

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

Овчаренко Аліна Юріївна

УДК 502.4:(912)/.5.528-502.6/.4-504.06(004.6)/.9:(005).004.65:.451

ДИСЕРТАЦІЯ

**«ІНДИКАТИВНИЙ ЛАНДШАФТНИЙ МОНІТОРИНГ
ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ
(НА ПРИКЛАДІ НПП “СЛОБОЖАНСЬКИЙ”）」**

Спеціальність 103 – Науки про Землю
(Галузь знань 10 – Природничі науки)

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Овчаренко А. Ю.

Науковий керівник: Черваньов Ігор Григорович, доктор технічних наук,
професор

Харків-2023

АНОТАЦІЯ

Овчаренко А. Ю. Індикативний ландшафтний моніторинг природоохоронних територій (на прикладі НПП «Слобожанський»). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 103 — Науки про Землю (Галузь знань 10 – Природничі науки). – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, 2023.

У дисертації розкрито основні методи дослідження при проведенні ландшафтного моніторингу природоохоронних територій. На сучасному етапі розвитку необхідним є збереження ландшафтів, де поєднується природна складова з активними антропогенними метаморфозами. Сучасні методи ДЗЗ і у поєднанні з геоінформаційними технологіями та методи аналізу результатів дозволяють досягнути навіть важкодоступні у відношенні польових робіт території. Проте, для цього необхідно поєднати технологічні можливості з методами наукового аналізу, які слід розробляти.

Актуальність роботи полягає в необхідності розробки методів аналізу існуючого стану ландшафтної структури шляхом комплексної обробки даних наземних та космічних зйомок для визначення індикативних показників, прослідковуванню стану індикаторів та з метою прогнозування подальшої динаміки.

Метою дослідження є визначення індикативних ландшафтних об'єктів НПП для умов Лівобережного Лісостепу, побудованих на комплексному застосуванні ключових наземних спостережень та індикації на космічних знімках, вибір оптимальних методів їх обробки для укладання бази даних ландшафтної структури фацій на досліджуваній території для ландшафтного моніторингу.

Задля виконання поставленої мети було сформульовано наступні **завдання:**

1. Укладання й апробація комплексу експериментальних досліджень в системному поєднанні наземних зйомок та сучасних геоінформаційних технологій обробки ДЗЗ стосовно до ландшафтних умов Лівобережного Лісостепу.
2. Визначення індикативних об'єктів, прослідковування їх динаміки й самоорганізації в умовах регіонального кліматичного тренду та антропогенного тиску.
3. Укладання карти-гіпотези досліджуваної території та ревізії виділених контурів на місцевості на основі комплексу досліджень.
4. Порівняльний аналіз придатності для індикативного аналізу космічних знімків Landsat 8, Sentinel-2 та Planet Score.
5. Науковий синтез: картографування, комплексне оцінювання та визначення шляхів оптимізації структури та стану території за даними ландшафтного моніторингу.
6. Встановлення обмежень застосування підходу, системи методів та фактичного матеріалу дистанційних сканувань і ГІС-технологій.

Натурним об'єктом дослідження є територія НПП «Слобожанський» - типова для провінції Лівобережного Лісостепу України. **Науковим об'єктом** є ландшафтна структура території на рівні фацій.

Предметом дослідження є індикативні ландшафтні об'єкти рівня фацій, які можливо застосувати для моніторингу негативних трендів ландшафтної структури та стану найбільш вразливих локацій.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному

Вперше:

- розроблено поняття індикативного ландшафтного моніторингу на фаціальному рівні розгляду й запропоновано алгоритм його реалізації шляхом наземно-космічної зйомки;

- опрацьовано концепцію і визначено методологію визначення й ідентифікації індикативних ландшафтних об'єктів шляхом комплексного аналізу космічних геоданих різної фізичної природи (спектральні діапазони видимих й інфрачервоних довжин хвиль та різної роздільної здатності) у поєднанні з прецизійною ландшафтною зйомкою на ключових об'єктах (з використання GPS і додатку до смартфонів NextGis, ArcPad, ArcGis for Windows Mobile);

- досліджено індикативні об'єкти та способи їх ідентифікації на території шляхом спеціальної обробки даних програмами розпізнавання без навчання й з навчанням;

- обґрунтовано вибір і детально досліджено методи обробки космічних знімків Landsat 8, Sentinel-2, Planet Scope: порівняльний вибір діапазонів і роздільної здатності, індикативних за своїми властивостями й дослідницькими можливостями для різних територій, комплексне диференційоване використання названих матеріалів;

- застосовано удосконалену методику укладання ландшафтної карти-гіпотези (дистанційно, з автоматичним розпізнаванням з використанням оверлейного аналізу за рельєфом, наявністю водно-болотних локацій і станом рослинних угруповань);

Удосконалено:

- методику ландшафтного картографування (рівня фацій) та укладання бази даних різночасових зйомок для простежування змін протягом досліджуваного періоду.

Отримали подальший розвиток:

- методичні засади ландшафтознавчих досліджень природоохоронних територій з використанням космічних геоданих безпосередньо у польовій ландшафтній зйомці.

Фактичний матеріал: космічні зйомки території супутниками серій Landsat 8, Sentinel-2, Planet Scop, ландшафтна карта середнього масштабу, карти геологічна, ґрунтова, геоботанічна з проекту НПП «Слобожанський»; матеріали великомасштабних польових ландшафтних зйомок аспірантсько-студентського наукового загону (за участю здобувачки) ділянок території НПП.

Застосовані методи: польової ландшафтної зйомки (маршрутної та площадної по окремих ключових ділянках); автоматичної класифікації ландшафтних виділів методами без навчання й з навчанням; напівавтоматичного укладання ландшафтної карти-гіпотези; візуалізації просторових цифрових геоданих і порівняльний автоматичний аналіз зображень; векторизації й ідентифікації зображень у польових умовах і оверлейним аналізом; векторизації комплексу ознак і застосування її для вияву й прослідковування змін у часі індикативних фацій.

Отримані основні нові результати: складання алгоритму індикативного моніторингу на основі укладеної авторкою ландшафтної карти топологічного рівня фацій та векторизації у цифровій формі властивостей індикативних об'єктів; спосіб визначення індикативних ландшафтних об'єктів фаціального рівня; ретроспективний аналіз змін індикативних об'єктів для тестування алгоритму.

Короткий виклад змісту дисертації.

У вступних главах подано й проаналізовано стан проблеми ландшафтного моніторингу й визначено той напрям досліджень, який обіцяє успіх з урахуванням властивостей території, завдань моніторингу НПП та сучасних можливостей поєднання традиційних методів ландшафтознавчих досліджень і досягнень ДЗЗ та геоінформаційних технологій.

Короткий аналіз природного об'єкту — території НПП використано для подальшої ідентифікації матеріалів, отриманих дистанційно згаданими вище трьома сканерами в різні пори вегетаційного сезону.

У методологічному блоці обґрунтовано парадигму, методологічний підхід і обрання методів. Парадигмою дослідження є розуміння ландшафту як просторово розподіленої системи, структура якої у прихованому вигляді містить «код» її властивостей, який слід моніторити, порівнюючи космічні зйомки на різний час. Для пізнання цього «коду» слід експериментально визначити раціональний комплекс методів, які б охоплювали попередні фундаментальні знання про системно-структурну організацію ландшафту на якомога більш великому масштабі, який доступний на сучасному рівні польової та дистанційної зйомки.

Було удосконалено традиційну методіку ландшафтних досліджень шляхом залучення до аналізу позаоптичних діапазонів електромагнітного спектру, недоступних взорові польового зйомщика, з іншими більш традиційними діапазонами ДЗЗ та застосуванням сучасних можливостей топографічної прив'язки контурів і ідентифікації властивостей зображень стосовно до характерних рис території.

Було підібрано інструменти обробки геоданих шляхом візуалізації вигляду ландшафту в позаоптичних діапазонах у поєднанні з традиційними спектрональними діапазонами, створенням комбінованих зображень (створювання псевдозображень), оцінювання їх інформативності та ідентифікації таких псевдозображень у польових умовах та порівняння з результатами оверлейного аналізу.

Представлений значний об'єм порівняльного експериментального дослідження придатності для встановлених завдань і можливостей використання даних космічних зйомок Sentinel-2, Landsat 8, Planet Scope. Експерименти з розпізнаванням ландшафтної структури відомими й програмно забезпеченими (QGIS, ArcGIS) способами без навчання й з навчанням показали переваги останнього. Шляхом навчання за визначеними апіорі ландшафтними структурами еталонних ділянок була ідентифікована уся територія, що надало

можливості створити ландшафтну карту на топологічному рівні фацій – метод поєднання декількох інформаційних шарів для створення єдиного цілісного набору даних в конкретній геолокації. Для врахування властивостей, які не передаються через електромагнітні хвилі й тому не фіксуються сканерами, застосовано оверлейний аналіз карт геологічної, рельєфу, та ґрунтової, що дало можливість більш повного й багатостороннього врахування системи ознак, що підлягають моніторингові.

Порівнювалися результати обробки космічних знімків з меншим і більшим розширенням, обґрунтовувалась на основі аналізу доречність використання даних в залежності від площ ділянок, ландшафтного різноманіття та поставлених задач. У такий спосіб було створено образи ландшафтів, які надалі векторизувались і слугували інформаційним кодом для побудови ландшафтною карти та автоматичного визначення індикативних ландшафтів за ландшафтною картою.

Експериментально було встановлено, що для умов лісостепу космічні зйомки Landsat 8, Sentinel-2 (роздільна здатність 15 і 10 м відповідно) дають кращі результати для більших за площею територій для укладання карт рослинних угруповань, Planet Score (роздільна здатність 1 м) зручніше використовувати для невеликих за площею ділянок дрібних фацій; проте вони незручні для картографування цілих територій.

Основні результати. На основі комплексу досліджень розроблено й апробовано метод наземно-космічної зйомки і алгоритм її реалізації для визначення індикаторів і моніторингу змін. Алгоритм включає визначення, й векторизацію 4 класів ознак; а) інваріантних; б) періодично змінних; в) хаотично змінних; г) спрямовано змінних (трендових). Саме останні є предметом моніторингу, а їх спрямовані зміни — індикаторами для ландшафтного моніторингу.

Способом прослідковування змін за індикаторами є порівняння векторів станів для різних часових зрізів. Визначена структура векторів стану, яка передає у цифровій формі основні ознаки індикативних об'єктів, які надалі мають слугувати їх числовими кодами.

Досягнуто можливості формалізованого відслідковування трендових змін шляхом елімінації непотрібних трьох визначених груп ознак (а, б, в,) і подальшого автоматичного порівняння векторів стану індикаторів. Це дає можливість побудувати слідкуючу систему наземно-космічного моніторингу

Комплекс індикативного ландшафтного моніторингу забезпечений системним поєднанням наземних польових зйомок з інформаційно ємними інструментами обробки ДЗЗ (інструменти ArcMap, QGis та ін.). Завдяки їх сертифікації на міжнародному рівні, забезпечена висока об'єктивність результатів.

Застосування додатку Next GIS надало можливості векторизувати властивості й відслідковувати автоматично ознаки трендових змін. За встановленими у такий спосіб змінами можливо вести автоматично відповідну базу даних, а також візуалізувати їх шляхом складання тематичних карт тренду та залишкових поверхонь. Тренди використовувати для визначення екологічного тиску глобальних змін (перш за все стосовно клімату), відхилення — для ідентифікації місцевих змін та встановлення їх причин: зволоження території через запровадження й використання іригаційних споруд на р. Мерла, інша господарська діяльність людини, доступна в умовах приватної власності, та навіть порушення законодавчо-нормативних обмежень щодо природокористування на природоохоронних територіях та у їх буферних зонах.

Практична значущість дисертаційного дослідження. Впродовж дослідження було укладено ряд великомасштабних ландшафтних карт рівня урочищ, фацій, які разом з банком даних може бути використано науковим відділом НПП та органами місцевого самоврядування для передбачення

критичних трендів та катастрофічних ситуацій в межах природоохоронних територій.

Результати роботи впроваджено: в науково-дослідну роботу відділів науки та освіти і рекреації національного природного парку «Слобожанський»; в рамках науково-дослідної теми за координаційним планом Міністерства освіти і науки України «Розробка моделі територіальної організації Придонецького природного регіону на основі дистанційних методів та ГІС-технологій» (номер державної реєстрації 0113U002427) (2014 р.).

Результати дослідження було використано у:

- госпдоговірній НДР № 09-19 - «ГІС-моделювання рельєфу дна річки Сіверський Донець у районі села Гайдари (Зміївський Район Харківської області)». Замовник — ПФ «Геоком» (2019) А. Овчаренко — виконавець;
- госпдоговірній НДР №20-20: «Уточнення індикативних ландшафтних об'єктів із використанням методів польових досліджень і геопозиціонування (на прикладі національного природного парку «Слобожанський»)» (сума - 10 тис. грн, термін реалізації 10.2020 — 05.2021) на замовлення ПФ «Геоком», здобувачка — відповідальна виконавець);
- прикладній розробці за тематикою кафедри фізичної географії та картографії ХНУ імені В. Н. Каразіна «Конструктивно-географічне та картографічне обґрунтування визначення меж територій природно-заповідного фонду (ПЗФ) в умовах земельної реформи України», 2020-2021 р.р. (А. Овчаренко - виконавець).

Взято участь у наукових дослідженнях національних природних парків Харківської області (за результатами надання щорічної звітності кафедра отримує можливість безкоштовного використання програмних продуктів ArcGIS за програмою ESRI Conservation) подавалися матеріали аспірантом до Літопису природи НПП «Слобожанський».

Ключові слова: *індикатори, ландшафтний моніторинг, космічні знімки, образи ландшафтів, класифікація з навчанням.*

ABSTRACT

Ovcharenko A. Yu. Indicative landscape monitoring of protected areas (case study of Slobozhanskyi National Nature Park). – Qualification scientific work on manuscript rights.

Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 103 – Earth Sciences (Field of knowledge 10 – Natural Sciences). – V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, 2023.

The thesis reveals the main research methods for landscape monitoring of protected areas. At the current stage of development, it is necessary to preserve landscapes where the natural component is combined with active anthropogenic metamorphoses. Modern remote sensing methods in combination with geoinformation technologies and methods of the analysis of the results make it possible to cover even areas that are difficult to access in terms of field work. However, for this, it is necessary to combine technological capabilities with methods of scientific analysis, which should be developed.

The relevance of the work lies in the need to develop methods for analyzing the existing state of the landscape structure through complex processing of data from ground and space surveys to determine indicators, monitor their state and forecast future dynamics.

The purpose of the study is to determine the indicative landscape objects of the national nature park (NNP) for the conditions of the Left Bank Forest-Steppe, built on the complex application of key ground observations and indications on space images, the selection of optimal methods of their processing for compiling a database of the landscape structure of facies in the study area for landscape monitoring.

In order to achieve the purpose there were established the following **tasks**:

1. Compilation and approval of a set of experimental studies in a systematic combination of ground surveys and modern geoinformation technologies for the processing of remote sensing data in relation to the landscape conditions of the Left Bank Forest-Steppe.
2. Determination of indicative objects, monitoring of their dynamics and self-organization in the conditions of regional climate trend and anthropogenic pressure.
3. Creation of a map-hypothesis of the study area and revision of selected contours in the area based on a complex of studies.
4. Comparative analysis of suitability of Landsat-8, Sentinel-2 and PlanetScope space images for indicative analysis.
5. Scientific synthesis: mapping, comprehensive assessment and determination of ways to optimize the structure and the state of the area based on landscape monitoring data.
6. Establishment of limitations on the use of the approach, system of methods and actual material of remote scanning and GIS technologies.

The natural object of the study is the area of Slobzhanskyi NNP which is typical for the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. The scientific object is the landscape structure of the area at the facies level.

The subject of the study is indicative landscape objects at the facies level which can be used to monitor negative trends in the landscape structure and the state of the most vulnerable locations.

The scientific novelty of the obtained results is as follows.

First-ever:

- the concept of indicative landscape monitoring at the facies level has been developed and the algorithm for its implementation by ground-space surveying has been proposed;

- the concept has been worked out and the methodology for determination and identification of indicative landscape objects has been defined through the comprehensive analysis of space geodata of different physical nature (spectral ranges of visible and infrared wavelengths and different resolutions) in combination with precise landscape surveying of key objects (using GPS and smartphone applications NextGis, ArcPad, ArcGis for Windows Mobile);

- indicative objects and methods of their identification on the area have been studied through special processing of data by supervised and unsupervised recognition software;

- the selection has been justified and the methods of processing Landsat-8, Sentinel-2, PlanetScope space images have been studied in detail: a comparative selection of ranges and resolutions, indicative in their properties and research opportunities for different areas, complex differentiated use of the mentioned materials;

- the improved methodology for designing a landscape map-hypothesis has been applied (remotely, with automatic recognition using an overlay analysis based on the relief, the presence of wetland locations and the state of plant communities).

Improved:

- the technique of landscape mapping (facies level) and compilation of a database of different time surveys to trace changes during the studied period.

Received further development:

- methodical principles of landscape studies of protected areas using space geodata directly in field landscape surveying.

Factual material: space surveys of the area by Landsat-8, Sentinel-2 and PlanetScope satellites, the medium-scale landscape map, geological, soil and geobotanical maps from the project of Slobozhanskyi NNP; materials of large-scale field landscape surveys of the area of the NNP performed by the postgraduate and student research unit (with the participation of the author).

Applied methods: field landscape surveying (route and square in certain key areas); automatic classification of landscape allotments by supervised and unsupervised methods; semi-automatic design of a landscape map-hypothesis; visualization of spatial digital geodata and comparative automatic image analysis; vectorization and identification of images in field conditions and by overlay analysis; vectorization of a complex of features and its application for detection and tracking of changes of indicative facies over time.

Obtained main new results: development of the algorithm of indicative monitoring based on the created by the author landscape map of the topological level of facies and vectorization of the properties of indicative objects in digital form; the method of determining indicative landscape objects of the facial level; retrospective analysis of changes of indicative objects for the algorithm testing.

The short summary of the thesis content

In the introductory chapters, the state of the problem of landscape monitoring was presented and analyzed, and the direction of research, that is promising considering the properties of the area, the tasks of the NNP monitoring, and the modern opportunities of combining traditional methods of landscape research with the achievements of remote sensing and geoinformation technologies, was determined.

A brief analysis of the natural object – the area of the NNP – was used for further identification of the materials obtained remotely by the above-mentioned three scanners at different times of the growing season.

In the methodological block, the paradigm, the methodological approach and the choice of methods were substantiated. The research paradigm is the understanding of the landscape as a spatially distributed system, the structure of which in a hidden form contains the "code" of its properties, which should be monitored by comparing space images of different times. In order to learn this "code", a rational complex of methods, which would cover previous fundamental knowledge about the system-structural

organization of the landscape on the largest possible scale, which is available at the modern level of field and remote surveying, should be determined experimentally.

The traditional methodology of landscape research was improved by involving in the analysis the non-optical ranges of the electromagnetic spectrum, inaccessible to the sight of the field surveyor, with other more traditional ranges of remote sensing and the application of modern opportunities of topographic binding of contours and identification of image properties regarding to the special features of the area.

Geodata processing tools were selected by visualizing the look of the landscape in non-optical ranges in combination with traditional spectrozonal ranges, creating combined images (creating pseudo-images), evaluating their informativeness, identifying such pseudo-images in the field and comparing with the results of the overlay analysis.

A significant volume of comparative experimental research on the suitability for the established tasks and the possibilities of using data from Sentinel-2, Landsat-8, and PlanetScope space surveys was presented. Experiments with the recognition of landscape structure by known and software-supported (QGIS, ArcGIS) unsupervised and supervised methods showed the advantages of the latter. By learning from the a priori determined landscape structures of the reference sites, the entire area was identified, which made it possible to create a landscape map at the topological level of facies – the method of combining several information layers to create a single integrated dataset in a specific geolocation. To address those properties which are not transmitted through electromagnetic waves and therefore are not recorded by scanners, an overlay analysis of geological, relief, and soil maps was applied, which made it possible to more fully and comprehensively consider the system of features to be monitored.

The results of processing space images with lower and higher resolution were compared, the relevance of data use depending on the area of the plots, landscape diversity, and the tasks set was justified based on the analysis. In this way, we created images of landscapes, which were further vectorized and served as an information code

for the construction of the landscape map and automatic determination of indicative landscapes based on the landscape map.

It was experimentally established that for forest-steppe conditions Landsat-8 and Sentinel-2 space surveys (with the resolution of 15 m and 10 m respectively) give better results in mapping vegetation communities for larger areas, and PlanetScope (with the resolution of 1 m) is more convenient to use for areas of small facies; however, they are inconvenient for mapping the entire area.

Main results. Based on a set of studies, a method of ground-space surveying and an algorithm for its implementation to determine indicators and monitor changes were developed and tested. The algorithm includes definition and vectorization of 4 classes of features: a) invariant; b) periodically variant; c) chaotically variant; d) directly variant (trend). The latter are the subject of monitoring, and their directed changes are indicators for landscape monitoring.

A way to track changes in indicators is to compare state vectors for different time periods. The structure of state vectors, that conveys in digital form the main features of indicative objects, which should serve as their numerical codes in the future, was defined.

The ability of formalized tracking of trend changes was reached by eliminating unnecessary three defined groups of features (a, b, c) and further automatic comparison of indicators state vectors. This makes it possible to build a follow-up system of ground-space monitoring.

The complex of indicative landscape monitoring is ensured by a systematic combination of ground field surveys with information-intensive tools for processing remote sensing data (ArcMap, QGis, etc.). Due to their certification at the international level, high objectivity of the results is ensured.

The use of the Next GIS application made it possible to vectorize features and automatically track signs of trend changes. Based on the changes established in this way, it is possible to automatically maintain a corresponding database, as well as to

visualize them by creating thematic maps of trend and residual surfaces. Trends should be used to determine the environmental pressure of global changes (primarily related to climate), deviations – to identify local changes and establish their causes: moistening of the area due to the introduction and use of irrigation facilities on the Merla River, other human economic activity, available in private property, and even violations of legislative and regulatory restrictions on nature use in protected areas and their buffer zones.

Practical significance of the thesis research. In the course of the research, a number of large-scale landscape maps of tracts and facies were created. Together with the dataset, they can be used by the scientific department of the NNP and local self-government bodies to predict critical trends and catastrophic situations within protected areas.

The results of the study were implemented: in the research work of the departments of science and education and recreation of Slobozhanskyi National Nature Park (2014); as part of the research topic under the coordination plan of the Ministry of Education and Science of Ukraine "Development of the Model of the Territorial Organization of the Prydonetsk Natural Region Based on Remote Methods and GIS Technologies" (state registration number 0113U002427) (2014).

The results of the study were used in:

- contract-based research work No. 09-19 "GIS Modeling of the Topography of the Bottom of the Siverskyi Donets River in the Area of Gaidary Village (Zmiyiv District of the Kharkiv Region)". Customer – private company Geocom (2019), A. Ovcharenko – executor;

- contract-based research work No. 20-20: "Clarification of Indicative Landscape Objects Using Methods of Field Research and Geopositioning (Case Study of Slobozhanskyi National Nature Park) (amount – 10000 UAH, implementation period 10.2020 – 05.2021). Customer – private company Geocom (2019), A. Ovcharenko – responsible executor;

- applied development work on the topic of the Department of Physical Geography and Cartography of V.N. Karazin Kharkiv National University "Constructive-Geographic and Cartographic Substantiation of the Definition of the Boundaries of Protected Areas in the Conditions of the Land Reform in Ukraine", 2020-2021 (A. Ovcharenko – executor).

