знімання (як спрощений варіант ландшафтного профілювання, що має на меті уточнення меж фацій).

Для уточнення отриманих даних закладається маршрут польового дослідження. Під час проходження маршруту відмічаються точками межі усіх класів, що їх перетинає даний маршрут, і проводиться перевірка відповідної карти-гіпотези.

Опорними точками при проведенні ландшафтного профілювання (рис. 6) були точки зміни

рослинних асоціацій, а відповідно й меж фацій. При здійсненні ландшафтного профілювання зазвичай враховують і особливості рельєфу. Найкраще ландшафтний профіль закладати від заплави до вододілу чи навпаки. Такий підхід дозволяє охопити всі різновиди рельєфу, а отже і рослинного покриву також. Лінія профілю повинна проходити через усі характерні (домінантні) для

території дослідження типи фацій. При цьому проводиться опис не тільки самих фацій, а і їх роль в межах природних комплексів урочищ. Під час ландшафтного профілювання фіксують межі, а також здійснюють опис кожного типу. Результати заносять до польового щоденника та мобільних ГІС.



Умовні позначення:

Рослинні уруповання		Ландшафти	
	липовий суббір	1	Слабопохилі підвищені рівнини першої надзаплавної тераси на давньоалювіальних піщаних і супіщаних відкладах з липово-дубовим субором на дернових опідзолених зв'язно-піщаних ґрунтах
	бір	2	Слабопохилі підвищені рівнини першої надзаплавної тераси на давньоалювіальних піщаних і супіщаних відкладах з бором з ліщиною у підліску на дернових опідзолених зв'язно-піщаних ґрунтах
	суббір з ліщиною у підліску	3	Зниження на підвищених рівнинах першої надзаплавної тераси на давньоалювіальних піщаних і супіщаних відкладах з осиковим березняком на дернових оглеєних зв'язно-піщаних ґрунтах
	суббір з черемшиною у підліску	4	Дрібногобисті рівнини першої надзаплавної тераси на еолових піщаних відкладах бруслиново-ліщиновим бором на опідзолених зв'язно-піщаних ґрунтах
	осиковий березняк	5	Дрібногобисті рівнини першої надзаплавної тераси на еолових піщаних відкладах з бором на опідзолених зв'язно-піщаних ґрунтах
Ґрунти		6	Слабопохилі підвищені рівнини першої надзаплавної тераси на еолових піщаних відкладах бруслиново-ліщиново-черемшиновим бором на опідзолених зв'язно-піщаних ґрунтах
	дернові опідзолені зв'язно-піщані і супіщані	7	Зниження на поверхні першої надзаплавної тераси на еолових піщаних відкладах з орляково-малиново-осиковим березняком на дернових оглеєних зв'язно-піщаних ґрунтах
	дернові оглеєні зв'язно-піщані ґрунти		
Четвертинні відклади			
	vH голоценові еолові піщані відклади (піски зв'язні кварцеві крупнозернисті, що утворюють горби та кучугури)		
	aP ₃ верхньоплейстоценові піщані алювіальні відклади (піски, супіски, суглинки)		
Геологічна будова			
	N ₂ відклади неогеної системи (пліоцену) нерозчленовані (піски, глини)		
	P ₃ hr відклади палеогеної системи харківської світи (піски глауконітово-кварцеві, пісчаники)		

Рис. 6. Ландшафтний профіль в межах південної частини НПП «Слобожанський» / Fig. 6. Landscape profile within the southern part of Slobozhanskyi NNP

Опис фацій у ключових точках кожної репрезентативної (тестової) ділянки для типу фації. Опис в таких точках було здійснено двома способами: стандартним з використанням паперового бланку [15] та з використанням польових ГС-додатків, що попередньо встановлені на смартфони дослідників і мають вбудований GPS навігатор. Серед основних додатків, що було протестовано для збору польових даних були: ArcGIS for Windows Mobile, ArcGIS Collector та NextGIS. Для збору даних кожним із запропонованих додатків попереднім і необхідним є етап створення форми збору даних. В основу даної форми польового збору було покладено традиційну паперову форму опису фацій, проте її було дещо оптимізовано (за обсягом) та доповнено випадковими

списками та чек-боксами для пришвидшення збору даних. Перевагою використання мобільних ГС для польового збору є якраз таки пришвидження заповнення традиційного бланку і відразу його інтерпретація в середовищі ГС зі збереженням метричної та семантичної інформації. Використання мобільних ГС для польового опису ландшафтів авторами запропоновано та апробовано вперше.