The author participated in research of national parks of the Kharkiv region (due to the results of provided annual reports, the Department got the opportunity to use ArcGIS software products for free under the ESRI Conservation Program), materials were submitted by the author to the Annals of Nature of Slobozhanskyi National Nature Park.

Key words: *indicators, landscape monitoring, space images, landscape images, supervised classification.*

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові публікації, які входять до наукометричних баз Web of science і Scopus:

1. Бодня О. В., **Овчаренко А. Ю.**, Черваньов І. Г. Геоекологічний аналіз короткочасних трендів зміни структури території НПП «Слобожанський» за даними космічної зйомки Planet Score. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2017. Вип. 47. С. 176-181 (**Web of Science**).

DOI: 10.26565/2410-7360-2017-47-23.

Особистий внесок здобувача: дешифровано космічні знімки Planet Score, розроблено частину алгоритму і підібрано інструменти для ГІС-обробки космічних знімків високої роздільної здатності, укладено великомасштабні карти тестової ділянки.

2. Бодня О. В., **Овчаренко А. Ю.** Індикативний ландшафтний моніторинг національних природних парків (на прикладі території НПП «Слобожанський»). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2018. Вип. 49. С.192-207 (**Web of Science**).

DOI: 10.26565/2410-7360-2018-49-15.

Особистий внесок здобувача: виявлення індикативних об'єктів завдяки дешифруванню космічних знімків Landsat 8, Sentinel-2, Planet Score, брала участь у розробці удосконаленої методики проведення ландшафтно-ї зйомки.

3. Черваньов І. Г., Залюбовська О. В., **Овчаренко А. Ю.** Обґрунтування вибору індикативних об'єктів для ландшафтного моніторингу природоохоронної території та дослідження їх за даними дистанційного зондування й польового знімання. *Український географічний журнал*. 2019. Вип. 1 (105). С. 15-23 (**Scopus**).

DOI: 10.15407/ugz2019.01.015.

Особистий внесок здобувача: брала участь у сумісному обґрунтуванні вибору індикативних об'єктів, формуванні бази геоданих, дешифрування космічних знімків та результати у вигляді тематичних карт рослинних угруповань.

4. Ovcharenko A. Recognition of indicative landscape objects within protected areas *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2020. Вип. 53. С. 141-154 (**Web of Science**).

DOI: 10.26565/2410-7360-2020-53-11.

Публікації у виданнях, включених до переліку фахових видань України:

5. Бодня О. В., Сінна О. І., Олійников І. А., **Овчаренко А. Ю.** Ландшафтне картографування НПП «Слобожанський» засобами мобільних, настільних та веб-додатків ArcGis. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти та картографії»*. 2016. Вип. 23. С. 15-21

Особистий внесок здобувача: картографування ландшафтів рівня урочищ і фацій у співавторстві, на основі використання продуктів ArcGis.

6. Овчаренко А. Ю. Можливості ГІС-технологій у аспекті здійснення крупномасштабного ландшафтного картографування у польових практиках студентів-географів. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії»*. 2019. Вип. 30. С. 70-80

DOI: 10.26565/2075-1893-2019-30-08

7. Tretyakov O. S., Vodnia O. V., Balynska M. O., **Ovcharenko A. Ju.** [and other]. Features of interpretation of plant association of national natural park “Slobozhanskiy” using Landsat 8 satellite data. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії»*. 2015. Вип. 21. С. 73-79

Особистий внесок здобувача: дешифрування космічних знімків Landsat-8 для укладання карт рівня фацій, обґрунтування отриманих результатів.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. Бодня О. В., Олійников І. А., Баришніков О. О., **Овчаренко А. Ю.** [та ін.]. Використання мобільних ГІС для ландшафтних досліджень під час практик студентів-географів. «ГІС-форум-2017» : зб. матеріалів конференції, 2015. Вип. 1. С. 49-52

Особистий внесок здобувача: укладання ландшафтного профілю, картографічних матеріалів у співавторстві.

9. Бодня О. В., Олійников І. А., **Овчаренко А. Ю.** Використання ГІС-технологій у ландшафтних дослідженнях. *ГІС та заповідні території* : матеріали наук.-метод. сем. (НПП «Слобожанський», 30 травня – 01 червня 2015 р.). Харків, 2016. С. 25-30

Особистий внесок здобувача: дешифрування космічних знімків Landsat-8, Sentinel-2 і обґрунтування результатів використання ГІС-технологій.

10. Бодня О. В., Олійников І. А., **Овчаренко А. Ю.** Ландшафтне онлайн-картографування з використанням смартфонів, оснащених ГІС-технологіями : досвід застосування у Слобожанському національному природному парку. *Проблеми ландшафтознавства в контексті сталого розвитку та Європейської ландшафтної конвенції* : матеріали Міжнародного наук. сем., присвяченого 40-річчю заснування Чорногірського стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка (м. Львів, Ворохта, 3–5 листопада 2017 р.). Львів, 2017. С. 32-33

Особистий внесок здобувача: представлення результатів дешифрування космічних знімків Landsat-8, Sentinel-2, результатів використання програм польових досліджень ArcPad.

11. **Овчаренко А. Ю.** Дослідження ландшафтної структури національного природного парку «Слобожанський» за космічними знімками. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора

Г. П. Дубинського (м. Харків, 23-24 квітня 2015 року). Харків : ХНУ, 2015. С. 49-50

12. **Овчаренко А. Ю.** Картографування ландшафтів національного природного парку «Слобожанський» з метою їх збереження. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування* : матеріали IV Міжнар. наук. конф. молодих вчених (м. Харків, 03 – 04 грудня 2015 р.). Харків, 2015. С. 127-128

13. **Овчаренко А. Ю.** Картографування території НПП «Слобожанський» для проведення ландшафтного моніторингу. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 5-6 квітня 2017 року). Харків, 2017. С. 94-97

14. **Овчаренко А. Ю.** Можливості автоматизованої обробки інформації за допомогою ArcGis для потреб здійснення ландшафтного моніторингу території дослідження «ГІС-форум-2018» : зб. матеріалів конференції. Харків, 2018. Вип. 2. С. 62-67

15 **Овчаренко А. Ю.,** Залюбовська О. В. Можливості автоматизованої обробки інформації для потреб моніторингу і охорони ландшафтів з використанням космічних знімків на прикладі території НПП «Слобожанський». *Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони* : матеріали міжн. наук. сем. (м. Львів, 5-7 квітня 2018 р.). Львів, 2018. С. 271-275

Особистий внесок здобувача: представлення результатів дешифрування космічних знімків Landsat-8, Sentinel-2, прогнозування проведення подальшого моніторингу.

16. **Овчаренко А. Ю.** Укладання ландшафтною карти території НПП «Слобожанський» з використанням сучасних ГІС-технологій *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар.

наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків 13-14 квітня 2016 року). Харків, 2016. С. 127-129

17. **Овчаренко А. Ю.** Огляд досліджень індикативних об'єктів ландшафтного моніторингу з використанням даних ДЗЗ *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 11 квітня 2019 року). Харків, 2019. Вип. 12. С. 39-44

18. Черваньов І., **Овчаренко А.**, Залюбовська О. Створення «образів ландшафту» засобами ДЗЗ на прикладі території НПП «Слобожанський». *Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи* : матер. Всеукр. наук. семінару пам'яті проф. А. Мельника (м. Львів-Ворохта, 6-9 жовтня 2022 р.). Львів, 2022. С. 50-54

Особистий внесок здобувача: представлення результатів ландшафтного картографування території НПП з використанням ДЗЗ.

19. Chervanyov I., **Ovcharenko A.** Recognition of indicative landscape objects in protected areas by means of different remote sensing. *Global Journal of Ecology*. Vol. 6. No. 136. P. 001-002

Особистий внесок здобувача: обґрунтування вибору об'єктів ландшафтів для їх індикації.

20. Бодня О. В. Олійников І. А., **Овчаренко А. Ю.** Використання ГІС-технологій у ландшафтних дослідженнях. *ГІС та заповідні території* : матеріали наук.-метод. сем. (НПП «Слобожанський», 30 травня – 01 червня 2015 р.). Харків, 2016. С. 25-30

Особистий внесок здобувача: дешифрування космічних знімків Landsat-8, Sentinel-2 і обґрунтування результатів використання ГІС-технологій.

ЗМІСТ

ВСТУП	28
РОЗДІЛ 1. АПРІОРНИЙ АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ	37
1.1. Світові тенденції використання ландшафту як комплексного показника стану території	37
1.2. Досвід ландшафтного картографування охоронюваних територій з використанням дистанційних засобів та ГІС-технологій	44
1.3. Моніторинг ландшафтів за даними ДЗЗ та ГІС-технологій	50
1.4. Поняття ландшафтів-аналогів у ландшафтознавстві	59
Висновки до розділу 1	66
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАТУРНОГО ОБ'ЄКТУ	68
2.1. Основні риси території	68
2.2. Ландшафтна та компонентна структура і ознаки можливих індикаторів за попередніми дослідженнями і ландшафтним картографуванням	70
Висновки до розділу 2	76
РОЗДІЛ 3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТА МЕТОДИ ІНДИКАТИВНОГО ЛАНДШАФТНОГО МОНІТОРИНГУ	77
3.1. Обґрунтування поняття «індикативний ландшафтний моніторинг»	77
3.2. Парадигма, науковий об'єкт та предмет дослідження	81
3.3. Адаптована система методів ландшафтного моніторингу	82
3.3.1. Удосконалена комплексна (наземно-космічна) система для індикативного ландшафтного моніторингу.	82
3.3.2. Сучасна технологія великомасштабної польової зйомки	94
3.4. Доступні технологічні та апаратні засоби моніторингу	99

3.4.1. Можливості використання космічної інформації. Landsat 8, Sentinel-2, Planet Scope	99
3.4.2. Власний досвід ландшафтної інтерпретації геоданих	105
Висновки до розділу 3	106
РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИКАТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗ	108
4.1. Ландшафтна структура території дослідження	108
4.2. Попереднє визначення індикаторів структури і стану ландшафтів.	117
4.3. Аналіз змін контурів водних об'єктів	118
4.4. Оверлейний аналіз наявних картографічних матеріалів	119
4.5. Аналіз змін контурів рослинних угруповань	122
4.5.1. Проведення класифікації з використанням еталонних ділянок за даними космічного знімка Landsat-8	123
4.5.2. Проведення класифікації з використанням еталонних ділянок за даними космічного знімка Sentinel-2	137
4.5.3. Проведення класифікації з використанням еталонних ділянок за даними космічного знімка PlanetScore	141
4.6. Дослідження індикативних ландшафтних угруповань рівня фацій	144
Висновки до розділу 4	145
РОЗДІЛ 5. НАУКОВИЙ СИНТЕЗ: КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ Й ЗМІН ІНДИКАТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ	147
5.1. Укладання карт-гіпотез та створення образів ландшафтів. Засоби оптимізації структури та стану території за даними моніторингу	147

5.2. Встановлення обмежень застосування підходу, системи методів, фактичного матеріалу та оцінювання можливостей поширення результатів на інші НПП	151
5.3. Обрання перспективних натурних об'єктів	153
5.4. Алгоритм моніторингового прослідковування тренду змін через ландшафти-індикатори рівня фацій та простих урочищ	155
5.5. Ландшафтне планування природоохоронних територій	160
Висновки до розділу 5.	162
ВИСНОВКИ.....	163
Додаток А. СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ	187
Додаток Б. ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ	193

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГІС — географічні інформаційні системи

ДЗЗ — дистанційне зондування Землі

НПП — національний природний парк

НДР — науково-дослідна робота

ПЗФ — природно-заповідний фонд

ПТК — природно-територіальний комплекс

БПЛА — безпілотний літальний апарат

GPS — Global Positioning System

NDVI — Normalized Difference Vegetation Index

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В умовах сучасної господарської діяльності збільшується вплив на функціонування природного середовища, зокрема на ландшафти. Задля збереження природних компонентів та взаємозв'язків між ними створюють природоохоронні території різного ступеня.

Сучасні впливи господарської діяльності в межах природоохоронних територій особливо відчутні в національних природних парках, де на одній території поєднані природно-антропогенні та природні ландшафти.

Відслідковувати зміни ландшафтів традиційними методами не зручно через мінливість вегетативних аспектів рослинних угруповань у часі польових спостережень. Тому сучасні ландшафтні дослідження проводяться з використанням даних ДЗЗ (дистанційного зондування Землі). Розпізнання контурів за даними космічних знімків дозволяє швидко та оперативно отримувати інформацію про сучасний стан рослинних угруповань, яка є актуальною для дослідника. А створення бази даних дозволяє аналізувати та прогнозувати зміни ландшафтів з часом, використовуючи рослинність як ідентифікатор фаціальної структури.

Актуальність роботи полягає в необхідності розробки методів аналізу існуючого стану ландшафтної структури шляхом комплексної обробки даних наземних та космічних зйомок для визначення індикативних показників, прослідковування стану індикаторів та з метою прогнозування подальшої динаміки.

Значущість такого дослідження полягає у використанні ландшафтно-географічного методу укупі з високими інформаційними технологіями як одного з аспектів сприяння сталому розвитку на локальному рівні охоронюваного об'єкту національного природного парку (НПП) «Слобожанський», який, будучи нещодавно створеним, може бути індикатором прослідковування змін

заболочених територій, які потерпають від глобальних змін кліматичної системи через нестабільність водного дзеркала та пересиханням унікальних озер і боліт.

Пошук і запровадження індикаторів є ключовим завданням будь-якого моніторингу. Це завдання диктується складністю контролювання стану територій національних природних парків через те, що їх паспортні функції передбачають два види діяльності, які певною мірою є важко поєднуваними – заповідання цінних та відносно добре збережених природних ландшафтів, яке припускає переважно науково-дослідницьку діяльність та туристично-краєзнавчу роботу, осередком якої є більша частина території. Відомі з літератури позитивні приклади поєднання таких функцій свідчать про вдалий підбір і послідовне дотримання певних вимог (переважно обмежень), які контролюються через постійно діючий і ефективний моніторинг. В Україні позитивними прикладами такого вдалого поєднання функцій є Карпатський НПП [33, 123, 136], НПП «Гуцульщина» [150] та ін.

Отже, питання моніторингу стану й змін території вже визнане за важливе і показало практичну значущість. Його конституційовано у законодавчих і нормативно-правових документах України. Так, згідно статті 1 Закону України «Про природно-заповідний фонд України» передбачене «регулювання суспільних відносин щодо організації, охорони і використання територій та об'єктів природно-заповідного фонду, відтворення їх природних комплексів, управління у цій галузі» [1]. Згідно статті 20 передбачене «проведення наукових досліджень природних комплексів та їх змін в умовах рекреаційного використання, розробка наукових рекомендацій з питань охорони навколишнього природного середовища та ефективного використання природних ресурсів» [3].

Проте, у жодному з документів про статус НПП не йдеться про необхідність саме ландшафтного обґрунтування моніторингових досліджень як передумови визначення індикаторів стану території. Це завдання, першорядність

якого доведена науковими географічними дослідженнями, набуває тим більшого значення в умовах глобальних змін, які по-різному відбиваються на конкретних територіях відповідно до спроможності ландшафтів до саморегулювання й адаптації.

Територія НПП «Слобожанський» є перспективною у цьому відношенні, бо охоплює фрагменти усіх ландшафтних одиниць рівнинного Лівобережного Лісостепу України у поєднанні з інтразональними долинно-терасовими ландшафтами долини річки Мерла – лівої притоки Ворскли. З самого початку утворення цього науково-господарського об'єкту вченими географами, ґрунтознавцями, біологами та екологами Харківського національного університету було розпочато і здійснюється до цього часу його науковий супровід (О. Залюбовська, О. Сінна, Н. Бруснецова, А. Шумілова, О. Баришніков та ін.). Зокрема, укладено унікальну за своєю детальністю й інноваційним рівнем ландшафтну карту, відпрацьовано методика зйомки й картографування [18, 19, 67, 68], у тому числі силами наукового аспірантсько-студентського загону, де уперше було запроваджено використання смартфонів для прив'язування об'єктів моніторингу. Ці заходи дали змогу не лише задіяти у науковій роботі колективу НПП новітні наукові підходи, але й використати їх для забезпечення належного рівня просвітницько-краєзнавчої роботи, яка є одним із завдань НПП.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконане в аспірантурі на кафедрі фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна в рамках Угоди про співпрацю між національним природним парком «Слобожанським» та Харківським національним університетом імені В. Н. Каразіна; в рамках науково-дослідницької теми за координаційним планом Міністерства освіти і науки України «Розробка моделі територіальної організації Придонецького природного регіону на основі дистанційних методів та ГІС-технологій» (номер державної реєстрації 0113U002427) (2014 р.).

В рамках практичного використання результатів дослідження було взято участь в госпдоговірній НДР №20-20 «Уточнення індикативних ландшафтних об'єктів із використанням методів польових досліджень і геопозиціонування (на прикладі національного природного парку «Слобожанський»)» (сума - 10 тис. грн, термін реалізації - 31.10.2020-31.05.2021, замовник - ПФ «Геоком»), І. Черваньов — керівник, А. Овчаренко — відповідальний виконавець; держбюджетній НДР (без оплати) «Конструктивно-географічне та картографічне обґрунтування визначення меж територій природно-заповідного фонду (ПЗФ) в умовах земельної реформи України», 2020-2021 р.р. (А.Овчаренко - виконавець); госпдоговірній НДР № 09-19 - «ГІС-моделювання рельєфу дна річки Сіверський Донець у районі села Гайдари (Зміївський Район Харківської області)» (Замовник - ПФ «Геоком», 10 тис. грн, 2019 р. Керівник — О. Сінна), А. Овчаренко - виконавець. Взято участь у наукових дослідженнях національних природних парків Харківської області (за результатами надання щорічної звітності кафедра отримує можливість безкоштовного використання програмних продуктів ArcGIS за програмою ESRI Conservation).

Мета і завдання дослідження. *Метою* дослідження є визначення індикативних ландшафтних об'єктів НПП для умов Лівобережного Лісостепу, побудованих на комплексному застосуванні ключових наземних спостережень та індикації на космічних знімках, вибір оптимальних методів їх обробки для укладання бази даних ландшафтної структури фацій на досліджуваній території для ландшафтного моніторингу.

Задля виконання поставленої мети було сформульовано наступні **завдання:**

1. Укладання й апробація комплексу експериментальних досліджень в системному поєднанні наземних зйомок та сучасних геоінформаційних технологій обробки ДЗЗ стосовно до ландшафтних умов Лівобережного Лісостепу.

2. Визначення індикативних об'єктів, прослідковування їх динаміки й самоорганізації в умовах регіонального кліматичного тренду та антропогенного тиску.
3. Укладання карти-гіпотези досліджуваної території та ревізії виділених контурів на місцевості на основі комплексу досліджень.
4. Порівняльний аналіз придатності для індикативного аналізу космічних знімків Landsat 8, Sentinel-2 та Planet Scope.
5. Науковий синтез: картографування, комплексне оцінювання та визначення шляхів оптимізації структури та стану території за даними ландшафтного моніторингу.
6. Встановлення обмежень застосування підходу, системи методів та фактичного матеріалу дистанційних сканувань і ГІС-технологій

Натурним об'єктом дослідження є територія НПП «Слобожанський» - типова для провінції Лівобережного Лісостепу України. **Науковим об'єктом** є ландшафтна структура території на рівні фацій.

Предметом дослідження є індикативні ландшафтні об'єкти рівня фацій, які можливо застосувати для моніторингу негативних трендів ландшафтної структури та стану найбільш вразливих локацій.

Методи дослідження. У роботі використанні такі *методи дослідження*: аналізу, синтезу, узагальнення, порівняльно географічний метод обробки даних космічного моніторингу, геоінформаційний, картографічний, удосконалений за рахунок ДЗЗ великомасштабної ландшафтної польової методи досліджень.

Метод аналізу дозволив порівняти відомі методики ландшафтних досліджень з використанням космічних знімків, визначивши метод обробки, обравши найбільш результативний стосовно до характеру ландшафтної структури.

Метод обробки даних космічного моніторингу та геоінформаційний метод (використано програмні продукти ArcGIS, QGis, SAGA, ENVI) забезпечив вибір,

розпізнавання та характеристику станів та динаміки (протягом 5-річного періоду) ландшафтних індикаторів, а геоінформаційно-картографічний – візуалізувати й просторово інтерпретувати отримані дані.

Уточнений на основі сучасних технологій метод ландшафтних польових досліджень застосований для уточнення на ключових ділянках результатів обробки цифрових геоданих.

Вихідними матеріалами для виконання роботи є:

- великомасштабна ландшафтна карта НПП «Слобожанський» рівня урочищ (укладена попередньо за участі автора);
- геодані космічних знімків Sentinel-2, Planet Scope у цифровому поданні;
- польовий фактичний матеріал.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

Вперше:

- розроблено поняття індикативного ландшафтного моніторингу на фаціальному рівні розгляду й запропоновано алгоритм його реалізації шляхом наземно-космічної зйомки;
- опрацьовано концепцію і визначено методологію визначення й ідентифікації індикативних ландшафтних об'єктів шляхом комплексного аналізу космічних геоданих різної фізичної природи (спектральні діапазони видимих й інфрачервоних довжин хвиль та різної роздільної здатності) у поєднанні з прецизійною ландшафтною зйомкою на ключових об'єктах (з використання GPS і додатку до смартфонів NextGis, ArcPad, ArcGis for Windows Mobile);
- досліджено індикативні об'єкти та способи їх ідентифікації на території шляхом спеціальної обробки даних програмами розпізнавання без навчання й з навчанням;
- обґрунтовано вибір і детально досліджено методи обробки космічних знімків Landsat 8, Sentinel-2, Planet Scope: порівняльний вибір діапазонів і

роздільної здатності, індикативних за своїми властивостями й дослідницькими можливостями для різних територій, комплексне диференційоване використання названих матеріалів;

- застосовано удосконалену методику укладання ландшафтної карти-гіпотези (дистанційно, з автоматичним розпізнаванням з використанням оверлейного аналізу за рельєфом, наявністю водно-болотних локацій і станом рослинних угруповань);

Удосконалено:

- методику ландшафтного картографування (рівня фацій) та укладання бази даних різночасових зйомок для простежування змін протягом досліджуваного періоду.

Отримали подальший розвиток:

- методичні засади ландшафтознавчих досліджень природоохоронних територій з використанням космічних геоданих безпосередньо у польовій ландшафтній зйомці.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи впроваджено: в науково-дослідну роботу відділів науки та освіти і рекреації національного природного парку «Слобожанський».

Результати роботи частково впроваджено в науково-дослідну роботу відділів науки та освіти і рекреації національного природного парку «Слобожанський», а також в навчальний процес дисциплін «Інвайронментальний менеджмент», «Основи геоєкології» та «Геосистемний моніторинг» і науково-методичне забезпечення навчальної професійно-орієнтованої практики студентів факультету ГГРТ ХНУ імені В. Н. Каразіна.

Протягом 2020-2021 рр. окремі аспекти були апробовані в науково-дослідній роботі, разом із доц., к. г. н. Сінною О. І. під керівництвом проф., д.т.н. Черваньова І. Г. «Уточнення індикативних ландшафтних об'єктів із

використанням методів польових досліджень і геопозиціювання (на прикладі національного природного парку «Слобожанський»)).