Класифікація ландшафтних виділів за космічними знімками та атрибутивною інформацією провадилася без навчання й з навчанням. Для генералізації контурів, щоб уникнути надмірної мозаїчності, використано автоматичну пост-класифікацію. На рис. 7 подано фрагмент території НПП.

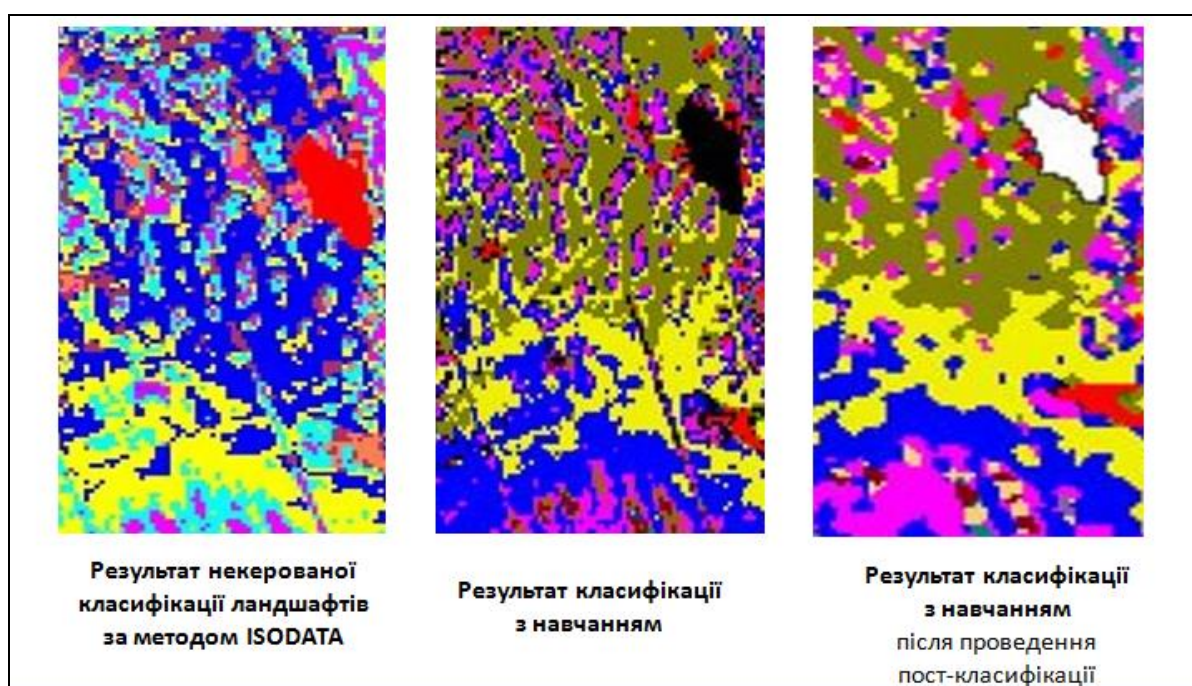


Рис. 7. Порівняння результатів класифікації знімку за 16.05.2014 з супутника Landsat 8 / Fig. 7. Comparison of classification results for the image of 05/16/2014 from Landsat 8 satellite

Синтезування ландшафтної карти. На рис. 8 подано ландшафтну карту, складену за даними ДЗЗ, з урахуванням атрибутивної інформації, отриманої за польовим профілюванням і розпізнаванням з навчанням.

Застосування для ландшафтного моніторингу. Карта використовується для візуалізації та іконічного аналізу ландшафтної структури. Проте сам процес моніторингу за даними ДЗЗ мусить бути автоматизованим чи, врешті-решт, автоматичним. З цією метою авторами було розроблено алгоритм векторизації ознак. Сукупність ознак для кожного пікселя утворює вектор, а робота з ними (порівняння, класифікація, визначення змін при співставленні різночасових сканувань) надають можливість встановлювати тренди змін. Діагностика цих змін залишається за дослідником.

Шляхом порівняння різночасових ДЗЗ та польових зйомок протягом 2014-2019 рр. встановлено, що репрезентативними ландшафтними об'єктами та індикативними ознаками, доцільними для моніторингу змін, спричинених як загальним кліматичним трендом, так і місцевим природокористуванням, є контури водно-болотних угідь та зміни структури рослинних угруповань, які добре відбиваються у певних діапазонах сканувань та зручні для наземних спостережень.

Висновки. Визначено новітню парадигму комплексного дослідження великомасштабної ландшафтної структури (на рівні фацій): ролі в пізнавальному процесові триєдиності у поєднанні дистанційного зондування, використання людського інтелекту та наочності польової зйомки; врахування неоднозначності оптичного образу місце-

вості залежно від мети інтерпретації геоданих; завдань, які теж вирішуються неоднозначно, чим визначається суб'єктивність прикладного ландшафтного дослідження.

Укладено й апробовано комплекс наукового обґрунтування великомасштабної ландшафтно-зйомки на основі системного поєднання наземних польових зйомок та спектрального аналізу ДЗЗ рі-

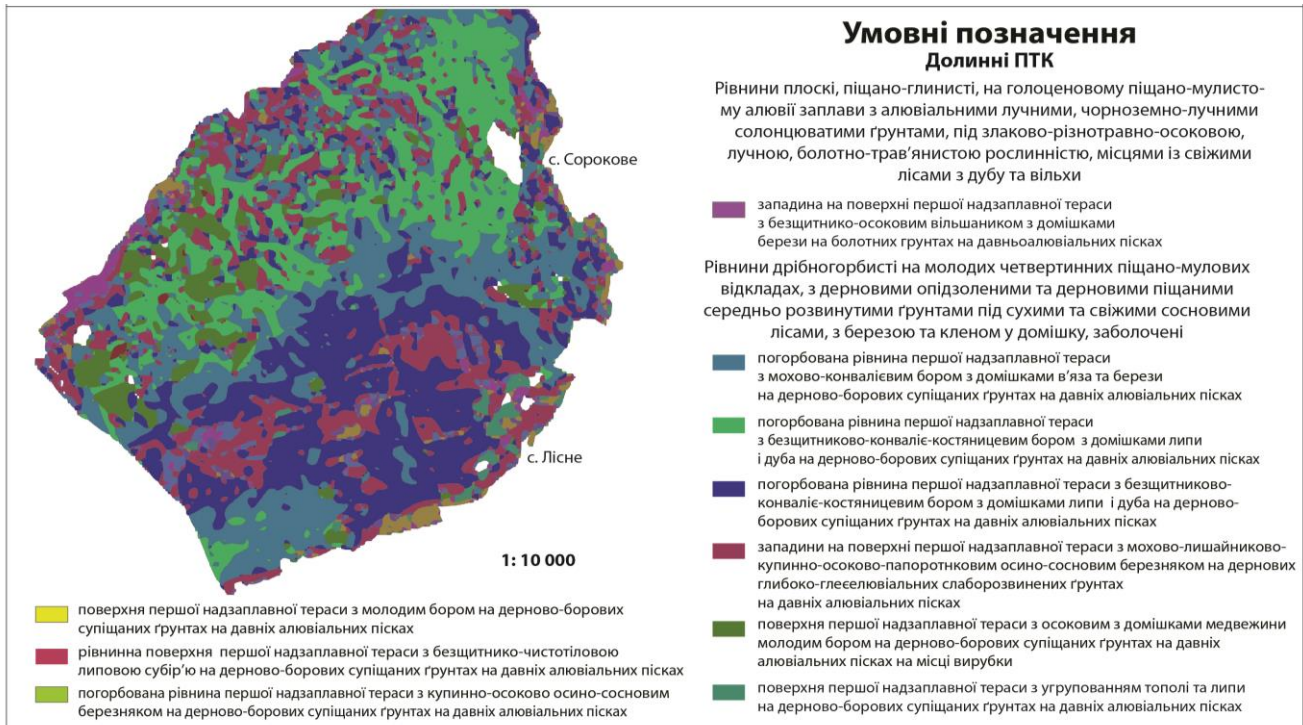


Рис. 8. Ландшафтна карта території НПП «Слобожанський» (південна частина), створена шляхом комплексної обробки інформації /
 Fig. 8. Landscape map of the territory of Slobozhanskyi NNP (southern part), created by means of complex information processing

зних типів (переважно Landsat 8, також Sentinel-2 та Planet Scope), з використанням сучасних геоінформаційних технологій обробки ДЗЗ стосовно до ландшафтних умов Лівобережного Лісостепу. Здійснено порівняльний аналіз придатності для індикативного аналізу трьох видів космічних знімків (Landsat 8, Sentinel-2 та PlanetScope) та їх комплексного використання щодо певних об'єктів.

Створено багат шарову інформаційну базу для оцінювання території дослідження (банк даних, який включає всі види картографічних матеріалів, космічні знімки, а також комплексну інформацію про кожен ареал, що відрізняється по типу його загального використання – для господарських, природоохоронних та інших цілей).