Результати роботи включено до Літописів природи НПП «Слобожанський» (2018-2021).

Особистий внесок. Усі наукові результати, описані в роботі, були отримані автором під час польових навчальних практик студентів та самостійно протягом 2015-2018 років під керівництвом доцента, кандидата географічних наук О. В. Залюбовської, а протягом 2019-2020 років – під власним керівництвом науковими загонами студентів під час польової частини навчальної професійно-орієнтована практики студентів кафедри.

Апробація результатів. Основні результати дослідження надруковані у спільних статтях у співавторстві з керівником дисертації у виданнях, що реферуються «Scopus» та «Web of Science»: «Український географічний журнал». Вип. 1 (101), 2019; «Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія геологія, географія, екологія». Вип. 47, 2017., Вип. 49, 2018, Вип. 53, 2020.

Результати роботи опубліковано у виданнях, що включені до переліку фахових видань України з присвоєнням категорії «Б»: збірниках наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти та картографії» (Харків, 2015, 2016, 2020).

Наукові результати дослідження та практичні рекомендації обговорювались на 17 наукових конференціях міжнародного, національного та регіонального рівнів, зокрема: II International Scientific Conference Landscape Dimensions of Sustainable Development: Science – Cartogis - Planning – Governance (Тбілісі, Грузія, 2022); Міжнародному науково-практичному семінарі «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії» (Харків, 2015-2018, 2023); Міжнародній науковій конференції студентів та аспірантів «Географічні дослідження: історія, сучасність, перспективи», присвяченій пам'яті проф.

Г. П. Дубинського (Харків, 2015-2020); Міжнародному науковому семінарі «Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони» (Львів, 2018); Науково-методичних семінарах «ГІС та заповідні території» (НПП «Слобожанський», Харківська область, 2015-2017); ГІС-форумі «Освіта. Наука. Виробництво» (Харків, 2017-2018); Польовій літній школі гірського ландшафтознавства (Чорногірський географічний стаціонар ЛНУ імені Івана Франка, 2015); науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, 2015), міжнародному науковому семінарі, присвяченому 40-річчю Чорногірського географічного стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка» (Львів, 2017).

Розробки матеріалів дослідження ландшафтів НПП «Слобожанський» були представлені на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт (м. Мелітополь, 2016), робота отримала нагороду в номінації «За використання новітніх технологій».

Обсяг і структура. Робота складається з вступу, п'ятих розділів, висновків, двох додатків. Загалом робота налічує 194 сторінки, містить 3 таблиці, 74 ілюстрації (серед них 58 оригінальних), у тому числі 13 карт.

РОЗДІЛ 1. АПРІОРНИЙ АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ

1.1. Світові тенденції використання ландшафту як комплексного показника стану території

Оцінювання стану території та прослідковування тенденцій ландшафтних змін є традиційним для фізичної географії науковим підходом [108]. Ландшафтознавчі дослідження – довготривалий процес, який включає польові та камеральні роботи групи дослідників на чолі з ландшафтознавцями. Загально визнано, що фундаментальні основи ландшафтознавства у класичному поданні були закладені в Україні К. Геренчуком, О. Мариничем, Г. Міллером, П. Шищенком [26, 64, 114]. Стосовно до новітньої геоекології, їх розроблено І. Кругловим у концепції трансдисциплінарної геоекології (2021). Цим відомим вченим показано, по-новому для вітчизняної геоекології, її місце як обіймаючої галузі актуального знання про довкілля, спираючись на європейський досвід та його власні попередні публікації [47-52, 139].

Саме поняття моніторингу ландшафтів як способу дослідження систематичного, за певною наперед узгодженою програмою й належною технічною підтримкою до цього часу не є остаточно визначеним. Наприкінці індустріальної ери увага науковців і природоохоронних служб була зосереджена на виявленні, прослідкуванні й оцінюванні впливу на довкілля різних форм природокористування [111]. У всьому світі були запроваджені системи ЕІА (Environment Impact Assessment), SEA (Strategical Environ Assessment). Перша визначала оцінювання впливу на середовище певних об'єктів, передбачених директивно, друга – стан середовища певної території. Протягом майже 25 років вони відомі в Україні, хоча й не мають директивного значення як на Заході. Проте, ці оцінювальні системи не передбачають ніякого іншого моніторингу ніж технічний, тобто (проте, відповідно до назви) обмежуючись поняттями «забруднення», «допустимі концентрації», як це має місце і в директивній

національній системі ОВНС [26]. Остання теж прийшла в Україну зі США за часів командно-адміністративного підходу до природоохорони (за часів СРСР), який потребував нормативного визначення екологічного стану. Такий же нормативний підхід передбачено натеper з 1997 р. міжнародним стандартом ЕС 14000, моніторингова частина якого імплементована в Україні у вигляді ДСТУ ЕС 14001-97 «Моніторинг довкілля» [44].

Проте, вже наприкінці 90-х рр. ХХ ст. в Україні та деяких країнах Східної Європи з'явилися наукові дослідження й методичні розробки стосовно ландшафтного моніторингу (П. Шищенко, Г. Швєбс, 1988; Г. Міллер, 1996; В. Боков, 1992, Т. Бобра і О. Личак, 2003) та ландшафтного обґрунтування моніторингу (Г. Швєбс, 1993, І. Волошин, 1998). Цими дослідженнями й розробками було закладено фундамент наукового обґрунтування моніторингових досліджень, які було покладено і в основу національного екологічного моніторингу [161].

Стрімка зміна технічної забезпеченості та достовірності моніторингових досліджень відбулася завдяки стрімкому розвитку дистанційних методів та розробці загально доступних інформаційних ГІС-платформ та методів автоматичної обробки геоінформації. Революціонізує значення мало оприлюднення у відкритих джерелах оглядової цифрової інформації сканування земних покривів у різних діапазонах відбиття й випромінювання, що дало можливість докорінно змінити методологію й способи реалізації моніторингу [118, 128, 129, 130, 132, 140, 146].

Моніторинг ландшафтів натеper розглядають як інформаційну систему, яка включає дослідження (спостереження), оцінку і прогнозування стану природних і природно-антропогенних ландшафтів, яка мусить базуватися на комплексному аналізі та оцінюванні сучасних ландшафтів і складатися з таких базових блоків досліджень [93, 94, 126]:

- 1) ретроспективного моніторингу етапів освоєння та зміни природних комплексів та структури ландшафтів;
- 2) комплексного вивчення режиму функціонування і динаміки природного середовища в умовах існуючого антропогенного навантаження;
- 3) географо-геоекологічної оцінки сучасних ландшафтів;
- 4) розроблення технології спряженого картографо-екологічного та дистанційного (аерокосмічного) моніторингу ландшафтів.

Для природоохоронних територій проведення моніторингу ландшафтів є однією із першочергових умов виконання для прийняття в подальшому управлінських рішень [22].

Він дозволяє отримати високоточні дані спостережень досліджуваних ландшафтів чи окремих природних компонентів, забезпечуючи своєчасний збір, контроль, оцінку і візуалізацію даних [23].

Реалізація положень «Європейської ландшафтної конвенції» й адаптація законодавства України до законодавства Європейського Союзу потребує врегулювання правових та організаційних засад охорони ландшафтів, визначення інструментів узгоджених дій у сфері ландшафтного планування, організації, регулювання, моніторингу, обліку та контролю стану ландшафтів на державному, регіональному, місцевому рівнях [2].

При цьому мають бути враховані інтереси соціально-економічного розвитку з одночасною мінімізацією антропогенного навантаження на ландшафти. На сьогодні ці питання залишаються неврегульованими.

Саме поняття ландшафтного моніторингу не часто вживане. В законодавчо-нормативній базі України визнано екологічний моніторинг довкілля. Положенням визначаються особливості його проведення на території природоохоронних об'єктів. Втім, екологічний моніторинг мусить підсилюватися прискіпливим (особливо щодо ключових об'єктів) вивченням, систематизацією й оцінкою ландшафтів, засади якого визначені стосовно

спочатку Дворічанського, а потім Слобожанського НПП [56, 58, 59, 79, 98, 99, 122].

Моніторинг земель був затверджений Постановою Кабінетів Міністрів від 20 серпня 1993 року. Крім того, згідно з Законом України про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки” передбачено проведення моніторингу стану екологічної мережі. Він має бути системою спостережень за змінами компонентів довкілля в межах екологічної мережі з метою своєчасного виявлення негативних тенденцій у їх стані, оцінки можливих наслідків таких змін, прогнозування, запобігання негативним процесам, ліквідації їх наслідків [1].

В Україні вирізняють три види моніторингу. Спостереження в окремих пунктах, які створюють єдину інформаційно-технологічну мережу дозволяють здійснювати управлінські рішення на всіх рівнях завдяки загальному (стандартному) моніторингу. При виникненні якоїсь катастрофи чи з метою попередження та запобігання несприятливих ситуацій в районах підвищеного екологічного ризику встановлюють мережу пунктів спостереження завдяки проведенню оперативного (кризового) моніторингу. Окремі високоточні спостереження ландшафту або окремих компонентів здійснюється за допомогою фонового (наукового) моніторингу. Він проводиться у природних та біосферних заповідниках і на інших природоохоронних територіях.

В Україні сприятливі умови для проведення геоекологічного моніторингу. Зокрема, є наявною нормативно-правова база. Постановою Кабінету Міністрів було затверджене «Положення про державну систему моніторингу довкілля», яке визначає порядок створення та функціонування Державної служби моніторингу довкілля (1998) [1]. Існує ціла система установ, які займаються збором фактичного й інформаційного матеріалу, аналізом, зберіганням і поширенням даних щодо стану навколишнього середовища. В подальшому ці дані дозволяють

спрогнозувати зміни, які можуть виникнути та прийняти вірні рішення щодо регулювання цього процесу (рис. 1.1).

Система державного моніторингу довкілля контролює об'єкти трьох масштабних рівнів [1]:

- 1) локального — територію окремих об'єктів (підприємств, міст, ландшафтів та їх складових);
- 2) регіонального — територію економічних і природних регіонів та адміністративно-територіальних одиниць;
- 3) національного — територію країни загалом.



Рис.1.1. Узагальнена структура моніторингу навколишнього природного середовища [160]

Моніторинг природного середовища проводиться для окремих природних об'єктів, для окремої геосфери (літосфери, педосфери, атмосфери, гідросфери, біосфери), для природних ресурсів та для природних комплексів. Для спостереження за станом природних ландшафтів, а саме фацій, урочищ, ландшафтів проводять геосистемний моніторинг. Існують також динамічний моніторинг, інгредієнтний, тобто види моніторингу антропогенних забруднень [44, 54, 62].

В Україні тестові ділянки проведення моніторингу мають характеризувати зональні і регіональні природні особливості загалом території спостереження, а також відповідати основним ландшафтам і забезпечувати репрезентативність спостережень [50, 109].

Загалом наше дослідження стосується ландшафтного моніторингу, аналізування результатів проведення якого дозволяє визначити індикативні ландшафтні об'єкти природоохоронних територій. Дослідниками кафедри фізичної географії та картографії Харківського національного університету було розроблено й експериментально доведено, за участі здобувачки, дієвість поєднання традиційних польових зйомок (проте, оновлених за рахунок використання новітніх засобів прив'язки точок спостереження фацій) з дистанційними скануваннями у різних масштабах та подальшого автоматичного розпізнавання та використання діалогових технологій навчання системи розпізнаванню образів визначених класифікаційних одиниць ландшафтних об'єктів [16-21, 24, 68-76, 112, 121, 144, 153] та складання за цією інноваційною методикою великомасштабних ландшафтних карт, причому найдетальніша з них — рівня фацій — уперше складено безпосередньо у такий спосіб [20, 110, 144] і захищається у даній дисертаційній роботі.

Зважаючи на те, що тема дослідження охоплює декілька предметних галузей сучасних географічних досліджень, авторкою було визначено наступні напрями аналітичного огляду: [73] сучасне бачення ландшафту в аспекті

сучасного стану географії; ландшафтне картографування з використанням дистанційних засобів (ДЗЗ) та ГІС-технологій; пошук індикаторів структури і стану ландшафтів; моніторинг ландшафтів безпосередньо за даними ДЗЗ та ГІС-технологій.

Сучасний стан та зміни, що відбуваються з ландшафтами природоохоронних територій останнім часом, потребують особливої уваги та прискіпливого оцінювання стану. Відсутність системного комплексного моніторингу призводить до трансформації, а іноді й до повної деградації унікальних і цінних з природоохоронної точки зору територій. Деколи їх відновлення після неконтрольованого втручання стає неможливим. Український парламент ратифікував (2005) «Європейську ландшафтну конвенцію», якою передбачаються подальші кроки забезпечення її впровадження на рівні держави.

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. Гродзинському, Г. Денисику, І. Круглову, А. Мельнику, Л. Руденку, В. Петліну та ін. Деякі з досліджень згаданих вчених присвячені безпосередньо ландшафтам у межах природоохоронних територій [30-32, 35, 36, 47-52, 84-86, 93-97]. Зокрема, когортою дослідників під керівництвом Л. Руденка повсякчас проводяться дослідження щодо розвитку і організації природно-заповідної мережі сучасної території України [95, 96].

Чимало робіт вітчизняних ландшафтознавців присвячено вивченню антропогенних трансформаційних процесів ландшафтних комплексів, в тому числі і просторово-часовим змінам компонентів ландшафту, в залежності від ступеня їх варіативності [37, 90, 91, 104-106]. Новий погляд щодо визначення значного переліку функцій ландшафту та узагальнення різних інтерпретацій ландшафту як географічного феномену, також елемента культури та продуцента

екосистемних послуг людині обґрунтовано М. Гродзинським [31]. У цій роботі показано, що розвиток поглядів на ландшафт за тривалий історичний періоду 5 століть пережив декілька епох: споглядальну, фізикалістську (від Гумбольдта до середини 20 ст.), ландшафтно-перцепційну (паралельно з фізикалістською, проте в інших регіонах і певних верствах населення), нарешті, сучасну поліцентричну яка репрезентується згаданою концепцією трансдисциплінарної геоєкології І. Круглова [50]. Ми вважаємо, що такі аспекти проблеми довкілля, які розкривають ландшафтна екологія, оцінки довкілля для різних видів природокористування, зокрема, як нематеріального ресурсу, у поєднанні з різноманітними інтерпретаціями щодо задоволення нематеріальних потреб людей є сучасними й перспективними спрямуваннями конструктивної географії.

1.2. Досвід ландшафтного картографування охоронюваних територій з використанням дистанційних засобів та ГІС-технологій

Особливістю ландшафтного дослідження територій національних природних парків для управління природокористуванням є нагальна потреба у створенні високотехнологічного документа – бази геоданих та методів обробки, які б забезпечували науково-методичну підтримку циклу завдань від структурно-функціональної ідентифікації природно-територіальних комплексів (ПТК) аж до ландшафтного планування території і оперативного управління процесами її рекреаційного освоєння [57, 58, 60]. Сукупність таких завдань слід вирішувати, щоб запобігти ризикам нанесення шкоди корінним природним ландшафтам – основним осередкам природоохоронного каркасу НПП. Поєднати такі різнопланові завдання неможливо без залучення дистанційної інформації разом із високими ГІС-технологіями обробки геоданих, що забезпечують одночасно належний рівень ґрунтовності, з одного боку, і потреби оперативного втручання у процеси рекреаційного освоєння території, з іншого. Ці два завдання є базовими вимогами управління діяльністю НПП [23, 144]. Заради цього, і ландшафтна карта

мусить бути такою, щоб її можна було оперативно відтворювати, уточнюючи ситуативні зміни, і водночас використовувати для забезпечення низки потреб, які формулюються відділами науки НПП та завданнями рекреаційно-пізнавального менеджменту. Ця задача досі у такому сенсі не вирішувалась, тому не має ані наукового обґрунтування, ані методичного забезпечення.

У регіонах України дослідження і картографування об'єктів ПЗФ було розпочато ще у 80-х рр. минулого століття у межах академічної програми «Рациональне використання природних ресурсів і охорони природи», до виконання якої було залучено практично усі географічні школи України. Це, зокрема, дослідження Київської ландшафтно-географічної школи – найпотужнішої в Україні, яка має давні традиції (від О. Маринича, О. Ланька, щодо палеоландшафтів – М. Веклича та його численних учнів). Натепер відомі фундаментальні праці М. Гродзинського, В. Гриневецького, О. Петренка, колективні роботи вчених Інституту географії НАН України під методологічним керівництвом академіка Л. Руденка з середньомасштабного ландшафтно-екологічного картографування території України з використанням засобів ДЗЗ та величезний обсяг ландшафтної зйомки у великому масштабі на території 30-кілометрової Чорнобильської зони, які очолював В. Давидчук [30-32, 34, 97].

Великий внесок у розв'язання проблем ландшафтного картографування, особливо щодо гірських територій, належить Львівській ландшафтно-картографічній школі, яку закладено проф. К. Геренчуком [26]. Це численні дослідження і розробки Г. Байрак, І. Ковальчука, І. Круглова, А. Мельника, Г. Міллера та ін. [11, 46-52, 64, 78, 135, 139, 141, 156].

Значний внесок в розробку проблеми ландшафтної зйомки й картографування і застосування на основі методики створення карти «Екологічні земельні одиниці світу» асоціацією американських географів, Геологічною службою США, компанією ESRI та «The Group on Earth Observation» науковці ландшафтознавчого відділу НАН України уклали карту

степових ландшафтів України для практичного використання з метою досягнення природоохоронних цілей [5, 6, 28, 93, 94, 97].

Поза межами України такий комплексний підхід до картографування об'єктів ПЗФ здавна відомий у країнах Балтії. Безпосередньо тематики дисертації стосуються дослідження й публікації естонських вчених відомої школи Тартуського університету Ю. Мандера, Ю. Ягом'ягі, недавня дисертаційна робота О. Карасьова [132], дослідження для якої було розпочато на нашій кафедрі.

Особливо вагомими є теоретичні здобутки й результати природоохоронно-екологічного картографування у роботах В. Пересадько [82-84] та Л. Руденка [93-96], також досвід картографування, визначення структури ландшафтних одиниць, оцінювання й планування територій НПП (на прикладі Лахемааського НПП Естонії); запровадження Ю. Мандером концепції екотонізації і досвід О. Карасьова щодо картографування у національних парках Португалії та Естонії у аспектах нематеріального природокористування) [45, 129- 132].

Натомість, лише у Харківській університетській географічній школі було розроблено і апробовано по відношенню до об'єктів ПЗФ регіону Лівобережної України засоби комплексної ландшафтної зйомки з послідовним використанням ДЗЗ для проектування декількох НПП і регіональних ландшафтних парків у дисертаційних дослідженнях і численних друкованих працях О. Залюбовської (Бодні), А. Шумілової, Є. Вариводи, С. Ігнат'єва, О. Сінної, декількох студентських дослідженнях Ю. Бурдун та ін. [20, 21, 39, 40, 81, 93, 94, 106, 115]. Такі та схожі роботи натеper є 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.) [16-21, 45, 68-76, 122, 129-132, 144, 153]. Це свідчить про обґрунтованість і продуктивність наукового напрямку та високий рівень студентських наставників.

В сучасних умовах швидкої змінності окремих компонентів ландшафтів, необхідним є застосування сучасних методик обробки даних і їх аналізу на основі використання ГС-технологій і даних дистанційного зондування Землі. У цих напрямках досліджень і розробок вітчизняні дослідники простують у когорті світового співтовариства географів, екологів, геотехнологів та представників інших споріднених галузей знання [77, 87, 100, 116, 123, 120, 125, 145].

Попередні дослідження території. Територія НПП «Слобожанський» належить до Лівобережного Лісостепу України. Її типологічною особливістю, пов'язаною з долинно-річковими ландшафтами заплави, є наявність субаквальних ландшафтів боліт та озер, типових переважно для Полісся. В Україні інформація про стан боліт несистематизована, носить епізодичний характер досліджень. Зокрема, водно-болотні комплекси Українського Полісся ґрунтовно вивчено В. Ільїним [41]. У роботі О. Ільїної [42, 43] висвітлено їх еколого-географічний аналіз. За результатами цих досліджень було виявлено, що просторове поширення, генезис, природно-ресурсний потенціал, використання водно-болотних геосистем мають важливе значення для раціонального використання природних ресурсів Волині, їх заповідання та охорони.

Теоретичне обґрунтування практичних заходів, що впливають на стан болотних екосистем, використовується для вирішення природоохоронних проблем, зокрема для збереження ландшафтного та біотичного різноманіття водно-болотних угідь [55]. Встановлено, що для території Волинських боліт необхідна оцінка станів і тенденцій змін всіх гідроморфних ландшафтів. Ландшафтний моніторинг в подібних дослідженнях може виступати як метод збору необхідної інформації для оцінювання станів та в подальшому прийняття управлінських рішень чи здійснення ландшафтного планування території.

Технічні основи картографування значно залежать від типу даних, які використовуємо для дистанційного вивчення території та її площі, обґрунтування

методів представлено в роботах Стаканльє, Нертана, Тоуліуса, Спілотоулоса [153].

Ландшафтні карти великого масштабу (структурно — на рівні урочищ) створено О. Боднею, О. Сінною за участю здобувачки та співробітників наукового відділу адміністрації НПП «Слобожанський» протягом 2013- 2022 рр. [18-20, 68-70, 76, 121, 144, 153]. Їх було використано у власному науковому дослідженні за темою дисертації як її підгрунття, що буде обґрунтоване далі.

Аналіз відомих проектів ландшафтного моніторингу для природоохоронних територій визначає необхідність застосування ГІС-технологій для створення геоінформаційної бази та на основі обробки даних ДЗЗ і польових ландшафтних досліджень постійно її оновлювати [8, 9]. Для отримання кращих результатів доречно вивчати невелику за площею територію, на якій змінюються ландшафти, або ж документувати зміну станів одного із компонентів.

Використання даних дистанційного зондування Землі задля здійснення ландшафтознавчих досліджень стало необхідною умовою і вже знайшло відображення у серії складених та уточнених ландшафтних карт, поліпшенні тематичної інтерпретації геологічних, гідрогеологічних, ґрунтових, біогеографічних та інших явищ, встановленні їхніх інформаційних ознак на зображеннях та оцінці їхніх декодувальних можливостей та обмежень, способах опису зображень та сформованих дешифрувальних каталогів, створених різноманітних моделях ландшафтних явищ та методиці оцінки їхньої достовірності й ефективності, теорії та методах комп'ютерного ландшафтного опрацювання зображень тощо [38, 46, 67, 81, 102, 117, 142]. У таблиці 1 показано деякі системи сканування території, придатні для застосовування із згаданою метою, які було апробовано або використано у дисертаційному дослідженні. Оригінальна таблиця не перекладалася, через відсутність потреби.

Таблиця 1

Сканувальні системи, їх сенсори та призначення геоданих [153]

Spatial scale	Sensors used	Method of mapping
local	Landsat TM/ETM+, SPOT, LISS, ASTER, AWiFS, CBERS, THEOS	Photo interpretation, Image arithmetic, Image classification, segmentation, image fusion
regional	Landsat TM/ETM+, MODIS, MERIS, AVHRR, SPOT VGT	Times-series analysis, Supervised/unsupervised classification, masking
continental	Landsat TM/ETM+, MODIS, MERIS, AVHRR, SPOT VGT	Times-series analysis with other ancillary data, data fusion
global	MODIS, MERIS, AVHRR, SPOT VGT	Unsupervised clustering, machine learning algorithms applied to timeseries data, also employ other ancillary data (statistic, ground truth data...)