Укладено ландшафтну карту-гіпотезу досліджуваної території та показано й апробовано можливість ревізії виділених контурів на місцевості за часовими зрізами (відповідно до наявних геоданих ДЗЗ) на основі комплексу досліджень. Успішно апробовано комплекс методів аналізу ландшафтно-структури (на рівнях від місцевості до фації) території НПП, з використанням комп'ютерних алгоритмів навчання системи і без нього.

Встановлено індикатори дистанційного моніторингу ландшафтних змін території, якими позначено контури й оптичні особливості певних фізіономічних ландшафтних угруповань та водно-болотних комплексів, і розроблено алгоритм прослідковування їх динаміки й самоорганізації.

Список використаної літератури

1. Байрак Г. Р. Дистанційні дослідження Землі : Навчальний посібник / Г. Р. Байрак, Б. П. Муха. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 712 с.
2. Бодня О. В. Використання ГІС-технологій у ландшафтних дослідженнях / О. В. Бодня, І. А. Олійников, А. Ю. Овчаренко // ГІС та заповідні території: матеріали науково-методичного семінару (30 травня – 01 червня 2015 г., НПП «Слобожанський»). – Харків : «Мадрид», 2016. – С. 25-30.
3. Бодня О. В. Ландшафтне картографування НПП «Слобожанський» засобами мобільних, настільних та веб-додатків ArcGis / О. В. Бодня, А. Ю. Овчаренко, О. І. Сінна [та ін.] // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії: збірник наукових праць. – Харків, 2016. Вип. 23. – С. 15-21.

4. Бодня О. В. Використання мобільних ГІС для ландшафтних досліджень під час практик студентів-географів / О. В. Бодня, І. А. Олійников, О. О. Баришніков [та ін.] // Збірник матеріалів конференції «ГІС-форум-2017». – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2017. – Вип. 1. – С. 49-52.
5. Бодня О. В. Геоекологічний аналіз короткочасних трендів зміни структури території НПП «Слобожанський» за даними космічної зйомки Planet Score / О. В. Бодня, А. Ю. Овчаренко, І. Г. Черваньов // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна. – 2017 – Вип. 47. – С. 176-181. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2017-47-23>
6. Овчаренко А. Ю. Індикативний ландшафтний моніторинг національних природних парків (на прикладі території НПП «Слобожанський») / А. Ю. Овчаренко, О. В. Залюбовська // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. – Вип. 49. – С.190-205. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-49-15>
7. Біатов А. П. Додаток до Літопису природи Національного природного парку «Слобожанський» за 2012 рік / А. П. Біатов, Н. О. Брусенцова, Н. Б. Саїдахмедова [та ін.]. – Краснокутськ, 2013. – 136 с.
8. Голубцов О. Г. Ландшафтне планування: основні положення та досвід реалізації в Україні / О. Г. Голубцов // Український географічний журнал. – 2021. – № 1. – С. 63-72. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.063>
9. Давидчук В. Методи ландшафтного картографування з використанням ГІС та інших комп'ютерних технологій / В. Давидчук, Л. Сорокіна, В. Родіна // Вісник Львівського національного університету. – Львів, 2004. – Вип. 31. – С. 263-270.
10. Європейська Ландшафтна Конвенція. 2000 / Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_154
11. Ковальчук І. П. Застосування ГІС/ДЗЗ-технологій для оптимізації природовикористання в басейні рівнинної річки (на прикладі поліської частини Західного Бугу / І. П. Ковальчук, Г. Р. Байрак, Д. В. Івченко // Географія і природні ресурси. – Вип. 2. – 2014. – С. 186-194.
12. Максименко Н. В. Екологічна цінність заплави річки Мерла для функціонування НПП «Слобожанський» / Н. В. Максименко, А. В. Шумілова, О. І. Калиновський // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія». – Харків, 2020. – Вип. 22. – С. 21-31. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-22-02>
13. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування в інвайронментальному менеджменті територій локального рівня організації довкілля: дис. докт. геогр. н. / Н. В. Максименко. – Харків : ХНУ ім.В. Н. Каразіна, 2018 – 36 с.
14. Манойлов В. П. Дистанційне зондування Землі із космосу: науково-технічні основи формування й обробки видової інформації // В. П. Манойлов, В. В. Омельчук, В. В. Опянюк. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – 384 с.
15. Міллер Г. П. Польове ландшафтне знімання гірських територій. Київ, 1996. –162 с.
16. Методологія і практика оцінювання території України для заповідання: монографія. – За ред. Л.Г. Руденка. – К.: Наукова думка – 2020. – 246 с.
17. Овчаренко А. Ю. Картографування території НПП «Слобожанський» для проведення ландшафтного моніторингу / А. Ю. Овчаренко // Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи: матеріали щорічної міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (5-6 квітня 2017 року). – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2017. – С. 94-97.
18. Овчаренко А. Ю. Можливості автоматизованої обробки інформації для потреб моніторингу і охорони ландшафтів з використанням космічних знімків на прикладі території НПП «Слобожанський» / А. Ю. Овчаренко, О. В. Залюбовська // Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони: матеріали міжнародного наукового семінару (Львів, 5-7 квітня 2018 р.). – Львів, 2018. – С. 271-275.
19. Овчаренко А. Ю. Можливості автоматизованої обробки інформації за допомогою ArcGis для потреб здійснення ландшафтного моніторингу території дослідження / А. Ю. Овчаренко // Збірник матеріалів конференції «ГІС-форум-2018». – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. – Вип. 2. – С. 62-67.
20. Овчаренко А. Ю. Можливості ГІС-технологій у аспекті здійснення крупномасштабного ландшафтного картографування під час польових практик студентів-географів / А. Ю. Овчаренко // Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії». – Харків : 2019. –Вип. 30. – С. 70-80. DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2019-30-08>
21. Пастернак В. П. Великомасштабне картографування ділянок моніторингу в НПП «Слобожанський» / В. П. Пастернак, А. В. Корнієнко, В. Ю. Яроцький [та ін.] // Вісник ХНАУ, Лісове господарство. – Харків: 2015. – № 2. – С. 113-122.
22. Пересадько В. А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи / В. А. Пересадько. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2009. – 242 с.
23. Пересадько В. А. Досвід і перспективи еколого-природоохоронного картографування Харківської області / В. А. Пересадько, А. М. Байназаров // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. – № 32. – С. 8-16
24. Петлін В. М. Проблеми ландшафтно-картографічної інтерпретації просторової мінливості даних / В. М. Петлін // Український географічний журнал. – К.: Ін-т геогр. НАН України, 2018. - № 3 (103). – С. 16–20. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2018.03.016>
25. Природно-заповідна спадщина Харківської області / Під заг. ред. В. А. Токарського. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. – 216 с.