Це можливе завдяки ГІС-обробці отриманих даних. Однією з вагомих можливостей, що їх надають ГІС-технології, є багат шарова архітектура просторової інформації, яку формують з окремих інформаційних шарів різного інформативного наповнення, які визначаються попередньо залежно від характеру поставленої задачі та наявних даних. У ролі таких інформаційних шарів можуть виступати растрові картографічні матеріали (топографічні та вхідні тематичні карти), матеріали аерокосмічного знімання, а також створені на їх основі вихідні тематичні карти, цифрові моделі місцевості та дані GPS-знімання [133, 134, 136, 143, 149, 151, 152, 155, 157]. Комбіноване використання цих матеріалів, разом із комп'ютерною ландшафтною картою та програмно-апаратними засобами ГІС виводить процес ландшафтного картографування і подальшого комплексного прикладного ландшафтного аналізу на якісно новий рівень [2].

Обробка космічних знімків посідає одне з центральних місць у цій частині досліджень. Основними перевагами використання ДЗЗ для укладання карт є актуальність даних на момент дослідження, висока точність визначення меж об'єктів, більш високий коефіцієнт об'єктивності виділення об'єктів і віднесення об'єкта до певного таксону. Крім цього використання ДЗЗ дозволяє скоротити обсяг наземних досліджень, і таким чином скоротити терміни дослідження. Явним плюсом щодо застосування технологій автоматичного дешифрування ДЗЗ

є довідність одержуваних результатів картування. Дешифрування космічних знімків у дослідженні використовувалось для отримання геоданих щодо просторової структури ландшафту через аналіз рослинності – найбільш фізіономічного компоненту природного ландшафту [12].

1.3. Моніторинг ландшафтів за даними ДЗЗ та ГІС-технологій

За останні 45 років просторове та спектральне розширення космічних знімків значно збільшилося. Системи аерофотозйомки поліпшилися і були удосконалені дуже високим просторовим розширенням (1 м) космічних знімків і гіперспектральним функціоналом. У співтоваристві наук про Землю дистанційне зондування стало важливим інструментом для картографування і проведення моніторингу ландшафтів земної поверхні від глобального до місцевого рівнів [8, 11, 15].

Потенціал використання даних дистанційного зондування Землі в ландшафтознавчих дослідженнях представлено в одній із статей І. Дронової, в якій авторка наголошує на перспективі обробки космічних знімків для проведення аналітичних розрахунків соціального розвитку урбанізаційних територій, протетаку ж роль такі дані відіграють і у вивченні природних та природно-антропогенних ландшафтів [18].

Ландшафтний моніторинг часто прирівнюють до створення інформаційної бази геоданих, який характеризується описовим характером спостережуваних ландшафтних угруповань. Проте, створення баз даних є лише необхідною умовою обґрунтованого виконання моніторингових оцінок. У ній має міститися інформація про ландшафт і його характеристики у цілому за типами ПТК, а також окремо по кожному компоненту, та зазначено особливості функціонування. Візуалізація отриманого масиву даних можлива при використанні програмного забезпечення ГІС [18]. Окремо слід сказати про високозначущі моніторингові дослідження в Чорнобильській зоні відчуження, де чи не вперше в Україні

запропоновано і випробувано методику укладання ландшафтної карти засобами ГІС, яка дозволяла мультимасштабно візуалізувати радіоактивну ситуацію у залежності від ландшафтної структури на певні часові періоди, та деякі її зміни як наслідків катастрофи [34]. Ці дослідження і розробки що далі набувають усе більшої ваги у зв'язку з проектуванням використання Чорнобильської зони. Оскільки наше дослідження спирається на моніторинг водно-болотних угідь, окреме значення для нас мають дослідження О. Ільїною [42, 43] обширного масиву інформації на теренах Українського Полісся, про які йшлося у попередньому параграфі.

Методичні аспекти дослідження аквально-ландшафтних комплексів в межах НПП «Нижньосульський» представлені в роботах В. Щербака, А. Сплодитель [103]. Гідрологічні об'єкти як самостійні ландшафтні одиниці розглядали Ф. Мільков, Г. Денисик, Г. Хаєцький, Л. Стефанков, К. Позаченюк [35, 36].

Так як наша територія дослідження охоплює лісостепову зону з переважанням лісів в заплаві річки Мерла, цікавими є виявлення ландшафтної структури лісових масивів за допомогою визначення індексів через характеристики спектральних каналів космознімків [63].

Технологічні особливості проведення гідроморфологічного моніторингу озер представлено в роботах Є. Василенка, О. Кошкіна, Т. Маслова [88, 91].

Особливості гідрологічних змін об'єктів в межах природно-заповідного фонду, проведення моніторингу та картографічне моделювання гідрологічних ландшафтів висвітлено в роботах І. Ковальчука [46, 135, 141, 156].

Оптимальне співіснування ведення господарської діяльності та нормального розвитку природних ландшафтів на одній території постає однією із проблем сьогодення. Виходячи з цього, програмами створення НПП передбачаються ландшафтно-екологічне обґрунтування проектування і моніторинг природокористування [90, 101, 107, 159, 162, 164].

Для потреб управління ландшафтами природоохоронних територій важливо керуватися нормативно-правовою базою державного законодавства щодо проведення моніторингу, у поєднанні з можливостями органів місцевого самоврядування укупі з адміністрацією природоохоронного об'єкту самостійно вирішувати проблеми оптимального вирішення існуючих проблем та вдосконалення складових ландшафтної політики, проте, в межах положень паспорту НПП.

Ландшафтний моніторинг надає певні можливості дозволяє оцінити біорізноманіття, відповідність окремих компонентів і ландшафтних угруповань їх нормальному функціонуванню, регулярно слідкувати за станом ландшафтів, які знаходяться під особливим статусом охорони [59, 66]. Тому важливим показником, який визначає характер проведення ландшафтного моніторингу та впливає на прийняття управлінських рішень є ландшафтний потенціал. Ландшафтний потенціал володіє динамічними властивостями, тобто перебуває у постійному розвитку, тому реалізація моніторингу в управлінні ним передбачає організацію постійного спостереження, вивчення, оцінки, діагностики використання та охорони [27, 65].

За О. Караїмом, моніторинг – це певна функція системи управління ландшафтними угрупованнями, реалізація якої спрямована на забезпечення збалансованого використання ландшафту та його охорону й відтворення за допомогою організаційно-економічного інструментарію. За його думкою, моніторинг в управлінні ландшафтами – це система постійного спостереження за найважливішими поточними результатами, умовами та параметрами розвитку ландшафтного управління у розрізі окремих його компонентів з метою коригування та прогнозування [44].

У цій роботі О. Караїма зазначено, що ландшафтний моніторинг дозволяє визначити недоліки та розробити заходи щодо ефективного вдосконалення організації економічних, екологічних основ управління, розробляти

рекомендації, прогнозувати та аналітично-обґрунтовувати отримані результати досліджень, які є матеріалами інформаційно-аналітичних звітів, які включають оцінку стану і змін, а також пропозиції і рекомендації щодо виявлення й вирішення актуальних проблем та ситуацій при використанні ландшафтного потенціалу [44].

Спираючись на відомі в світовій практиці праці з визначення змісту ландшафтного моніторингу природоохоронних територій, О. Караїм висловив власну думку щодо його бачення. Моніторинг має проводитися послідовно і поетапно, спираючись на конкретно визначенні завдання, інтервали спостережень, згідно з концепцією та стратегією раціонального використання, охорони й відтворення ландшафтного потенціалу та забезпечення сталого розвитку природоохоронної території. Інформація, яка отримана з визначеною періодичністю у результаті моніторингу сприяє здійсненню певних коригувань в ландшафтному потенціалі, забезпечуючи цим ефективність його функціонування. Важливо, як далі зазначає О. Караїм у двох своїх роботах [44], моніторинг функціонально діагностує ландшафти для визначення дій управління. Ландшафтний моніторинг проводиться завдяки комплексному підходу вивчення окремих компонентів ландшафтного потенціалу.

О. Караїм зазначає, що моніторинг ландшафтів [44] проводиться з метою визначення процесів їх природного функціонування. Задля цього необхідною умовою є дослідження екологічного стану ландшафту, а саме проведення його оцінювання. Зокрема, більшість природоохоронних територій знаходиться у постійному взаємозв'язку з антропогенною діяльністю. У заповідних територіях ця взаємодія є незначною, порівняно з національними природними парками. Проте, задля регулювання ступеню взаємодії та впливу природного та антропогенного середовищ необхідно застосовувати ландшафтно-екологічний підхід [43].

Ландшафтно-екологічний підхід при дослідженні впливу господарської діяльності на розвиток і функціонування природних ландшафтів дозволяє оцінити стан впливу та передбачити загрозові наслідки [49].

Ландшафтний моніторинг, як зазначав О. Караїм, має забезпечувати спостереження за антропогенними джерелами впливу, перебігом геохімічних, геофізичних, біологічних процесів в геосистемах, включати геоекологічну оцінку станів ландшафтів природоохоронних територій. Зокрема, треба проводити регулярні спостереження за процесом порушення літогенної основи, ландшафтів, за забрудненням і рекреаційним навантаженням тощо [44].

Для проведення ландшафтного моніторингу природоохоронних об'єктів дослідник має оцінити ступінь і швидкість змін стану ландшафтів та визначити компоненти, які найбільш динамічні і піддаються змінності чи трансформації розвитку.

На сучасному етапі розповсюдженню ГІС-технологій ландшафтний моніторинг часто прирівнюють до створення геоінформаційної бази, і він характеризується описовим характером спостережуваних ландшафтних угруповань. Проте, бази даних є необхідною умовою про ведення моніторингу, в яких має міститися інформація не лише про ландшафт і його характеристику, але й має бути занесена інформація окремо по кожному компоненту та зазначено особливості функціонування [8, 9].

О. Караїмом було запропоновано загальну схему функціонування ландшафтів природоохоронної території (рис. 1. 2).

Зокрема, екологічно-природоохоронний блок відповідає за збереження екологічного стану природного середовища, за охорону ландшафтів та контроль за характером ландшафтного потенціалу і його змінністю. Інформаційно-науковий блок сприяє визначенню характеру управління та його перебігу [44].



Рис. 1.2. Схема моніторингу в системі управління ландшафтами природоохоронними територіями [44]

Ландшафтний моніторинг включає спільне функціонування трьох важливих ланок: управління – ландшафтний моніторинг – геоекологічний прогноз (рис. 1.3) [44, 93, 94].

Ця схема, на нашу думку, не є уніфікованою для природоохоронних територій, бо застосовуючи її зміст до території НПП «Слобожанський», ми були змушені [42] змінити значимість окремих ланок кожного блоку об'єкту дослідження. Зокрема, нами визначено, що для території НПП «Слобожанський» першочергово слід моніторити лісгосподарську діяльність, яка впливає більше ніж сільськогосподарська.

Щодо блоку інформаційно-наукового, також для території дослідження важливою є науково-дослідна діяльність, яка мусить забезпечувати, на нашу

думку [16], застосування новітніх засобів використання цифрової дистанційної інформації для великомасштабного ландшафтного картографування та створення геоінформаційної бази даних – важливих документів, які згодом використовуються для керування науковим підрозділом адміністрації НПП та є базовою інформацією для подальшого моніторингу. Низка цих питань, розроблених у тому числі за участю авторки, наведена у роботах О. Залюбовської (Бодні), І. Черваньова, О. Сінної [16-23, 98, 99, 110, 112, 120-122].

При ландшафтному моделюванні важливо також правильно змоделювати ситуацію для оцінки цілісної картини розвитку ландшафтів на всій ділянці природоохоронної території чи навіть регіону. Адже, в геосистемі все взаємопов'язано і кожен компонент чинить вплив на інші, формуючи цілісну ландшафтну систему. Принцип прогнозування дозволяє передбачити результати управління завдяки перебігу певних умов і прийняття рішень (рис. 1.3).

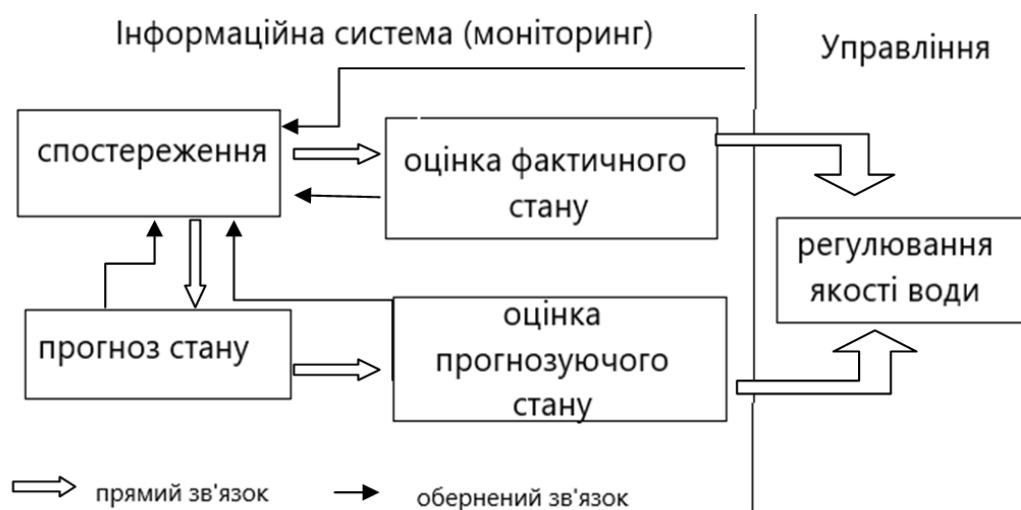


Рис. 1.3. Схема зв'язків між ланками моніторингу водних об'єктів [160]

Моніторинг у системі управління ландшафтами здійснюється за принципом циклічності, так як на етапі прогнозування він не завершується, для кожної наступної цілі він продовжується у тій самій послідовності.

У світовій практиці проведення моніторингу пов'язане із застосуванням даних ДЗЗ для вирішення різноманітних задач.

За останні пів століття просторове та спектральне розширення космічних знімків значно збільшилося. Системи зйомки поліпшилися і були удосконалені дуже високим просторовим розширенням (1м) космічних знімків і гіперспектральним функціоналом. У співтоваристві наук про Землю дистанційне зондування стало важливим інструментом для картографування і проведення моніторингу ландшафтів земної поверхні від глобального до місцевого рівнів [83].

Спостереження за змінами ландшафтної будови надають важливу інформацію землевпорядникам щодо екологічних наслідків різних видів землекористування. Ці зміни виявляють, використовуючи різні методики польових досліджень, однак, великі затрати часу і технічні особливості традиційних засобів часто обмежують можливості дослідних робіт [25]. Дистанційне зондування, а саме обробка космічних зображень, використовується для вияву просторового положення поверхонь і зіставлення динамічно-часових змін різних ландшафтних одиниць шляхом візуалізації отриманих даних [9].

Відомим є проведення моніторингу з використанням даних ДЗЗ на прикордонних землях штату Арізона, в районі пустелі Сонора, де внаслідок незаконної господарської діяльності та туристичного навантаження посилюється негативний вплив на ландшафти території. Зокрема, порушення загального стану ландшафтів впливають нелегальні транспортні шляхи і прокладені стежки, скупчення сміття і пошкодження рослинності. Використання методів ДЗЗ додають можливості проведення моніторингу великих, ізольованих ландшафтів. Цей проект фінансувався університетом Північної Арізони, який займається вивченням можливостей та обмежень використання даних ДЗЗ для моніторингу в межах території пам'ятки природи пустелі Сонор (SDNM) [149].

Важливою частиною цього проекту є вивчення особливостей використання супутникових даних і даних аерофотозйомок дуже високої роздільної здатності для отримання тематичного зображення території дослідження. Результати обробки космознімків необхідні для виявлення та проведення моніторингу в SDNM. Космічні знімки для даного проекту були з розширенням від 50 см до 10 см (дуже високої роздільної здатності). Дослідження проводилися за 6-річний період до 2011 року. Одним із завдань даного проекту було дослідження рослинного покриву і динаміки зміни його стану. Під час дослідження використовувалося дешифрування космічних знімків за 6-річний період для проведення на основі порівняння тематичних зображень рослинного покриву аналізу стану ландшафтів на рівні фацій через систему моніторингових регулярних спостережень. Результатом проекту було укладання цифрових карт, на яких відображено розташування, просторовий розподіл і відносна кількість покриття однорічної та багаторічної рослинності, а також стан окремих дерев, кущів (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Картографування функціональних ділянок пустелі Сонора для проведення ландшафтного моніторингу [157]

Отримані результати показали, що для виявлення різного за площею виду покриття рослинних угруповань необхідно використовувати космічні знімки з відмінною роздільною здатністю, враховуючи територію, просторове розміщення та пори року. Виявлення, картографування і моніторинг стану рослинності є важливим для слідкування за станом середовища в цілому.

1.4. Поняття ландшафтів-аналогів у ландшафтознавстві

Оскільки територія нашого дослідження складається з фацій навколо боліт та озер, нами здійснено пошук досліджень ландшафтів-аналогів водно-болотних угідь на основі матеріалів ДЗЗ по всьому світу. Подібні дослідження проводилися, наприклад, у Австралії. Метою даного дослідження була розробка базових методів для визначення меж болота і виявлення змін, використовуючи оперативні методи досліджень. Висока роздільна здатність космічних знімків дозволила точно закартографувати межі верхового болота і рослинних угруповань в східній частині австралійського прибережної смуги рідколісся. Супутникове сканування поверхні було використано для визначення меж боліт. Дешифрування космічних знімків методом класифікацій дозволило розпізнати рослинні угруповання, які є індикаторами ландшафтних фацій і після порівняння оцінити тимчасові зміни ландшафтів за період 2006-2007 років. Це одна із сучасних методик проведення ландшафтного моніторингу [128, 129].

Моніторинг стану високогірних боліт у водозбірних басейнах у Сідней проводився через виникнення загрози впливу на ландшафти пожеж та злив у різні сезони року . Зокрема, необхідним було порівняння стану рослинності завдяки проведенню моніторингу на регіональному рівні для оцінювання потенціалу території, здійснення регіонального планування та слідкування за зміною стану рослинності в різних просторово-часових масштабах [134].

У розвинених країнах Європи (Німеччині, Франції, Великій Британії) переважно практикується моніторинг окремих компонентів ландшафту

(рослинного чи ґрунтового покриву, стану атмосфери) [137, 138]. Регулярні спостереження та електронні бази даних дозволяють швидко оперувати ситуацією, а використання сукупної покомпонентної інформації дозволяє визначати сучасний та прогнозувати майбутній стан ландшафтів, у тому числі і природоохоронних.

Зокрема, в багатьох європейських країнах та в США проводяться регулярні спостереження за станом природоохоронних об'єктів, на основі чого визначають змісту правлінських рішень щодо природоохоронних територій.

Характеристика й моніторинг оброблюваних земель тривалий час здійснюються у Харківському національному університеті імені В. Докучаєва — одному з лідерів застосування матеріалів ДЗЗ в аграрній сфері. Фундатором таких досліджень є А.Ачасов, якому безпосередньо і разом зі співавторами належить низка розробок, суттєвих для запровадження у програмах геосистемного моніторингу [8, 9, 116-118].

Дослідники НДІ (науково-дослідного інституту) агролісомеліорації (відділ ландшафтознавства) займаються розробкою та реалізацією технологій управління процесами відновлення деградованих агроландшафтів засобами агролісомеліорації на основі картографо-аерокосмічного моніторингу з використанням ГІС-технологій. Розроблено теоретико-методологічні основи ландшафтно-агролісомеліорації деградованих земель, що включають картографо-аерокосмічний моніторинг [67, 75, 144].

Проведення ландшафтного моніторингу потребує застосування сучасних технологій обробки інформації, зокрема даних ДЗЗ та ГІС-технологій, поглибленого вивчення окремих компонентів, постійного оновлення результатів дослідження і зберігання їх у єдиній інформаційній базі. Використання даних дистанційного зондування Землі задля здійснення ландшафтознавчих досліджень стало необхідною умовою і вже знайшло відображення у серії складених та уточнених ландшафтних карт (протягом періоду проведення моніторингу),

поліпшенні тематичної інтерпретації геологічних, гідрогеологічних, ґрунтових, біогеографічних та інших явищ, встановленні їхніх інформаційних ознак на зображеннях та оцінці їхніх декодувальних можливостей та обмежень, способах опису зображень та сформованих дешифрувальних каталогах, створених різноманітних моделях ландшафтних явищ та методиці оцінки їхньої достовірності й ефективності, теорії та методах комп'ютерного ландшафтного опрацювання зображень тощо. Все це стало можливим завдяки ГІС-обробці отриманих даних.

Однією з вагомих можливостей, що їх надають ГІС-технології, є багат шарова архітектура просторової інформації, що забезпечує можливість формувати її з цілого ряду окремих інформаційних шарів різного інформаційного наповнення [28]. Залежно від характеру поставленої задачі та наявних даних, у ролі таких інформаційних шарів використовуються растрові картографічні матеріали (топографічні та вхідні тематичні карти), матеріали аерокосмічного знімання, а також створені на їх основі вихідні тематичні карти, цифрові моделі місцевості та визначені GPS-координати.

Одним із відповідальних методів досліджень є обробка космічних знімків. Основними перевагами використання ДЗЗ для складання карт є темпоральність (актуальність даних на момент дослідження), висока точність визначення меж об'єктів, більш високий коефіцієнт об'єктивності виділення об'єктів і віднесення об'єкта до певного таксону. Крім цього, використання ДЗЗ дозволяє скоротити обсяг наземних досліджень, і таким чином скоротити терміни дослідження. Явним плюсом застосування технологій автоматичного дешифрування ДЗЗ є довідність (прозорість) одержуваних результатів картографування [63].

Комбіноване використання цих матеріалів, разом із комп'ютерною ландшафтною картою та програмно-апаратними засобами ГІС зводить процес ландшафтного картографування і подальшого комплексного прикладного ландшафтного аналізу на якісно новий рівень [63].

На базі агролісомеліоративного картографування, яке є методологічною і методичною основою адаптивно-ландшафтного агролісомеліоративного оцінювання використання земель, складені регіональні ландшафтно-екологічні проекти, в яких викладено результати ландшафтно-екологічних досліджень з використанням аерокосмічної фотоінформації і представлені картографічні моделі природних і природно-антропогенних ландшафтів (М 1:100 000). Показано проектні рішення для моніторингу використання на агролісомеліоративній основі ерозійно-денудаційних і акумулятивно-піщаних рівнинних ландшафтів (М 1:17 000 – 1:25 000) (рис. 1.8) [82, 84, 119].

ГІС-технології дають можливість прискорити польові роботи та зробити їх більш точними (шляхом точної прив'язки до координат), а також прискорити обробку польових досліджень на завершальному камеральному етапі.

Як показує сучасний досвід, ландшафтознавчі дослідження можуть проводитися без когорти вузьких спеціалістів окремих компонентів безпосередньо в полі, а потребує вже подальшої обробки даних в камеральних умовах.

1.5. Досвід визначення індикаторів ландшафтного моніторингу

Ключовим науковим завданням здійснення моніторингу є визначення й обґрунтування індикаторів зміни ландшафтів. Найчастіше індикатором може слугувати певний компонент, який добре ідентифікується за геоданими. Можна обирати розташування ключових ділянок таким чином, щоб одна з них охоплювала одночасно два-три сусідніх типів ландшафту. У цьому випадку вдається отримати цінний матеріал про причини виокремлення і межі досліджуваних ландшафтів [78]. Наш досвід показав, що у певних умовах спостережень ландшафтних змін, притаманних Лівобережному Лісостепові України, візуальним індикатором ландшафтних змін є стан водяно-болотних природних комплексів, який визначається за дешифруванням і

прослідковуванням змін рослинного покриву і водного дзеркала [73]. Цей висновок, отриманий експериментально, узгоджується з досвідом подібних досліджень у інших регіонах України (Б.Муха, Г.Байрак, [11]) і відповідає світовій практиці [119, 124, 126, 127, 133, 134, 143, 148, 151, 152].

Так як сучасні методики ландшафтного картографування з використанням даних ДЗЗ дозволяють інтерпретувати окремі компоненти і визначати характеристики ландшафту в цілому, заслуговують на увагу проблеми, які пов'язані з ландшафтно-картографічною інтерпретацією просторової мінливості даних [73]. Особливу увагу моделюванню майбутніх змін лісових ландшафтів Українських Карпат приділяє згадуваний вище І. Круглов, який спирається на аналітичні прогнози щодо регіональних кліматичних змін [64].

Значний обсяг ландшафтно-екологічних досліджень належить на кафедрі екологічного моніторингу і заповідної справи ХНУ імені В. Н. Каразіна. Зокрема, це роботи Н. В. Максименко, якою запроваджено й обґрунтовано поняття ландшафтно-екологічного планування [57-62, 140].

Індикатором ландшафтних змін виділяють переважно рослинний покрив, який надійно ідентифікується засобами ГІС через супутникову інформацію. Адже більшість досліджень присвячена моніторингу ландшафтів як середовища існування певних біологічних видів. Стосовно до території НПП «Слобожанський», такі дослідження належать Ю. Сержантовій [122].

Територія нашого дослідження охоплює, крім суходільних ландшафтів НПП, ділянки водних об'єктів. Тому досвід їх моніторингу становить для нас суттєве значення. Прикладом досліджень ландшафтів водно-болотних угідь є роботи науковців на території Швеції [124]. Іншим індикатором, перспективним для нас, є угруповання лісових ландшафтів. Прикладом подібних досліджень є моніторинг стану природних комплексів в районах активних змін після пожеж з використанням ГІС-технологій та даних ДЗЗ та певний досвід досліджень пірогенних та споріднених белігеративних ландшафтів.

Суттєвими видаються моніторингові ландшафтні дослідження природоохоронних територій, які в залежності від ступеня захисту характеризуються різною швидкістю змінності показників функціональності ландшафту при антропогенному впливові. Зокрема, когортою науковців Німеччини і Чехії було організовано проєкт для прогнозування вдалого поєднання функціонування природних ландшафтів і антропогенної діяльності [137].

Моніторинг наслідків застосування превентивних засобів задля відновлення зв'язків у ландшафтах представлено в роботах Д. Ватсона, В. Дойєра, С. Бенкса, які засобами ГІС-технологій проводять оцінювання ступенів впливу для подальшого покращення ситуації в рамках ареалів розповсюдження біологічних видів [146, 147]. Для збереження біорізноманіття вчені з Естонії розробили проєкт моделювання ситуації різних видів, спираючись на кліматичні зміни [162].

Аналіз змін ландшафту через рослинні угруповання, які виступають індикаторами у моніторингу довкілля, представлено в роботі Х.Альфана [126], який детально описує методичні особливості його проведення.

Однією із цікавих з методологічного боку робіт, схожих з нашим дослідженням, є програма моніторингових досліджень території Аляски та в долині річки Кредит провінції Онтаріо [140]. Її автори описують методологію і досвід виявлення, аналізу змін акваландшафтів водних об'єктів в межах природоохоронних територій. У роботі обґрунтовано ідентифікацію виділів та визначення класів на різних рівнях проведення моніторингу, узагальнену для національних парків (на прикладі Аляски).

Зробимо деякі проміжні висновки, аналізуючи всі попередні дослідження. Найбільш використовувані високоточні дані: Sentinel-2, Planet Scope, MODIS, MOCUPP [142, 159].

Космічні знімки Sentinel-2 та Planet Scope – це дані ДЗЗ, що дозволяють з більшою точністю (на відміну від Landsat 8) інтерпретувати відображені характеристики.

Активно у дослідженнях використовують Sentinel-2, так як з 2015 року ці дані відкриті. Рідше у літературі зустрічаються роботи із використанням знімків Planet Scope, які передають детальність з роздільною здатністю 3 м. Вони відсутні у вільному доступі і надаються переважно для конкретних досліджень за вимогою і запитам [158, 167].

За допомогою космічних знімків Sentinel-2, використовуючи індекс зволоження, І. Романчуком, О. Сахацьким та О. Апостоловим було оцінено вологість ґрунту на прикладі Баришівського полігону Київської області. В дослідженні вони представили методику укладання карти вологості поверхневого шару ґрунту з використанням даних супутника Sentinel-2 та польових досліджень [92]. Методи обробки космічної інформації дозволили використовуючи для виявлення ділянок перезвожених ґрунтів, виявити ступінь зміни та впливу на природні рослинні угруповання.

Окремі дослідження присвячені моніторингу стану посівів за допомогою вегетаційних індексів NDVI, NDRI, RVI на основі окремих каналів Sentinel-2, які дають кращі результати стану рослинності і його змін, ніж раніше використовувані Landsat 8 (рис. 1.5).

Компанія «SOVZOND» на основі наданих для дослідження від компанії Planet знімків, представила результати їх використання для аналізу ходу і наслідків затоплення населених пунктів при повенях.



Рис. 1.5. Різниця відображення даних, отриманих сканерами супутників Landsat 8 (зліва) і Sentinel-2 (справа)[167]

За допомогою даних знімків Planet Score проаналізовано розвиток повені в долині р. Ішим в травні 2017 року [159].

Висновки до розділу 1

1. Вивчення фундаментальних праць провідних ландшафтознавців України (К. Геренчук, О. Маринич, Г. Міллер, П. Шищенко та ін.) та новітніх праць ландшафтознавчого (дослідники НАН України під керівництвом І. Руденко, М. Гродзинський та ін.), геоecологічного (І. Круглов) напрямків дозволило сформувавши уявлення щодо теоретичного та практичного досвіду та розвитку методологічної основи для визначення предмету дослідження.

2. Проаналізувавши праці, проекти, присвячені моніторинговим дослідженням, було визначено основи для формування інформаційної бази (покомпонентно), які використано в роботі, а також обґрунтувати вибір методів (польова зйомка, дешифрування космознімків, ГІС-обробка даних), визначення періодичності, візуалізація отриманих результатів. Геосистемний моніторинг як фундаментальний висвітлено в роботах І. Черваньова, А. Ачасова та ін.

3. Аналіз певної частини світового і національного досвіду надав можливість відібрати території-аналоги щодо типових ландшафтів НПП «Слобожанський» і порівняти методи їх відображення. Зокрема, окремі методичні та практичні засади ландшафтознавчих досліджень було проведено в світовій практиці: дослідження пустелі «Сонора», високогірні болота у Сідней та ін., в Україні: НПП «Нижньосульський» (В. Щербака, А. Сплодитель), гідрологічні ландшафти західних областей (І. Ковальчук, О. Ільїна) та ін.

4. Проаналізовано роботи дослідників Харківської національної географічної школи (О. Бодні, Є. Вариводи, С. Ігнат'єва, О. Сінної, Ю. Бурдун, А. Овчаренко, І. Олійникова, О. Карасьова та ін.) та екологічної (Н. Максименко, А. Шумілова), що висвітлюють сучасні розробки методів ландшафтної зйомки в межах ПЗФ, окремі аспекти яких використано для удосконалення і розробки власної методики.

5. Перевірено можливість використання традиційного (для докосмічного періоду) методу складання ландшафтної карти на основі алгоритму Г. П. Міллера, який можна вважати класичним.

6. Запропоновано суттєво доповнити класичну методику комплексним використанням цифрових космічних знімків високої роздільної здатності. Обрано методику попереднього етапу укладання ландшафтної карти з використанням цифрових геоданих зі супутників Landsat 8 і Sentinel-2 та PlanetScope.

7. Обґрунтовано та проаналізовано вибір індикаторів ландшафтного моніторингу. Окремі питання, присвячені даній темі висвітлено в роботах І. Круглова, Н. Максименко. Серед світового досвіду прикладом досліджень ландшафтів водно-болотних угідь є роботи науковців на території Швеції, Естонії, Чехії. Іншим індикатором, важливим для нас є характеристики угруповань лісових ландшафтів. Прикладом подібних досліджень є моніторинг стану природних комплексів в районах активних змін після пожеж.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАТУРНОГО ОБ'ЄКТУ

Ми дотримуємося положення І. Черваньова, що у методологічному підході слід розмежовувати натурний і науковий об'єкти дослідження. Усе, що викладено після цього розділу стосується об'єкту наукового — моделі території у вигляді ландшафтної карти. Нижче ми зосередимося на характеристиці натурального об'єкту — безпосередньо території, НПП «Слобожанський».

2.1. Основні риси території

Національний природний парк «Слобожанський» — один із нещодавно створених об'єктів природно-заповідного фонду України. Він був запроваджений задля збереження і раціонального використання комплексу природних об'єктів Лівобережного Лісостепу України [4].

НПП розташований у Краснокутському районі Харківської області [159], на у водозборі р. Мерла – лівої притоки Ворскли (рис. 2.1). Його площа за установчими документами становить 5244 га. НПП «Слобожанський» підпорядковується Міністерству екології та природних ресурсів України [115]. Як геоекологічний об'єкт, НПП «Слобожанський» є частиною екологічної мережі, безпосередньо Галицько-Слобожанського лісостепового екокоридору загальнонаціональної екологічної мережі, яка, в свою чергу, є складовою Загальноєвропейської екологічної мережі [7, 56, 80, 89].

Територія парку характеризується мозаїчністю ландшафтної структури, типової для Лівобережного Лісостепу України. Тут поєднані особливості природних умов Полісся та Лісостепової зони, зберігся багатий рослинний і тваринний світ [68]. Територія парку розташована по обидва береги річки Мерла.

На правому, корінному березі річки Мерла домінують кленово-липові діброви природного походження, на лівому – насаджені соснові бори. Є тут також вільхові та березові заболочені ліси, ділянки давньовікових заплавних дібров у

долині річки Мерчик – притоки Мерли [7]. Перший нарис рослинного покриву належить В. Черняєву (1859).

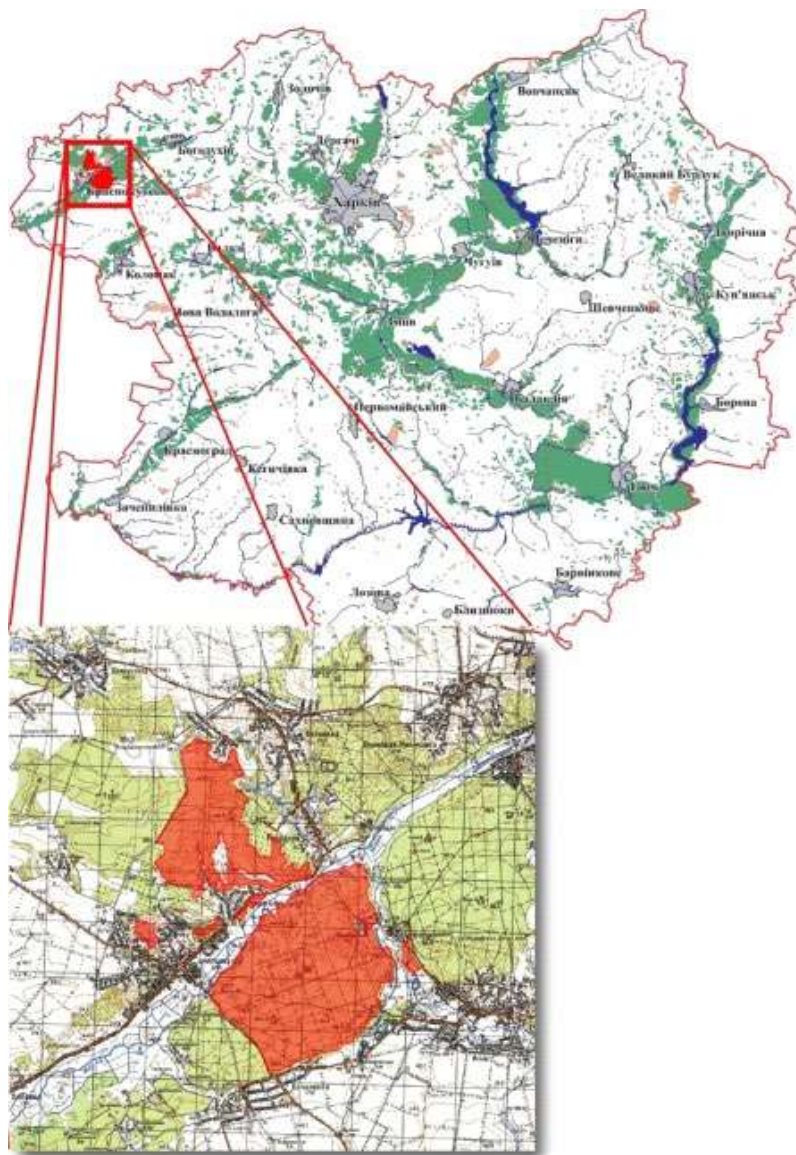


Рис. 2.1. Географічне положення НПП «Слобожанський» [160]

Надалі, більш глибокий фітогеографічний аналіз усієї значної території був зроблений ще наприкінці XIX ст. А. Красновим, який уперше розглянув рослинність у комплексі з ґрунтами Харківської та Полтавської губерній, а також майже одночасно Л. Павловичем (1891) та дещо пізніше В. Талієвим [166].

Територію НПП «Слобожанський» вивчали переважно екологи та біологи. Окрему характеристику рослинності на території, яка тепер належить НПП, було

опубліковано в роботах М. Орлова та І. Сладковського про угіддя, що належали поміщикаві Л. Кенінгу. Повніший ботанічний опис долини р. Мерла зробив місцевий краєзнавець А. Наумов у роботі «Флора околиць села Рублевки Богодухівського району» (1902) [161].

Обґрунтування створення НПП «Слобожанський» саме на тій території, де він розташовується зараз, належить С. Поповичу [88] та М. Стеценко (1999). Після визначення меж території парку їх було засвідчено і зафіксовано в Законі України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки» в додатку 7. Офіційно національний природний парк «Слобожанський» був створений Указом Президента України № 1047/2009 від 11 грудня 2009 [90].

Створення НПП «Слобожанський» визначалося потребою збереження цінних природних територій та історико-культурних комплексів і об'єктів Лісостепової зони України, проведення наукових досліджень у галузі охорони довкілля, створення умов для відпочинку, оздоровлення населення, рекреації, екологічної пропаганди та екологічного виховання [90].

З метою здійснення природоохоронної роботи на в'їздах на кожному шляху сполучення встановлено шлагбауми та стенди з відповідною інформацією про правила поведінки на території парку та основні аспекти природи даної ділянки.

2.2. Ландшафтна та компонентна структура і ознаки можливих індикаторів за попередніми дослідженнями і ландшафтним картографуванням

У тектонічному відношенні територія, що належить НПП «Слобожанський», розташована у північно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини, яка є однією із найбільших структур Східноєвропейської платформи. Північна і північно-східна частина НПП «Слобожанський» є

північним її бортом і представлена в тектонічній структурі Воронежським кристалічним масивом. Глибина залягання кристалічного фундаменту становить до 5 км). Інша частина території НПП «Слобожанський» представлена північною прибортовою зоною Дніпровського грабена з глибиною фундаменту до 5-7 км [90].

За рельєфом, ця територія, розміщена на обох берегах річки Мерла неподалік місця впадіння до неї р. Мерчик. Натомість, саме русло річки не включено до його експлікації [29].

Рельєф території рівнинний, переважно терасований. За походженням це алювіальна акумулятивна рівнина четвертинного періоду, яка перетинається р. Мерла. Її заплава територію парку на північну і південну частини. Північна частина парку представлена високим правим берегом її долини та прилеглим Полтавським плато, для якого характернее чергування низовин і піднять, добре розвинена балково-яружна система, яка добре дронує територію, спричиняє значні коливання висот, забезпечуючи поверхневий стік, низьке положення ґрунтових вод і відповідні (переважно степові) біоценози.

Південна лівобережна частина – це пологий терасований простір. Безпосередньо парк охоплює ділянки заплави, першої та другої надзаплавних терас р. Мерли. Перша надзаплавна (борова) тераса характеризується висотами від 115 до 155 м. Вона умовно поділяється на знижену ділянку з висотами від 115 до 135 м та підвищену (вище 135 м). Її поверхня має лише транзитний стік. На більшій частині поверхня тераси — типова для таких геоморфологічних утворень: погорбована, з численними невпорядкованими піщаними кучугурами та часто заболоченими міжкучугурними пониженнями. Останні є приймачами поверхневого стоку — надто малого через велику проникну здатність піску, ледь вкритого супіщаним ґрунтом.

На пласкій другій надзаплавній терасі характерні блюдцеподібні зниження рельєфу, займані водно-болотними угіддями, які, власне, є потенційними об'єктами моніторингу.

Кліматичні умови сформовані на основі панування повітряних мас помірно-континентального типу клімату. Середньосічневі температури повітря коливаються біля $+7^{\circ}\text{C}$. У зимовий період висота снігового покриву становить 17-20 см [160].

Середньорічна кількість опадів достатня, коливається біля 520 мм за рік, причому екологічно важливим є те, що їх найбільша частка випадає у вегетаційний період (переважає червень). У цілому клімат території є досить сприятливим для зональної лучної та лісової рослинності [166].

У *грунтовому покриві* на північній ділянці переважають чорнозем деградований, часто змитий, а у південній — слабо опідзолені ґрунти під сосновими лісами, чорноземи опідзолені другої надзаплавної тераси та сірі лісові ґрунти під дібровами [53].

У пониженнях рельєфу борової тераси часті перезволожені ділянки, представлені у вигляді заболочених угідь, низових боліт або заростаючих озер, де крім торфовищ сформувалися болотні типи ґрунтів [166].

У агроєкологічному відношенні територія НПП «Слобожанський» відноситься до помірно-вологої і теплої агрокліматичної зони. Радіаційний індекс сухості у середньорічному виразі дещо перевищує одиницю. Улітку він може помірно зростати, наближаючись до показників південного степу (1,2-1,3) що негативно впливає на вегетацію.

У геоекологічному відношенні, цінності території парку надають блюдцеподібні зниження рельєфу на другій надзаплавній терасі. Їх наявність сприяла збереженню на території парку унікальних озер та верхових боліт, серед них болота (сфагнові та осоково-сфагнові), озера на боровій терасі, заболоченні території, вкриті березняками і вільшаником [37]. Реліктові озера разом з

невеликими перехідними болотами є певною «візитною карткою» НПП «Слобожанський». За складом біоценозу вважають, що вони збереглися з часів останнього льодовикового періоду. і їх рослинні угруповання є унікальними для Харківської області [166]. Найбільшу цінність становлять сфагнові болота і сфагнові торфовища, які більше характерні для зони Полісся, а не Лісостепу (рис. 2.2). Болота парку утворюють цілісний масив з понад 200 боліт [166].



Рис. 2.2. Типовий ландшафт на стику заплави й борової тераси – потенційний індикативний об’єкт

У останні роки відбувається скорочення площі відкритого водного дзеркала озер через їх заростання, а також зменшення площі боліт, внаслідок негативного впливу гідротехнічних споруд на річці Мерла [115].

Особливі природні умови вплинули на формування рослинного та тваринного світу території НПП «Слобожанський»: березнякові та борові біоценози (рис. 2.3). Серед рослин представлені такі види, як верес звичайний, журавлина болотна, конюшина альпійська, молодило руське, бузина чорна, аморфа чагарникова, пухівка піхвова, росичка круглолиста, дзвоники персиколисті, вербозілля звичайне, плаун річний, вовчегідник, любка дволиста, хвоц тощо.

Потенційні об'єкти біомоніторингу. На території НПП «Слобожанський» представлено понад 60 раритетних видів тварин, 8 видів із яких занесені до Європейського Червоного списку, 20 видів— до Червоної книги України (1994), 33 види — до Червоного списку Харківської області [13]. Зокрема, поширені видра річкова, норка європейська, горностай, борсук, лисиця звичайна, заєць-русак, косуля, кабан дикий, бобер, зміїд, сова сіра, пісочник малий, лелека, чапля, сірий журавель, мідянка, гадюка Нікольського, ящірка живородна та інші (рис. 2.3) [14].



Рис. 2.3. Потенційні індикативні об'єкти (заболочені ділянки з березняком в межах бору)

Отже, у біоценотичному, флористичному та фауністичному відношеннях природні системи території НПП є досить цінними, а сприятлива екологічна обстановка на цій території забезпечує їх достатню життєстійкість.

Ландшафтні умови. Території НПП «Слобожанський» (рис. 4.1) в фізико-географічному районуванні відповідає Східнополтавська височинна область

Лівобережно-Дніпровського лісостепового краю Лісостепової недостатньо зволоженої теплої зони, в геоботанічному районуванні - Європейсько-Сибірська лісостепова область Східноєвропейської провінції Середньоросійської лісостепової підпровінції Харківського округу [113]. Карту місцевостей території парку подано в додатку Б.

У межах НПП, за відсотком площі ландшафтних одиниць у загальній площі парку домінують наступні (рис. 4.3):

- рівнини лесові, піднесені й відносно вирівняні на нижньо-середньоміоценовій основі, з сірими і темно-сірими ґрунтами під свіжими кленово-липовими дібровами; вони є основною, фоновією ландшафтною одиницею правобережної (північної) ділянки території;

- рівнини дрібно горбисті на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах борової тераси з дерновими опідзоленими та дерновими піщаними середньо розвинутими ґрунтами, з сосновими лісами, які складають основу лівобережної частини НПП (відносно русла р. Мерла).

Важливими елементами ландшафту НПП «Слобожанський» є долини річок Мерла, Мерчик та їхніх малих приток (проте їх не включено до території НПП). Долини цих двох річок терасовані. Заплава долин — лучна, частково заболочена. На ній трапляються стариці, гриви, що урізноманітнює як загальний вигляд заплав, так і їхню біотопічну структуру.

Отже, короткий огляд будови території й складу компонентів ландшафту дозволяє зробити висновок, що унікальна територія НПП «Слобожанський», яка містить, крім звичайних, екзотичні об'єкти природи, може бути також моделлю для розробки геосистемного моніторингу, що забезпечить певні можливості поширення результатів нашого дослідження на інші схожі за природним фоном об'єкти НПП.

Висновки до розділу 2

1. Територія НПП «Слобожанський» доцільно обрана як типова ділянка Лівобережного Лісостепу України, на якій у достатній мірі для об'єктів такого типу збереглися мало займаними природні умови.
2. Територія має характерну структуру літогенної основи (терасована долина р. Мерла, прирічковий схил і ділянка плато) і досить багату на ендеміки (у т.ч. червоно- та зеленокнижні) флору і фауну, що надає особливої цінності цьому об'єктові ПЗФ України.
3. Було спеціально вивчено ландшафтну структуру території на рівні місцевостей і урочищ.
4. Попередньо визначено репрезентативні об'єкти ландшафтного моніторингу.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТА МЕТОДИ ІНДИКАТИВНОГО ЛАНДШАФТНОГО МОНІТОРИНГУ

3.1. Обґрунтування поняття «індикативний ландшафтний моніторинг»

Поняття «індикативного моніторингу» серед робіт вітчизняних та зарубіжних вчених зустрічається опосередковано. Аналізуючи ландшафтознавчі дослідження з використанням даних ДЗЗ та різноманітних ГІС-аналізів, ми узагальнили їх зміст, увівши це поняття.