26. Проект створення національного парку «Слобожанський» / О. В. Клімов, О. В. Філатова, Г. С. Надточій [та ін.]. – Харків: УкрНДІ екологічних проблем. – 2009. – 124 с.
27. Руденко Л. Г. Ландшафтознавчі аспекти організації перспективної мережі заповідних територій України / Л. Г. Руденко, Є. О. Маруняк, С. А. Лісовський [та ін.] // Український географічний журнал. – К., 2016. – Вип. 3. – С. 18-26. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2016.03.018>
28. Руденко Л. Г. Методологія і практика оцінювання території України для заповідання: монографія / Л. Г. Руденко, О. Г. Голубцов, В. М. Чехній [та ін.]. – К.: Наукова думка, 2020. – 248 с.
29. Сінна О. І. Карта природно-територіальних комплексів НПП «Слобожанський» [Карта] / О. І. Сінна, О. В. Клімов. – Харків: УкрНДІ екологічних проблем, 2013.
30. Удовиченко В. В. Природно-заповідний фонд території Лівобережної України як основа розбудови екомережі регіону / В. В. Удовиченко // Український географічний журнал. – 2017. – № 1. – С. 38-47. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2017.01.038>
31. Варивода Є. О. Топологічний аналіз екологічного каркасу локальної екологічної мережі / Є. О. Варивода, І. Г. Черваньов // Укр. Географ. журнал. – 2010. – № 1. – С. 48-52.
32. Черваньов І. Г. Обґрунтування вибору індикативних об'єктів для ландшафтного моніторингу природоохоронної території та дослідження їх за даними дистанційного зондування й польового знімання / І. Г. Черваньов, О. В. Залюбовська, А. Ю. Овчаренко // Український географічний журнал. – 2019. – № 1. – С. 15-23. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2019.01.015>
33. Черваньов І. Створення «образів ландшафту» засобами ДЗЗ на прикладі території НПП «Слобожанський» / І. Черваньов, А. Овчаренко, О. Залюбовська // Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи: матер. Всеукр. наук. семінару пам'яті проф. А. Мельника. – Львів, 2022. – С. 50-54.
34. Шумілова А. В. Геоекологічні проблеми ландшафтів національного природного парку «Слобожанський» та шляхи їх вирішення: автореф. дис. канд. геогр. н. / А. В. Шумілова. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. – 20 с.
35. Sowinska-Swierkosz B. The methodology of landscape quality (LQ) indicators analysis based on remote sensing data: Polish National parks case study / B. Sowinska-Swierkosz, M. Michalik-Sniezek // Sustainability. – Lublin: University of Life Sciences in Lublin, 2020. – Vol. 12. – 2810. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072810>
36. Karasov O. Landscape coherence revisited: GIS-based mapping in relation to scenic values and preferences estimated with geolocated social media data / O. Karasov, A. A. B. Vieira, M. Külvik, I. Chervanyov. – Elsevier: Ecological Indicators. – 2020. – Vol. 111. – 105973 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105973>
37. Karasov O. Landscape metrics and cultural ecosystem services an integrative resource-driven mapping approach for landscape harmony / O. Karasov. – Tartu, 2020. – 185 p. DOI: <https://doi.org/10.15159/emu.58>
38. Ovcharenko A. Recognition of indicative landscape objects within protected areas / A. Ovcharenko // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». – Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – Вип. 53. – С. 141-154. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-11>
39. Tretyakov O. S. Features of interpretation of plant association of national natural park «Slobozhanskiy» using Landsat 8 satellite data / O. S. Tretyakov, O. V. Bodnia, M. O. Balynska [and other] // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. – Вип. 21. – С. 73-79.