Індикатором змін ландшафтів може бути декілька компонентів. В основі нашого дослідження ми обрали два компоненти, опираючись на нестандартний підхід до виділення ландшафтів (рис. 3.1).

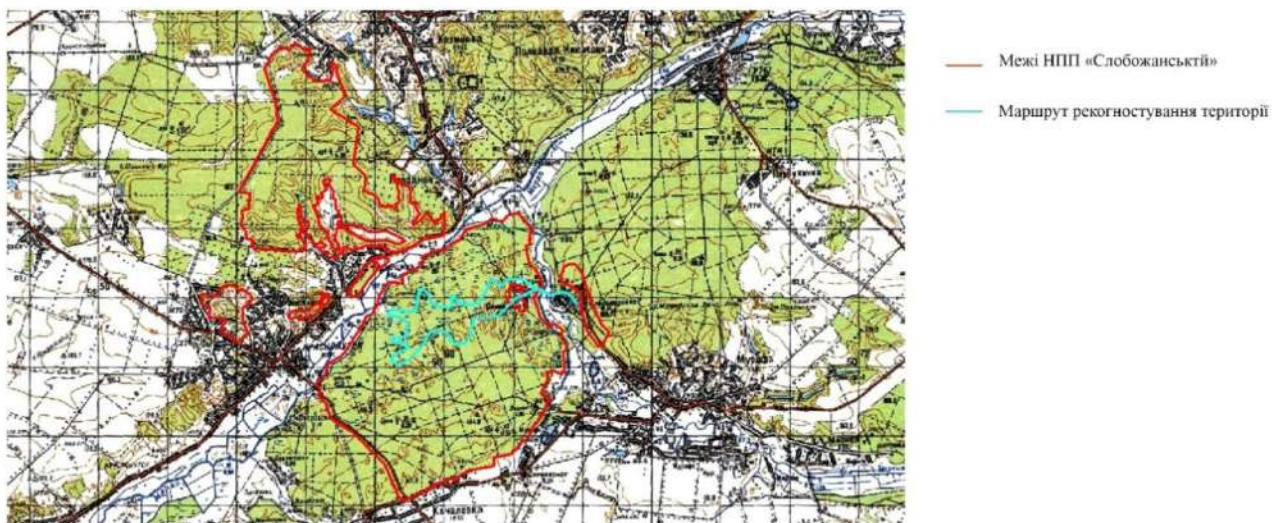


Рис. 3.1. Формування образу ландшафту

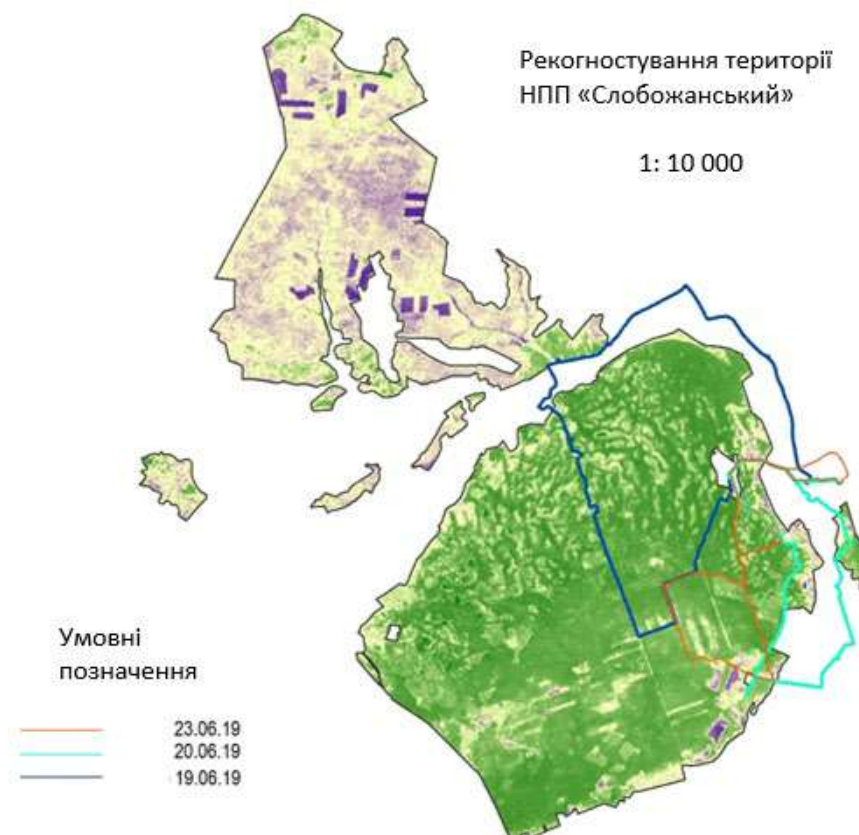
Автором разом з керівником і консультантом роботи було досить детально розроблено методику виділення контурів на основі використання даних

космічних знімків, про що було у огляді попередніх публікацій. Зокрема, об'єкти для виділення були обрані під час комплексної ландшафтної навчальної практики студентів на території НПП «Слобожанський» - 2014-2015 рр. Першим етапом було виявлення натурних візуальних змін ландшафтів протягом декількох років. Так, як в основу ландшафтознавчих досліджень покладено елементи традиційної методики ландшафтної зйомки, першочерговим є візуальний аналіз дослідниками території інтересу. Наприклад, під час рекогностування (рис. 3.2) визначались основні типи ландшафтів, що дають якісну характеристику окремих об'єктів. Саме на цьому етапі при моніторингових дослідженнях можна визначити – чи присутні зміни; в подальшому цей аспект може стати предметом подальшої науково-дослідної роботи.

Наступним етапом стало проведення класифікації космічного знімку Landsat 8 з роздільною здатністю 30 м, а в наступні роки – 2016-2019 рр. – високоточних космічних знімків з роздільною здатністю 10 м – Sentinel-2 (до 2020) та 3 м – Planet Scope.



а



б

Рис. 3.2. Рекогностування території НПП «Слобожанський»:
а – 2015 р., б – 2019 р.

Для визначення об'єктів інтересу черед дані ДЗЗ необхідно було обрати діапазони, які диктувалося різною чутливістю кожного з них до певних об'єктів картографування, що видно з таблиці 3.1 [153].

Отже, жоден з діапазонів, окремо узятий, не надає можливості отримати повну картину контурів ландшафтних угруповань і розпізнати їх зміст.

Комплексний аналіз цифрових геоданих дає можливість обробки космічних спектрональних знімків, користуючись аналоговими (картинковими) зображеннями. Проте виникає потреба в кращому способі ідентифікації у зв'язку з величезною строкатістю синтезованих зображень і багатоваріантністю результату. Нами розв'язувалась дослідницька задача

поєднання інформації від дешифрування обраних діапазонів спектрального зображення шляхом по-піксельного синтезування окремих зображень, поданих у цифровому вигляді, шляхом розпізнавання за оптичними властивостями синтезованого зображення та кероване розпізнавання через виділення на еталонних ділянках оптичних образів певних ландшафтних виділів, ідентифікованих на місцевості.

Таблиця 3.1

№ діапазон у	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	Різнівиди насаджень, вирубки	Водна поверхня
4	0,75 - 0,9	Відкрита водна поверхня та заболочені території	Листяні породи дерев

Саме проведення класифікації в поєднанні з польовими дослідженнями визначило майбутні індикативні об'єкти для території інтересу. Зокрема, загалом основним індикатором зміни ландшафтів стали рослинні угруповання, а більш детальну ландшафтну структуру було отримано за допомогою високоточних космічних знімків, а отже, й визначило ще один вид об'єктів як індикаторів змін – контури водних об'єктів.

Для прикладу, на рис. 3.3 представлено RGB-композицію космічного знімку Sentinel-2 за 23.11.2019.

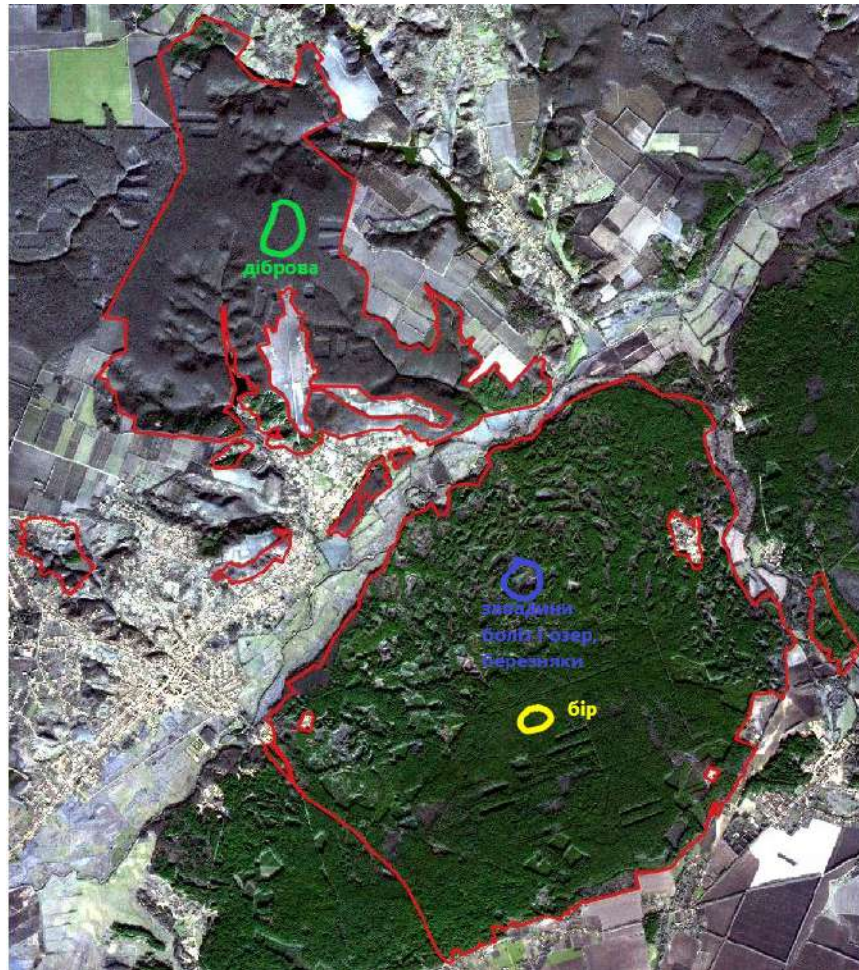


Рис. 3.3. Визначення основних типів рослинності як індикаторів
фаціальної структури

За допомогою цих даних можна визначити тип рослинності – в нашому випадку важливим є тип лісу – листяний чи хвойний, або ж відкрита трав'яниста місцевість чи навпаки – без рослинності ділянка. Також, окремі аналітичні розрахунки дозволяють отримувати інформацію про стан рослинності (особливості розвитку посівів на полях, стан деревної чи трав'яної рослинності на різних етапах вегетації).

3.2. Парадигма, науковий об'єкт та предмет дослідження

Ландшафт являє собою цілісне утворення, що складається з компонентів, зв'язки між якими утворюють відкриту і водночас закриту систему, яка функціонує, піддаючись законам природи.

В класичному ландшафтознавстві парадигма цілісності і системності є основною. В. Докучаєв в своїх роботах дотримувався ідеї цілісної, системно організованої єдності ландшафту. Пізніше, в 60-70-х роках В. Сочава в своїй праці «Введення до вчення про геосистеми» (1978) писав: «Основна теоретична задача, яку поставив перед собою автор, - забезпечити можливість системного підходу у фізичній географії, підготувати її серцевину - ландшафтознавство - до сприйняття системних ідей, показати доцільність системної концепції в географії» [125]. Саме ним було введено в 1963 році поняття геосистеми, що в подальшому сформулювало бачення про системи в природному середовищі, прив'язавши їх до об'єктів ландшафтних досліджень.

Натурним об'єктом нашого дослідження є природоохоронна територія (на прикладі НПП «Слобожанський»), предметом – моніторинг стану індикативних об'єктів рівня фацій і аналіз змін цих об'єктів.

3.3. Адаптована система методів ландшафтного моніторингу

Для проведення ландшафтного моніторингу нами був розроблений алгоритм удосконаленої методики його проведення, що охоплює поєднання традиційних методів зйомки та методів ГІС-аналізу на основі даних ДЗЗ. Ми вважаємо, що навіть при сучасному рівні розвитку технологій і машинного устаткування ландшафтознавчі дослідження неможливо проводити без використання аналітичних здібностей людини.

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

3.3.1. Удосконалена комплексна (наземно-космічна) система для індикативного ландшафтного моніторингу.

Камеральні роботи неможливі без етапу польових ландшафтознавчих досліджень і навпаки. Традиційно, дослідження ландшафтної структури відбувається різними способами та за певними алгоритмами. Наприклад, Г. Міллером запропонований покроковий метод створення ландшафтної карти, ґрунтуючись на польових ландшафтних зйомках. Він часто використовується в якості базової основи, хоча й розроблений в докосмічну еру розвитку ландшафтознавства. З розвитком сучасних технологій метод удосконалено через використання матеріалів ДЗЗ. Для створення ландшафтної карти-гіпотези використовуються цифрові знімки високої роздільної здатності. Запропонована нами методика складається з наступних етапів (рис. 3.4):

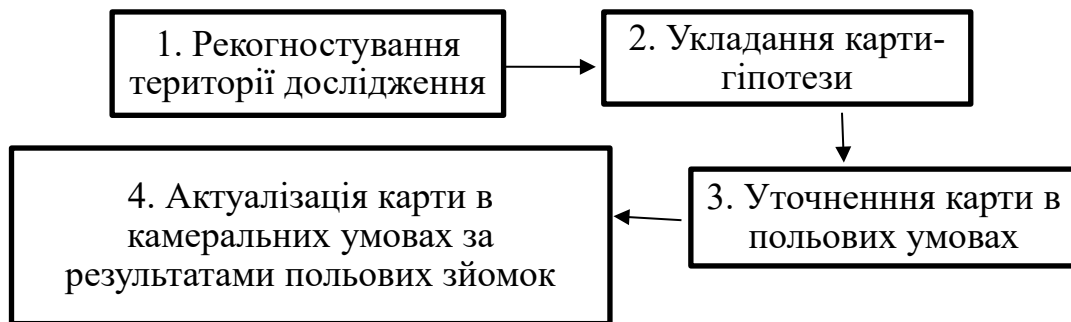


Рис. 3.4. Етапи покрокового методу створення ландшафтної карти за Г. Міллером [64] із застосуванням ДЗЗ

Загалом цим авторитетним автором виділялися такі способи польових ландшафтних досліджень:

- ландшафтна експедиція;
- метод опису фацій у ключових точках (з метою детального опису типів фацій);
- маршрутне знімання з метою уточнення меж фацій;
- ландшафтне профілювання.

Ландшафтна експедиція характеризується тривалим ландшафтним дослідженням і детальним опрацюванням території інженерами і техніками-ландшафтознавцями, техніками-картографами та іншими фахівцями.

Метод опису фацій у ключових точках (з метою детального опису типів фацій). Суть методу полягає в тому, що місцерозташування і розміри ключового ділянки визначаються завданнями, які необхідно вирішити на даному етапі. За К. Геренчуком, попередником Г. Міллера, головним у дослідженнях на ключах при великомасштабній зйомці є встановлення типової морфологічної структури урочищ.

З метою уточнення меж фацій у межах підурочищ та урочищ проводиться маршрутне знімання.

Сутність даного методу полягає у перевірці відповідності меж класів, які виділено під час складання попередньо карти-гіпотези в камеральних умовах.

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

Опорними точками для укладання ландшафтного профілю є точки, що відповідають межам рослинних асоціацій, а відповідно й фацій. Вибір ділянки для укладання профілю залежить від гіпсометричних особливостей території. Зазвичай лінія профілю має проходити через усі найбільш характерні для даної місцевості форми рельєфу. При цьому здійснюється опис як самих фацій, так і їх межі, природних комплексів більш високого рангу. Відповідні замітки роблять у польовому щоденнику схематично. Прийнято, що найкраще проводити ландшафтне профілювання від заплави річки до вододілу. В цьому випадку зазвичай в досліджуваній проміжок мають потрапити всі різновиди рельєфу.

У ході роботи були використані кілька методів польових досліджень:

- метод опису фацій у ключових точках;

- маршрутне знімання з метою уточнення меж фацій;
- ландшафтне профілювання.

Методом опису фацій у ключових точках було обрано ключові ділянки, що відповідають за картою-гіпотезою різним типам фацій. Кожну точку опису було закладено в межах контуру з максимальним наближенням до його центру.

У попередніх друкованих працях авторки [20, 68, 69] обґрунтовано й ілюстровано збір даних у польових умовах ландшафтного картографування НПП «Слобожанський» двома способами:

- з використанням стандартних бланків опису фації за формою № 1 «Лісова, чагарникова і болотна»;
- з використанням інструменту ArcGIS for Windows Mobile «Збір даних» (Create Inspection Report). Дана функція ArcGIS for Windows Mobile дозволяє фіксувати координати точок польових досліджень, а також заносити інформацію до атрибутивної таблиці. Останній спосіб запропоновано уперше, тому подаємо його більш розгорнуто.

Спостереження були зафіксовані в формі записів і занесені до польового паперового бланку та до бази даних ArcGIS for Windows Mobile [163].

Паралельно проводилися автоматизовані дослідження на основі попередньо створеної в камеральних умовах бази даних ArcGIS for Windows Mobile. Поля її атрибутивної таблиці співпадають з бланком польового опису фацій, проте є дещо спрощеними і удосконаленими для зручності заповнення в польових умовах.

До бази даних ArcGIS for Windows Mobile занесені наступні данні: номер опису фації, висота, номер кварталу та виділу лісництва, назву урочища до якого входить дана фація, форма мезо- та мікрорельєфу, режим зволоження, видовий склад деревостану, підліску, підросту, чагарників, трав'яного та мохово-лишайникового покриву, тип ґрунту та назву фації [153].

Безпосередньо для збору даних в полі використано КПК зі встановленим програмним продуктом ArcGIS for Windows Mobile та вбудованим GPS навігатором. За допомогою GPS на карті встановили позначку місця, в якому проводились дослідження, а у самому проекті заповнили необхідні поля.

Особливістю даного методу є точна просторова і часова фіксація, що дає змогу перевірити матеріали спостережень, повторити їх в інший сезон.

Для перевірки даних були обрані ділянки соснового лісу з домішками листяних порід у підліску, березняки, вільшаники та субори в південній частині парку та діброви, діброви з домішками липи та ясеню в північній частині парку. Дослідження проведено в весняний, літній та осінній періоди 2014-2020 рр. в рамках наукових польових виїздів та практик студентів-географів.

Зокрема, було здійснено опис домінантних, субдомінантних та унікальних типів фацій, що дало можливість уточнити результати камеральних робіт, доповнити та скоригувати назви та межі деяких фацій.

Також в ході дослідження було використано метод маршрутного знімання. Воно удосконалене, порівняно з традиційним, за рахунок створення та використання геобаз даних і електронного картографічного матеріалу.

Для більш зручного проведення маршрутного знімання використовувались пристрої КПК із встановленим програмним забезпеченням ArcGis for Windows Mobile, що дозволяє створювати електронну базу геоданих та використовувати, редагувати дані, які вже зібрані безпосередньо в польових умовах.

Під час маршрутного знімання використовувались також пристрої Trimble, які теж оснащені GPS-навігаторами. В програмі ArcPad відмічалися точки переходу фацій та відповідно до атрибутивної таблиці заносилася інформація про характеристику фації [162].

ArcPad являє собою міні-ГІС, адже, дозволяє створювати шейп-файли безпосередньо в полі, редагувати існуючі [63].

ArcGIS for Windows Mobile використовувався лише для збору даних. У ньому можливо вносити будь-які правки, створювати шари; даний програмний продукт дозволяє працювати тільки з готовою базою даних, що заздалегідь створюється на комп'ютері [14].

Для опису фації в точці (за заданим стандартним бланком) більш підходящим є ArcGIS for Windows Mobile. Для запису уточнень, відповідності (чине відповідності) на маршруті краще використовувати ArcPad [162].

За укладеною картою-гіпотезою ПТК було обрано маршрут, який пролягає через домінуючі та субдомінуючі фації. Під час проходження маршруту було відмічено точками межі усіх класів, що перетинав заданий маршрут (рис. 3.5, 3.6).



Рис. 3.5. Маршрут польового дослідження А-В

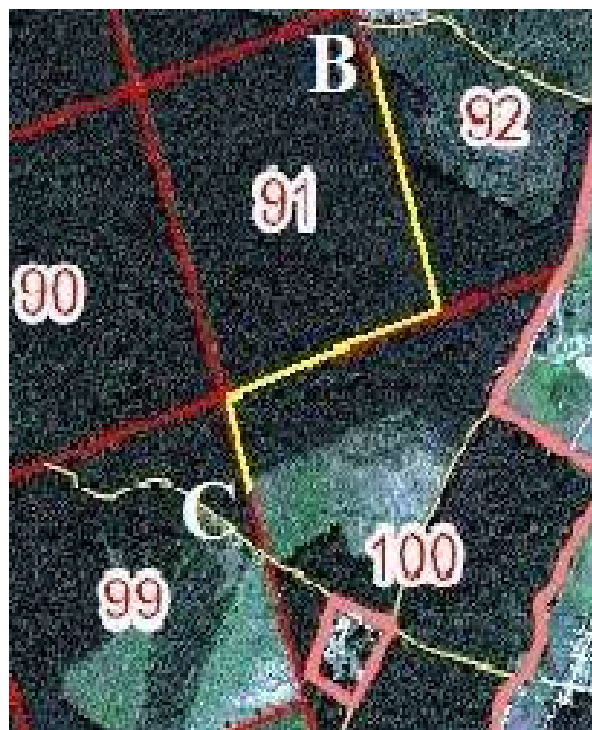


Рис. 3.6. Маршрут польового дослідження В-С

Маршрут було закладено по ґрунтовій дорозі між селом Сорокове та смт. Краснокутськ між пунктами А-Б в межах борової тераси долини річки Мерла в напрямку з Пд-Сх на Пн-Зх з підвищеної частини тераси до зниженої.

Укладання викопіровок з ландшафтної карти вздовж заданого маршруту полягало в побудові буферу, через функцію Geoprocessing —Bufer, у 50 метрів за цим маршрутом (межі видимості). Як результат — було отримано область навколо маршруту, для відображення класів через які проходив закладений маршрут. За межами буферу було виконано операцію обрізки (Geoprocessing —Clip), для виділення фрагменту карти, що потрапляє в межі буферу.

Аналізуючи перший маршрут А-В (рис. 1.12), можна зробити висновок про ряд неточностей: на карті-гіпотезі було виділено болото у класі сосни з густим підліском, та ще декілька ділянок березняка, яких при польовому дослідженні не було виявлено.

В районі досліджуваних точок були виявлені підвищення з осередками сосни з ліщиною у підліску, березняка, молоді сосни (рис. 3.7). В окремих випадках березові угруповання були ідентифіковані автоматично як сосна з ліщиною у підліску, що спричинено незначними площами окремих рослинних асоціацій (меншими за роздільну здатність космічного знімку).