Внесок авторів: всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

Landscape research: from paradigm through GIS technology to monitoring (on the example of the territory of the Slobozhansky National Nature Park)

Oksana Zaliubovska¹

PhD (Geography), Associate Professor Department of Physical Geography and Cartography,
¹ V.N. Karazin Kharkiv National University, 4, Svoboda Sq., Kharkiv, 610022, Ukraine;

Alina Ovcharenko¹

Senior Lecturer Department of Physical Geography and Cartography;

Igor Chervanyov¹

DSc (Technics), Professor

ABSTRACT

For 10 years, a group of specialists from the department of physical geography and cartography has been exploring the territories of national parks consistently using information technology tools, improving their use in combination with ground test landscape surveys. This article reflects the experience of such scientific and applied development in relation to the territory of Slobozhansky National Nature Park.

The purpose of this development is to improve the existing technologies of complex interpretation of geodata for the design and monitoring of the territory in their systematic combination with the methods of online mapping and in-depth meaningful interpretation for the scientific support of the organization of the territory and the administration of the

national parks. This article covers currently known and possible scientific approaches and measures that rely on scientific and applied measures used by the national parks administration in management processes.

The most recent issues highlighted in this article compared to the previous published works of the authors are the formulation of the trinity paradigm of the process of creating a landscape model of the territory. A set of individual tasks is defined, the consistent implementation of which ensures the achievement of the goal: selection of appropriate types, scales and optical ranges of remote sensing, taking into account the landscape conditions inherent in the location of the territory of the national park; development, on these grounds, of the technology of thematic landscape mapping, geoeological assessment and control of results on test areas of the terrain; peculiarities of drawing legends of applied landscape maps using GIS technologies; making corrections and additions to the existing defining documents of projects of the national park organization and developing recommendations for their improvement; design of the monitoring system of Slobzhansky National Nature Park.

In the paradigm of applied landscape research, the national park should be designed based on the trinity of remote sensing and human intelligence: a) the technical level of providing remote sensing; b) taking into account the ambiguity of the optical image of the area depending on the purpose of geodata interpretation; c) tasks that are also solved ambiguously: the selection of certain ranges and scales of soundings, the selection of test areas and even the compilation of legends of a large-scale landscape map. The specified ambiguity is manifested in the variability of constructions and creates the subjectivity of applied landscape research.

Methodological basis. The system-structural approach is manifested in the identification and identification of those spatial connections between visually significant and hidden from direct observation properties (mainly water-heat balance indicators) of the landscape, which change in an ambiguous dependence on regional background indicators, therefore must be taken into account in design and monitoring.

Scientific results. In addition to theoretical generalizations, the article briefly presents the implementation of the highlighted approach in the study of landscapes of the Slobzhansky National Nature Park.

Keywords: landscape research, paradigm, GIS technology; system-structural approach; landscape monitoring; large-scale landscape mapping; sparse landscape research; Slobzhansky NNP.