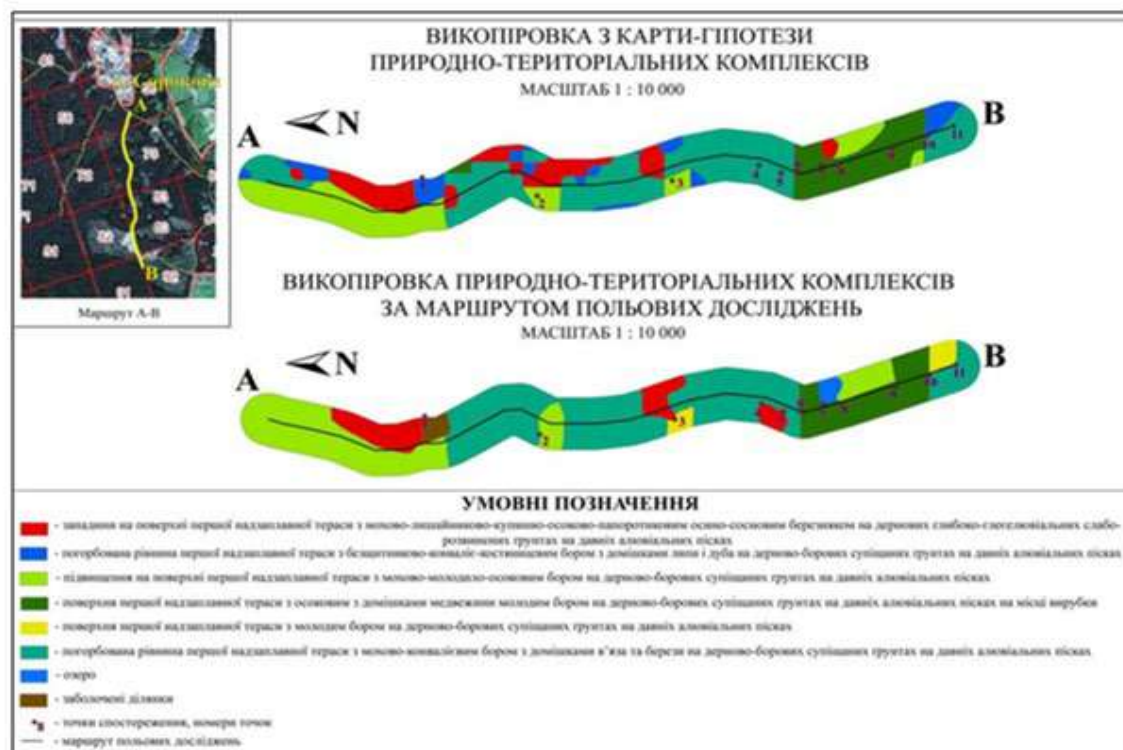


Рис. 3.7. Викопівка ПТК НПП «Слобожанський» за маршрутом А-В

Межі молодого бору на місці вирубок виділилась чітко. А озеро, яке знаходилось поряд з вирубкою, було віднесено до класу березняка. Також виявлене озеро не було виділено в клас водойм з відкритим водним дзеркалом через свою маленьку площу. Чітко була відмежована сосна без підліску від вирубки й від насадження молоді сосни на місці вирубок.

Друга частина маршруту (між точками В-С) пролягла по просіці між виділами (рис. 3.8). Від угруповань молоді сосни, аж до угруповань тополі, спостерігався клас сосни з домішками берези, проте на карті-гіпотезі було виділено багато класів які не були знайдені — це березняк, сосна з домішками липи та ліщиною у підліску, сосна без підліску та вільшаник. Асоціація тополі за результатами класифікації було віднесено до класу березняка, через те що листяні породи дерева (береза та тополя) мають схожу яскравість на космознімку, а окремий клас тополі з домішками липи не був виділений при проведенні класифікації з навчанням.



Рис. 3.8. Викопіровка ПТК НПП «Слобожанський» за маршрутом В-С

За результатами проведення маршрутного знімання можна зробити висновок, що під час дешифрування космічного знімку межі рослинних угруповань було виділено досить чітко. Проте польові знімання показали, що деякі угруповання листяних порід дерев (тополя та липа) не були виділені. Це пов'язано з тим, що розрізнити деякі породи листяних досить складно через недостатню роздільну здатність космічного знімку.

Для збору даних використовувалося програмне забезпечення ArcPad, що включає розширені можливості спільного використання ГІС та GPS для швидкого і ефективного збору, редагування та відображення географічної інформації в полі.

Дані, які використовуються в польових роботах, відкріплюються від багатокористувацької або персональної бази геоданих, а по закінченні робіт,

внесені зміни синхронізуються з базою геоданих і стають доступними всім користувачам. ArcPad є частиною корпоративного ГІС-рішення та безпосередньо інтегрується з ArcGIS for Desktop і ArcGIS for Server.

Також було проведене ландшафтне профілювання. Профіль був закладений між пунктами С та D з підвищеної ділянки тераси на лівому березі Мерли до пониженої частини – її заплави з півдня на північ (рис. 3.9 та 3.10).

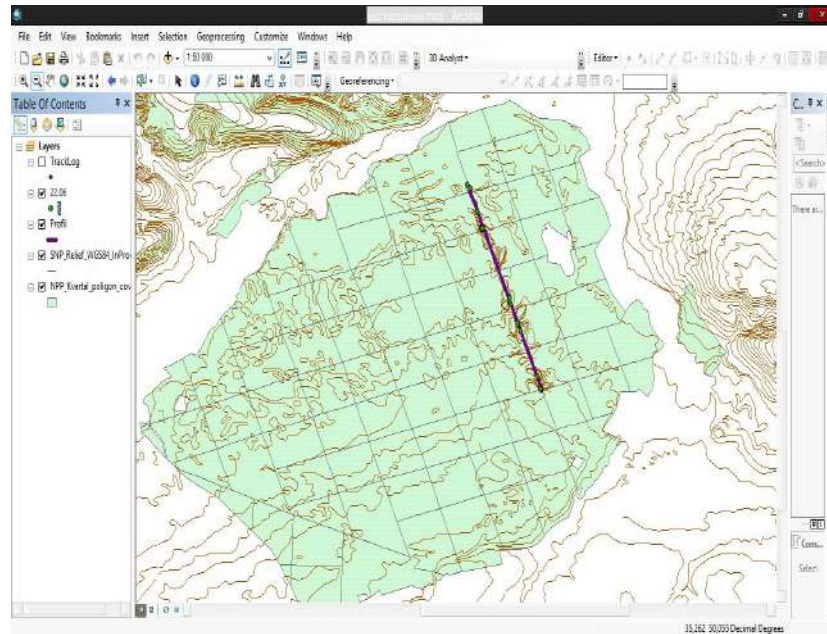


Рис. 3.9. Лінія на векторному шарі рельєфу

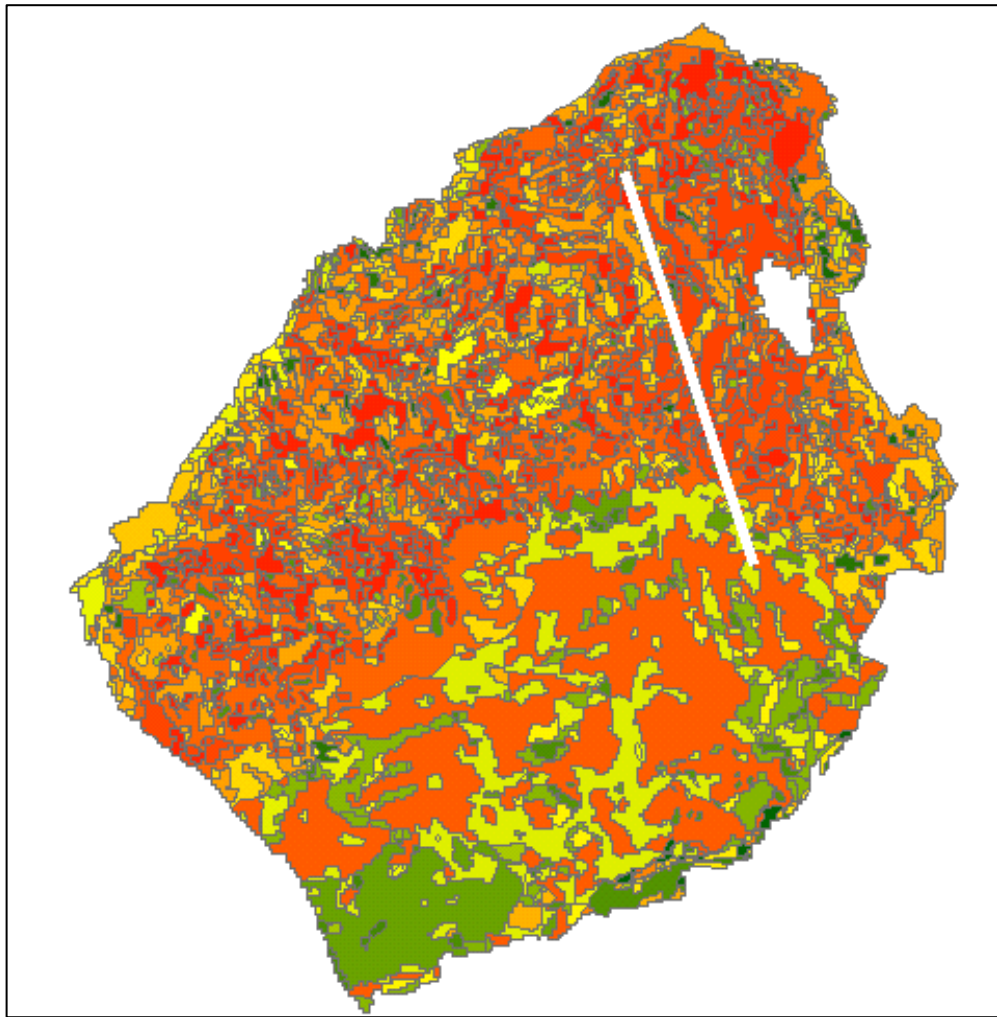
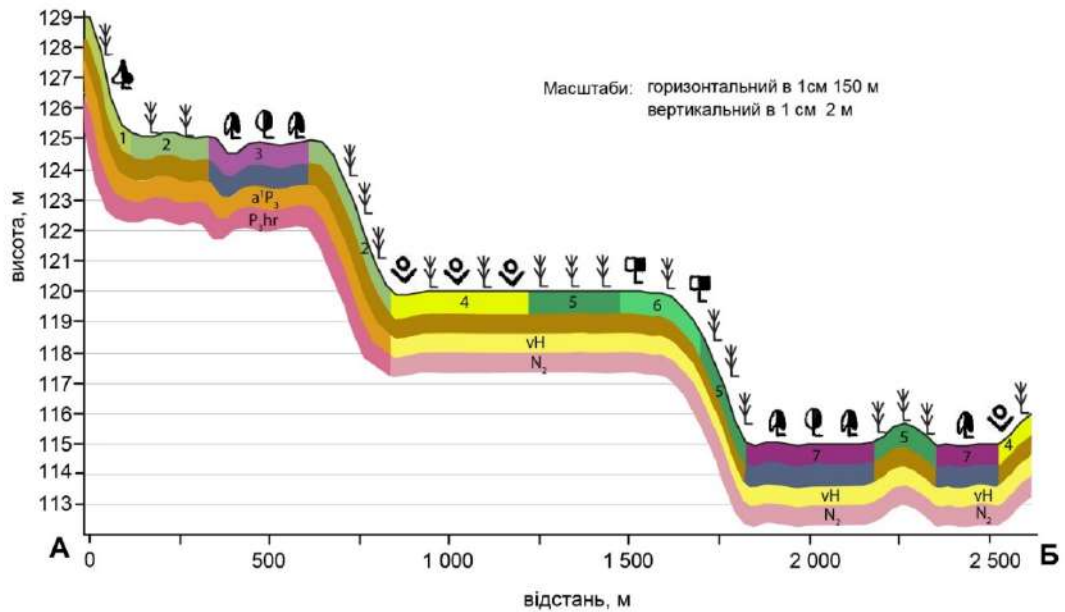


Рис. 3.10. Закладання лінії профілю з ландшафтних міркувань

Висоти ділянок значно коливалися в межах від 129 до 115 м. Рельєф обраної ділянки характеризується частим чергуванням підвищень та западин на поверхні першої надзапавної тераси. Обрана лінія профілю включає не лише найбільш характерні для досліджуваної території форми рельєфу, а й відбиває різноманітність рослинного покриву (рис. 3.11).

**Ландшафтний профіль по лінії С - D
в межах борової тераси НПП «Слобожанський»
(просіка між кварталами 81-82 — 28-29 Гутянського лісництва)**



Умовні позначення:

Рослинні уруповання	Ландшафти
липовий субір	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
субір з ліщиною у підліску	3 Зниження на підвищених рівнинах першої надзаплавної тераси на давньоалювіальних піщаних і супіщаних відкладах з осиковим березняком на дернових оглесних зв'язно-піщаних ґрунтах
субір з черемшиною у підліску	4 Дрібногості рівнини першої надзаплавної тераси на еолових піщаних відкладах бруслиново-ліщиновим бором на опідзолених зв'язно-піщаних ґрунтах
осиковий березняк	5 Дрібногості 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 оглесних зв'язно-піщаних ґрунтах
дернові оглесні зв'язно-піщані ґрунти	
Четвертинні відклади	
vH голоценові еолові піщані відклади (піски зв'язні кварцеві крупнозерністі, що утворюють горби та кучугури)	
a ¹ P ₃ верхньоплейстоценові піщані алювіальні відклади (піски, супіски, суглинки)	
Геологічна будова	
N ₂ відклади неогеної системи (пліоцену) нерозчленовані (піски, глини)	
P ₂ hr відклади палеогеної системи харківської світи (піски глауконітово-кварцеві, пісчаники)	

Рис. 3.11. Ландшафтний профіль досліджуваної ділянки

У результаті здійснення вищеописаних польових досліджень із внесенням методичних і програмних корективів, нами було сформовано образи природно-територіальних комплексів (рис 3.12).

Формування таких образів ландшафтів залежить від теоретичної обізнаності дослідника, результатів рекогносцирування території, застосування методів ключових точок.

Впродовж тривалого часу проводиться моніторинг окремих ключових ділянок, які впродовж дослідження виявлено змінюваними – це дає змогу визначити об'єкти-індикатори змін ландшафтів рівня фацій. Зокрема нами було виявлено, що до таких об'єктів можна віднести водні об'єкти, а також зміну фаціальної структури ландшафту.

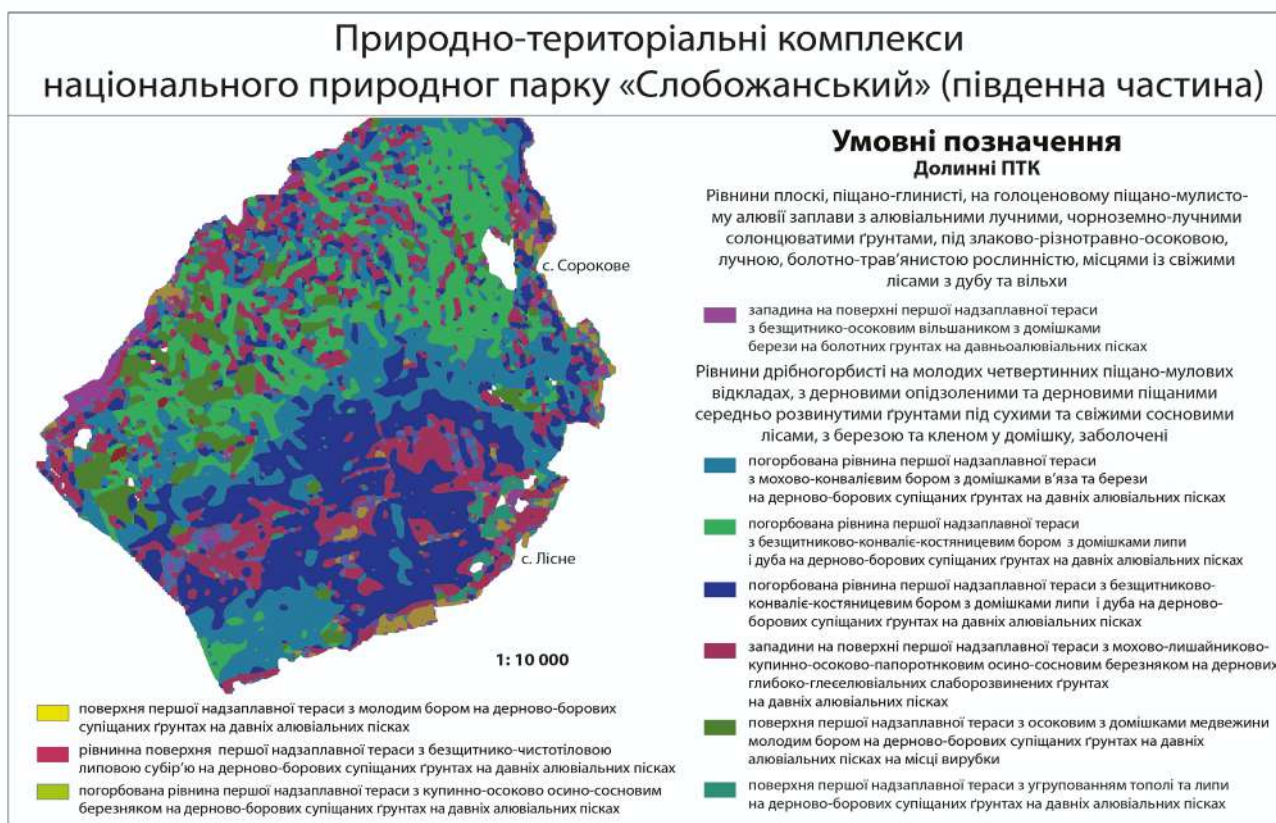


Рис. 3.12. Карта-гіпотеза природно-територіальних комплексів південної частини НПП «Слобожанський» станом на 2014 р. [153]

3.3.2. Сучасна технологія великомасштабної польової зйомки

Будь-яке ландшафтознавче дослідження починається с рекогностування території. Для удосконалення цього етапу ми використовували програмне забезпечення NextGis. Зокрема, ми завантажили за допомогою GPS з'єднання актуальну карту OSM, проте її детальність не дозволяє планувати маршрут рекогностування, враховуючи особливості ландшафтної структури. Тому, в нашому дослідженні ми використовували актуальні на момент дослідження космічні знімки Sentinel-2 та Planet Scope. Таким чином, ми визначали не лише різноманіття ландшафтів на місцевості, але й відмічали різновиди еталонних ділянок для майбутньої класифікації космічного знімку. Традиційно в ландшафтознавстві прийнято після рекогностування території укласти карту-гіпотезу, яку в подальшому методом ключових ділянок, ландшафтного профілювання перевіряють на місцевості (рис. 3.13).

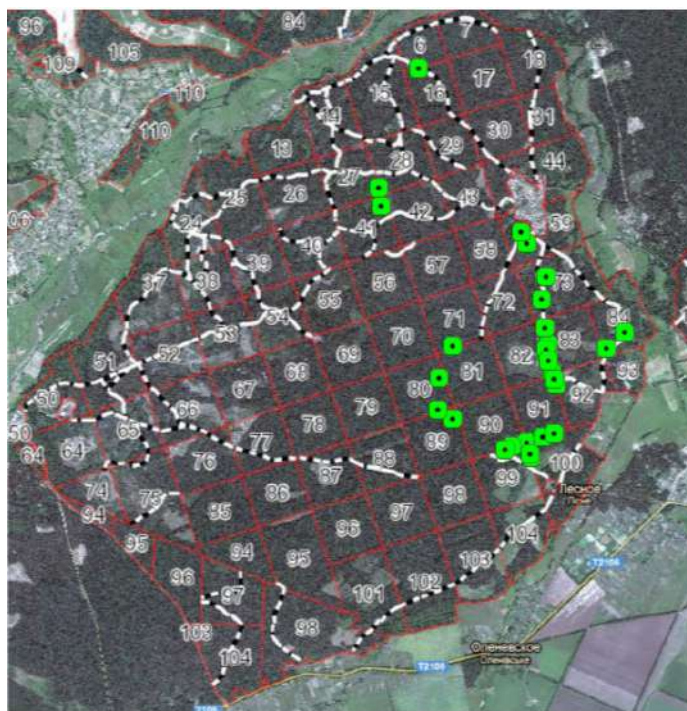


Рис. 3.13.Точки збору фактичного матеріалу

Перевірити правильність автоматично виділених контурів безпосередньо в польових умовах є одним із важливих етапів ландшафтних досліджень.

Зокрема, було здійснено опис типів фацій, сім із яких представлені нижче:

1. Погорбована рівнина першої надзаплавної тераси з мохово-конвалієвим бором з домішками в'яза та берези на дерново-борових супіщаних ґрунтах на давніх алювіальних пісках.

2. Западини на поверхні першої надзаплавної тераси з мохово-купинно-папоротниковим осино-сосновим березняком на дернових глибоко-глеє-елювіальних слаборозвинених ґрунтах на давніх алювіальних пісках.

3. Підвищення на поверхні першої надзаплавної тераси з мохово-молодило-осоковим бором на дерново-борових супіщаних ґрунтах на давніх алювіальних пісках.

4. Поверхня першої надзаплавної тераси з осоковим з домішками медвежини молодим бором на дерново-борових супіщаних ґрунтах на давніх алювіальних пісках на місці вирубки.

5. Западина на поверхні першої надзаплавної тераси з безщитнико-осоковим вільшаником з домішками берези на болотних ґрунтах на давньоалювіальних пісках.

6. Погорбована рівнина першої надзаплавної тераси з безщитниково-конваліє-костяницевим бором з домішками липи і дуба на дерново-борових супіщаних ґрунтах на давніх алювіальних пісках.

7. Рівнинна поверхня першої надзаплавної тераси з безщитнико-чистотілово-липовою субір'ю на дерново-борових супіщаних ґрунтах на давньоалювіальних пісках.

Із 7 досліджених типів 1-3 та 6 є доміантними фаціями. А фація № 5 є унікальною для надзаплавної тераси. Вона не була нанесена на карту-гіпотезу і була виявлена в ході польових досліджень.

Субдоміантні фації заболочених ділянок, що розташовані в знижених частинах борової тераси, досліджено було неповністю через велику кількість опадів на період проведення польових робіт. Роботу суттєво ускладнило близьке залягання ґрунтових вод. Проте ці точки було відмічено для подальшого збору

польових даних та моніторингу. Моніторинг заболочених ділянок — є однією з ключових задач парку через значне пересихання боліт.

Отже, дослідження ключових ділянок було удосконалено використанням геоінформаційних технологій, зокрема програми ArcGis Mobile. На основі отриманих даних був здійснений опис найважливіших елементів ландшафтної структури. Зокрема, були виділені домінантні та субдомінантні фації, подана їх характеристика, що в подальшому було використано для укладання ландшафтної карти НПП «Слобожанський».

Традиційно польові дослідження проводяться з використанням бланків фацій у паперовому вигляді. В сучасних умовах ландшафтні дослідження включають напівавтоматизований збір фактичного матеріалу в польових умовах. Завдяки використанню різноманітних мобільних ГІС-додатків розповсюдженим є збір фактичного матеріалу або уточнення контурів, виділених автоматично, безпосередньо в полі напівавтоматично. Необхідну інформацію автор заносить до електронної версії мобільного додатку зазвичай у вигляді таблиці, поля якої готуються завідома в камеральних умовах перед початком роботи.