References

1. Bayrak G.R. & B.P. Mucha (2010). *Remote research of the Earth*. Lviv: Ivan Franko LNU Publishing Center [in Ukrainian].
2. Bodnya O. V., Olinikov I. A. & Ovcharenko A. Yu. (2015). *The use of GIS technologies in landscape research. GIS and protected areas: materials of the scientific and methodological seminar*. (25-30). May 30 – June 1, NPP "Slobzhansky", Kharkiv: "Madrid" [in Ukrainian].
3. Bodnia O. V., Ovcharenko A. Yu., Sinna O. I. & other (2016). *Landscape mapping of the Slobzhansky NPP using ArcGis mobile, desktop and web applications. Problems of continuous geographic of education and cartography: a collection of scientific papers*, 23, 15-21 [in Ukrainian].
4. Bodnia O. V., Olinikov I. A., Baryshnikov O. O. & others (2017). *The use of mobile GIS for landscape research during practices of geographer students. Proceedings of the "GIS-forum-2017" conference*. (1, 49-52). Kharkiv: V. N. Karazin KhNU [in Ukrainian].
5. Bodnia O. V., Ovcharenko A. Yu. & Chervanyov I. G. (2017). *Geoeological analysis of short-term trends of changes in the structure of the territory of the Slobzhansky NPP according to data from the Planet Scope space survey. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, 47, 176-181 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2017-47-23>
6. Ovcharenko A. Yu. & Zaliubovska O. V. (2018). *Indicative landscape monitoring of national natural parks (on the example of the territory of the "Slobzhanskyi" NPP)*. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", 49, 190-205 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-49-15>
7. Biatov A. P., Brusentsova N.O., Saidakhmedova N.B. & others. (2013). *Addendum to the Annals of Nature of the National Natural Park "Slobzhansky", 2012*. Krasnokutsk [in Ukrainian].
8. Golubtsov O. G. (2021). *Landscape planning: basic provisions and implementation experience in Ukraine. Ukrainian Geographical Journal*, 1, 63-72 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.063>
9. Davydchuk V., Sorokina L. & Rodina V. (2004). *Methods of landscape mapping using GIS and other computer technologies. Visnyk of the Lviv National University*, 31, 263-270 [in Ukrainian].
10. *European Landscape Convention (2000)*. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_154 [in Ukrainian]
11. Kovalchuk I. P., Bayrak G.R. & Ivchenko D.V. (2014). *Application of GIS/Remote Sensing technologies for optimization of nature use in the plain river basin (on the example of the Polish part of the Western Bug. Geography and natural resources*, 2, 186-194 [in Ukrainian].
12. Maksymenko N.V., Shumilova A.V. & Kalinovskiy O. I. (2021). *The ecological value of the floodplain of the Merla River for the functioning of the Slobzhansky NPP.*, Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Ecology", 22, 21-31 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-22-02>
13. Maksymenko N. V. (2018). *Landscape and environmental planning in the invironmental management of territories of the local level of environmental organization: dissertation*. V. N. Karazin Kharkiv National University [in Ukrainian].
14. Manoilov V. P., Omelchuk V.V. & Opyanyuk V.V. (2008). *Remote sensing of the Earth from space: scientific and technical bases of formation and processing of species information*. Zhytomyr: Zhytomyr State Technical University [in Ukrainian].
15. Miller G. P. (1996). *Field landscape remote of mountainous areas*. Kiev [in Ukrainian].

16. Rudenko L.G. (ed.) (2020). *Methodology and Practice of Assessment of the Territory of Ukraine for Conservation*. K.: Naukova Dumka [in Ukrainian].
17. Ovcharenko A. Yu. (2017). *Mapping the territory of the Slobozhansky NPP for landscape monitoring*. Geographical research: history, present, prospects: materials of the annual international scientific conference of students and graduate students, dedicated to the memory of Professor G. P. Dubinsky (94-97). April 5-6. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University [in Ukrainian].
18. Ovcharenko A. Yu. & Zaliubovska O. V. (2018). *Possibilities of automated information processing for the needs of landscape monitoring and protection using space images on the example of the territory of the Slobozhanskyi NPP. Natural resources of the region: problems of use, revitalization and protection: materials of the international scientific seminar (271-275)*. April 5-7. Lviv [in Ukrainian].
19. Ovcharenko A. Yu. (2018). *Possibilities of automated information processing using ArcGis for the needs of landscape monitoring of the research area*. Collection of materials of the conference "GIS-forum-2018". (2, 62-67). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University [in Ukrainian].
20. Ovcharenko A. Yu. (2019). *Possibilities of GIS technologies in the aspect of large-scale landscape mapping in the field practices of geographer students*. Collection of scientific works "Problems of continuous geographical education and cartography", 30, 70-80. Kharkiv [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2019-30-08>
21. Pasternak V. P., Kornienko A. V., Yarotsky V. Yu. & et al. (2015). *Large-scale mapping of monitoring sites in the Slobozhansky NPP*. Visnyk KNAU, Forestry, 2, 113-122 [in Ukrainian].
22. Peresadko V. A. (2009). *Cartographic support of ecological research and nature protection*. Kharkiv: KKNU [in Ukrainian].
23. Peresadko V. A. & Baynazarov A. M. (2021). *Experience and prospects of ecological and environmental protection mapping of the Kharkiv region*. Problems of continuous geographical education and cartography, 32, 8-16 [in Ukrainian].
24. Petlin V. M. (2018). *Problems of landscape-mapping interpretation of spatial variability of data*. Ukrainian Geographical Journal, 3(103). 16-20 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2018.03.016>
25. Tokarskyi V. A. (ed.) (2011). *Natural and protected heritage of the Kharkiv region*. Kharkiv: V. N. Karazin KhNU [in Ukrainian].
26. Klimov O. V., Filatova O. V., Nadtochii H. S. & others. (2009). *The project of creation of the national park "Slobozhanskyi"*. Kharkiv: UkrNDI of Environmental Problems [in Ukrainian].
27. Rudenko L. G., Marunyak E. O., Lisovskiy S. A. & others. (2016). *Landscape aspects of the organization of a promising network of protected areas of Ukraine*. Ukrainian Geographical Journal, 3, 18-26 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2016.03.018>
28. Rudenko L. G., Golubtsov O. G., Chehni V. M. & others. (2020). *Methodology and practice of evaluating the territory of Ukraine for inheritance*. K.: Naukova dumka [in Ukrainian].
29. Sinna O. I., Klimov O.V. (2013). *Map of natural and territorial complexes of the Slobozhansky NNP [Map]*. UkrNII of Ecological Problems [in Ukrainian].
30. Udovichenko V. V. (2017). *Nature Reserve Fund of the Left-Bank Territory of Ukraine as the Basis of Development of the Eco-Network of the Region*. Ukrainian Geographical Journal, (1), 38-47 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2017.01.038>
31. Varyvoda E. & O.Chervanyov I. (2010). *Topological analysis of the ecological frame of the local ecological network*. Ukrainian Geographical Journal, 1, 48-52 [in Ukrainian].
32. Chervanyov I. G., Zaliubovska O. V. & Ovcharenko A. Yu. (2019). *Justification of the selection of indicative objects for landscape monitoring of the nature conservation area and their research based on remote sensing and field survey data*. Ukrainian Geographical Journal, 1, 15-23 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2019.01.015>
33. Chervanyov I. G., Ovcharenko A. Yu. & Zaliubovska O. V. (2020). *Creation of "landscape images" by means of Remote sensing on the example of the territory of the "Slobozhansky" NPP*. Applied Landscape Science: History, Modernity, Prospects: Proc. All-Ukrainian scientific seminar in memory of prof. A. Melnyk (50-54). Lviv [in Ukrainian].
34. Shumilova A. V. (2021). *Geo-ecological problems of landscapes of the Slobozhanskyi National Nature Park and ways to solve them*. V. N. Karazin Kharkiv National University [in Ukrainian].
35. Sowinska-Swierkosz B. & Michalik-Sniezek M. (2020). *The methodology of landscape quality (LQ) indicators analysis based on remote sensing data: Polish National parks case study*. Sunstainability, 12(7), 2810. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072810>
36. Karasov O., Vieira, Kylvik A., & I. Chervanyov (2020). *Landscape coherence revisited: GIS-based mapping in relation to scenic values and preferences estimated with geolocated social media data*. Elsevier: Ecological Indicators, 111, 105973. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105973>
37. Karasov O. (2020). *Landscape metrics and cultural ecosystem services an integrative resource-driven mapping approach for landscape harmony*. Tartu. DOI: <https://doi.org/10.15159/emu.58>
38. Ovcharenko A. (2020). *Recognition of indicative landscape objects within protected areas*. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", 53, 141-154. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-11>.
39. Tretyakov O. S., Bodnia O. V., Balynska M. O. & other. (2015). *Features of interpretation of plant association of national natural park «Slobozhanskyi» using Landsat 8 satellite data*. Problems of continuous geographical education and cartography, 21, 73-79.

Authors Contribution: All authors have contributed equally to this work

Received 24 September 2023

Accepted 26 November 2023