Одним із таких додатків є NextGIS. Ця ГІС-програма працює з QGIS і дозволяє створювати, управляти, аналізувати набір даних з візуалізацією матеріалів у вигляді картографічних творів (рис. 3.14).

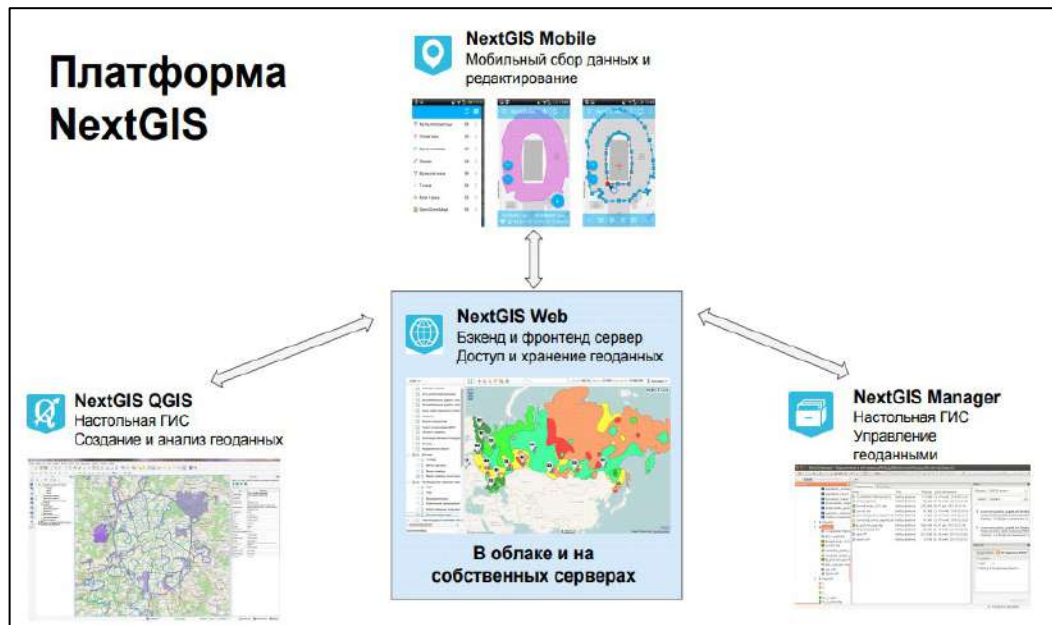


Рис. 3.14. Можливості зберігання геоданих на основі платформи Next Gis [17]

Використання інструментів Next GIS дозволяє створювати проекти із полями, які потім заповнюють безпосередньо в польових умовах (рис. 3.15).

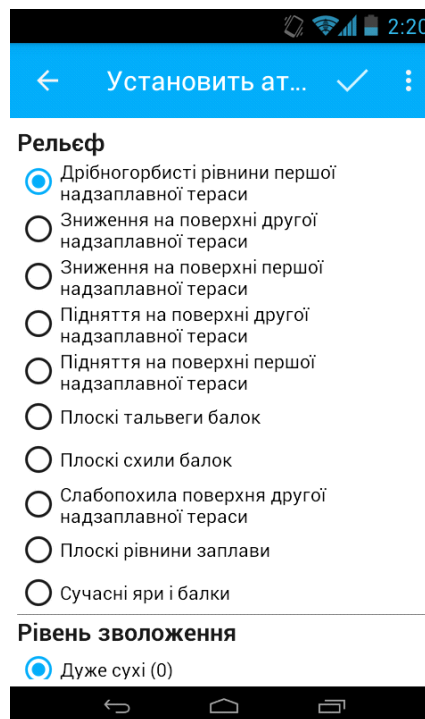


Рис. 3.15. Атрибутивна інформація в програмі NextGIS

На місцевості були перевірені контури в районі села Сорокове (рис. 3.16).

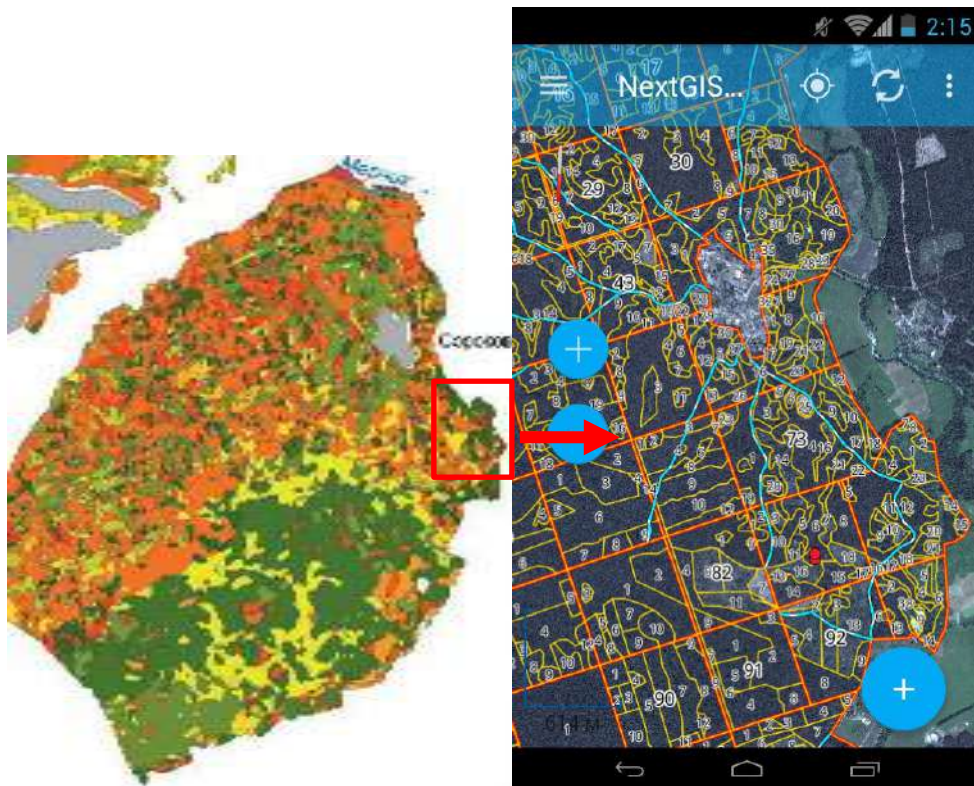


Рис. 3.16. Територія, в межах якої використані польові методи: ключових точок, маршрутного знімання та ландшафтного профілювання

Під час маршрутного знімання використовувались також пристрої Trimble, які теж оснащені GPS-навігаторами. В програмі ArcPad відмічалися точки переходу фацій та відповідно до атрибутивної таблиці заносилася інформація про характеристику фації.

ArcPad являє собою міні-ГІС, адже, дозволяє створювати шейп-файли безпосередньо в полі, редагувати існуючі [162].

Після перевірки ландшафтних контурів на місцевості було виявлено, що вони майже точно збігаються з виділеними.

Польові дослідження, з використанням програм ArcPad та NextGIS проводилися автором для економії часу та поєднання напівавтоматичної роботи на всіх етапах [20].

Отже, нами експериментально визначені інформаційні об'єкти, якими доцільно скористатись у ході ландшафтного картографування і обґрунтування конкретних об'єктів моніторингу.

- Запропоновано методику послідовного аналізу геоданих, у т. ч. Високоточної роздільної здатності, які раніше не використовувались у таких задачах.

- Використано атрибутивну інформацію із експериментальним застосуванням програми NextGIS і уперше складено у такий спосіб ландшафтну карту тестової ділянки (с. Сорокове).

- Обґрунтовано комплексну методику ландшафтного картографування для потреб моніторингу. Методика включає:

- вибір комбінацій спектральних діапазонів зображень,
- визначення контурів та уточнення за спектральними характеристиками рослинного покриву,
- оверлейний аналіз для комплексного визначення об'єктів моніторингу,
- корекцію результатів на основі тестових польових спостережень і
- коректування результатів за сукупністю показників.

3.4. Доступні технологічні та апаратні засоби моніторингу

3.4.1. Можливості використання космічної інформації. Landsat 8, Sentinel-2, Planet Scope

В якості вхідних даних був наданий космічний знімок Landsat 8, що включав в себе 11 каналів. Із всього цього набору каналів для досягнення поставленої мети було використано 7 каналів – від 2-го до 8-го які відповідають різним діапазонам спектру.

Знімки Landsat 8 є безкоштовними і зйомка проводиться з періодичністю в 16 діб. Різні їх види мають розширення 15-100 м : 15 (PAN), 30 (VNIR,SWIR), 100 (TIR) [158].

Першочергово в дослідженні були використанні саме космічні знімки Landsat 8, так як вони мали достатнє розширення для укладання ландшафтної карти-гіпотези і були відкритими для використання на момент початку дослідження (2014 р.) .

Короткохвильовий інфрачервоний канал дозволив проаналізувати рослинний покрив території дистанційними методами (рис. 3.17).

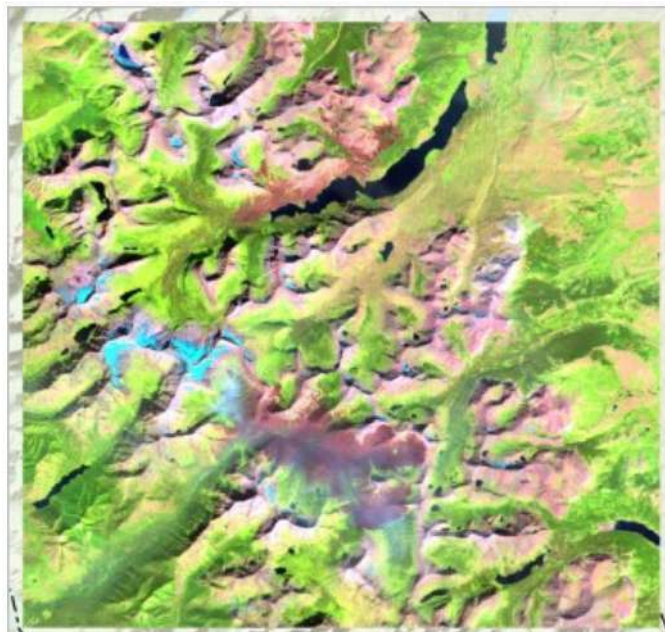


Рис. 3.17. Тематичний шар як приклад зображення заліснених територій і змінених пожежами [158]

Загалом Landsat 8 складається з 11 каналів, які в різних комбінаціях візуально відображають ситуацію місцевості (рис. 3.18).

Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Рис. 3.18. Таблиця характеристик спектральних каналів космічного знімку Landsat 8 [158]

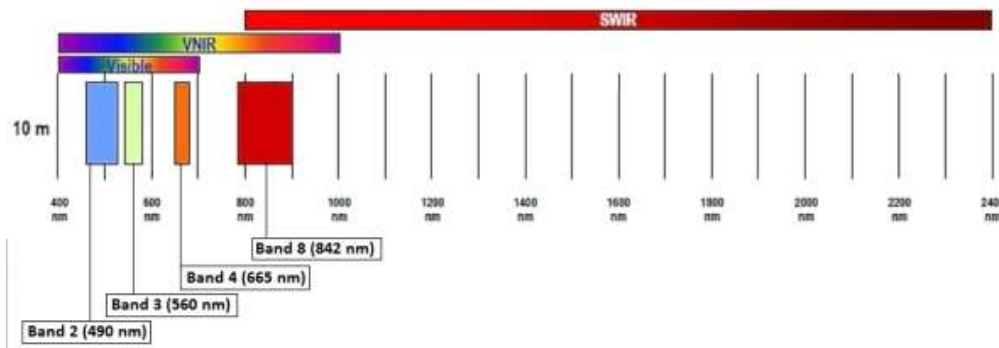
Sentinel-2 – це сімейство космічних знімків Європейського космічного агентства, які використовують для моніторингу та своєчасного виявлення екологічних лих за проектом «Коперника» (Copernicus).

Перший супутник, Sentinel-2A, був запущений 23 липня 2015 року. Запуск супутника Sentinel-2B був запущений 7 березня 2017. Космічні знімки дозволяють проводити глобальний моніторинг стану земель, виявляти лісові пожежі тощо.

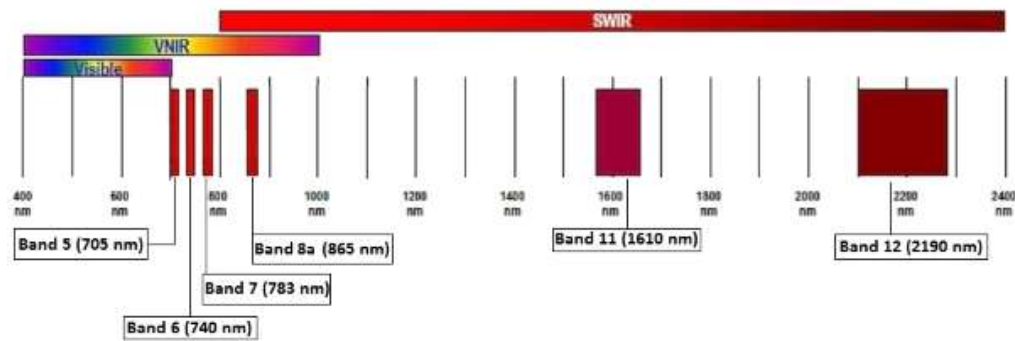
Космічні знімки Sentinel-2 складаються із 13 спектральних каналів в видимій, ближній інфрачервоній (VNIR) та короткохвильовій зонах спектру (SWIR). Кожний канал має різне розширення. Супутник проводить зйомки з проміжком 2-3 дні в середніх широтах, та кожні 5 днів на екваторі. За проектом супутник проводитиме космічне знімання території до 2021 року, а в подальшому його технічні характеристики мають бути змінені і удосконалені. Кожний канал має різне розширення (рис. 3.19) [142].

Дешифрування космічних знімків використовують для вирішення ряду задач в сільському господарстві, лісовому господарстві, для виявлення змін землекористування, змін рослинного покриву. За даними проводять зіставлення

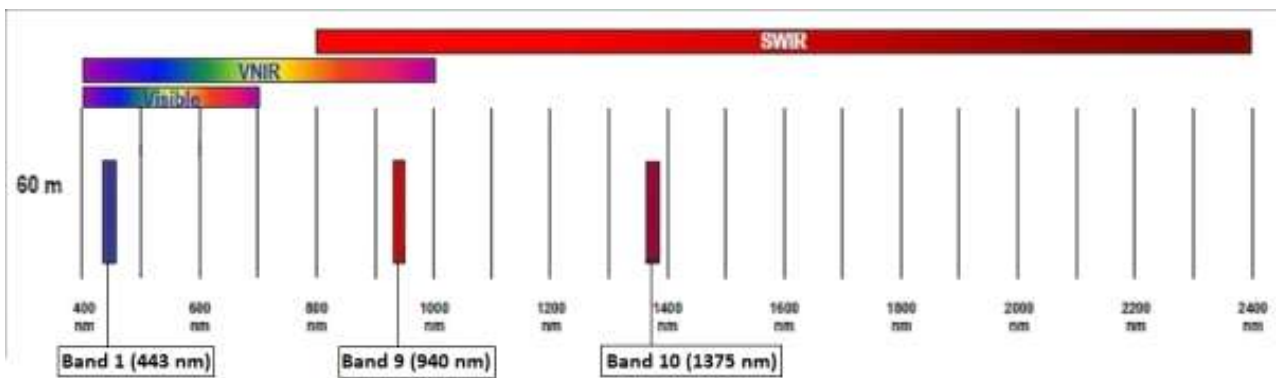
біофізичних параметрів, таких як вміст хлорофілу листків, вміст води листя, індекс листової поверхні; моніторинг прибережних і внутрішніх вод; оцінюють ризик та картографують надзвичайні ситуації.



а



б



в

Рис. 3.19. Спектральні канали Sentinel-2 з розширенням: а - 10 м: B2 (490 nm), B3 (560 nm), B4 (665 nm) і B8 (842 nm); б – 20 м: B5 (705 nm), B6 (740 nm), B7 (783 nm), B8a (865 nm), B11 (1610 nm) та B12 (2190 nm); в – 60 м: B1 (443 nm), B9 (940 nm) та B10 (1375 nm) [158]

Такий набір спектральних каналів, експериментально обраний нами у ході методичного забезпечення дослідження, дозволяє дешифрувати географічні об'єкти в залежності від їх характеристик (рис. 3.20) [110].

Для роботи з космічним знімком першочерговим завданням є підготовка тематичних зображень кожного спектрального каналу.

Зокрема, використовуються можливості інструменту Semi Automatic Classification Plugin програмного забезпечення QGis.

Перед початком роботи з каналами проводиться атмосферна корекція, яка дозволяє виключити частину похибок, спричинених хмарами, які можуть сильно впливати на якість результатууючого тематичного зображення.

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Рис. 3.20. Таблиця характеристик спектральних каналів космічного знімку Sentinel-2 [158]

Для дослідження було обрано космічні знімки за такі дати: 06.08.15, 31.07.16 (рис. 3.21).

Представлення результатів фаціальної структури території з використанням даних космічних знімків Sentinel-2 потребує дешифрування по космічним знімкам рослинних угруповань. Роздільна здатність окремих каналів (band 2, band 3, band 4, band 8) – 10 м, дозволяє дешифрувати більш детально рослинний компонент. Створення багатоканального спектрального зображення потребує об'єднання спектральних каналів band 2 - band 12 за допомогою програмного забезпечення QGis.



Рис. 3.21. Багатоканальне спектральне зображення Sentinel-2 після проведення атмосферної корекції за 06.08.15 для території НПП «Слобожанський»

Космічний знімок Planet Score – це космічні знімки високої роздільної здатності (3 м), які дозволяють класифікувати географічні об’єкти з високою точністю в межах невеликої території дослідження. Результат на значну територію має бути генералізовано.

Для знімку цього типу характерна наявність 4 каналів: блакитний, зелений, червоний і ближній червоний, які добре відтворюють ті об’єкти. Які в нашому дослідженні ми виявили індикаторами змін ландшафтних виділів рівня фацій – рослинність та водні об’єкти (рис. 3.22).

Image Characteristics	PlanetScope
Inclination	98°
Orbit height	475 km
Area coverage	24.6 x 16.4 km
Orbit	Sun-synchronous
Spatial resolution	3 x 3 m
Temporal resolution	Daily (since 2017)
Radiometric resolution	16 bit
Band and wavelength (µm)	Band 1 (Blue): 0.45 - 0.51 Band 2 (Green): 0.50 - 0.59 Band 3 (Red): 0.59 - 0.67 Band 4 (NIR): 0.78 - 0.86
Time through the equator	9.30-11.30 local time

Рис. 3.22. Характеристика каналів космічного знімку Planet Score [158]

Planet Score – закриті данні, проте матеріали можуть надаватися безкоштовно, якщо оформити заявку на дослідження в рамках науково-дослідної роботи.

3.4.2. Власний досвід ландшафтної інтерпретації геоданих

Сучасна інтерпретація ландшафтів не обмежується традиційними методами дослідження, а й включає роботи з матеріалами дистанційного зондування Землі, обробку даних БПЛА.

В нашому дослідженні геодані були отримані безпосередньо в польових умовах – рекогносцирування території, використання бланк опису фацій, використання приладів високоточного геопозиціонування та під час камеральних робіт – обробка даних ДЗЗ, укладання карти-гіпотези, уточнення даних.

На місцевості ми спиралися на класичне визначення типів ландшафтів шляхом опису фацій на ключових ділянках.

Для укладання карти-гіпотези нами було запропоновано інтерпретувати геодані шляхом створення образів ландшафтів після дешифрування космічних знімків.

Зокрема і в полі, і при камеральних роботах ми спирались на те, що основою для інтерпретацій фацій є рослинність. На місцевості ці данні частково отримуються під час рекогносцирування (а також особливості рельєфу), при описі фацій на ключових ділянках. В камеральних умовах деякі данні отримані з картографічних матеріалів, Літопису природи парку, з даних дешифрованого космічного знімку. Акцент нашої удосконаленої методики пов'язаний із створенням алгоритму і вибором інструментів обробки космічних знімків, щоб сформувати образи ландшафтів для карти-гіпотези.

Метод контрольованої класифікації із визначенням еталонних ділянок є ефективним при інтерпретації ландшафтних геоданих (рослинності, наявності водних або відкритих поверхонь) в камеральних умовах.

Висновки до розділу 3

Автором експериментально визначені інформаційні об'єкти, якими доцільно скористатись у ході ландшафтного картографування і обґрунтування конкретних об'єктів моніторингу: контури водних об'єктів та рослинності.

1. На основі значного переліку сучасних геоінформаційних методів і технологій, застосовуваних у такому комплексі уперше, визначено й обґрунтовано індикативні об'єкти фаціального рівня для ландшафтного моніторингу, розроблено алгоритм прослідковування їх динаміки й самоорганізації в умовах регіонального кліматичного тренду та різнобічного антропогенного тиску.

2. Представлено удосконалену методику польового етапу ландшафтного знімання з використанням GPS-навігаторів, електронного польового бланку. В роботі були висвітлені результати з використанням інструменту ArcGIS for Windows Mobile «Збір даних» (Create Inspection Report), ArcPad, NextGis при описі фацій у ключових точках, маршрутному зніманні з метою уточнення меж фацій та ландшафтному профілюванні. Використано атрибутивну інформацію із експериментальним застосуванням програми NextGIS і уперше складено у такий спосіб ландшафтну карту тестової ділянки (с. Сорокове).

3. Запропоновано методику послідовного аналізу геоданих, у т.ч. високоточної роздільної здатності, які раніше не використовувались у таких задачах. Успішно апробовано комплекс методів аналізу ландшафтної структури (на рівнях від місцевості до фації) території НПП, з використанням комп'ютерних алгоритмів навчання системи і без нього.

4. Обґрунтовано комплексну методику ландшафтного картографування для потреб моніторингу. Методика включає:

- вибір комбінацій спектральних діапазонів зображень,

- визначення контурів та уточнення за спектральними характеристиками рослинного покриву,
- оверлейний аналіз для комплексного визначення об'єктів моніторингу,
- корекцію результатів на основі тестових польових спостережень і
- коректування результатів за сукупністю показників.

РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИКАТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗ

4.1. Ландшафтна структура території дослідження

Для території НПП «Слобожанський» дослідження природно-територіальних комплексів на рівні місцевостей було проведено в рамках Проекту створення національного природного парку (рис. 4.1 та 4.2) [13].

НПП «Слобожанський» знаходиться в межах:

- схилової-прирічкової місцевості: похилосхиліві слабо розчленовані верхів'ями балок простори схилів плакорів та похилоопуклі міжбалочні простори з чорноземами типовими середньогумусними, опідзоленими, реградованими, темно-сірими лісовими ґрунтами переважно на лесових породах із сільськогосподарською рослинністю;

- балково-долинної: похилі улоговини стоку з лучними, часом лучно-болотними ґрунтами на лесових породах з бур'янистою, лучною різнотравно-злаковою та лучно-болотною рослинністю;

- піщано-терасованої долинної місцевості: заозерені піщано-борові місцевості; та заплавних місцевостей [13].

В рамках Проекту організації території [90] було проведено картографування ландшафтної структури на рівні урочищ [98]. Зокрема, її розробником була О. Сінна під керівництвом О. Клімова в 2013 році. В 2014 році студентами кафедри фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна за участю автора було уточнено та деталізовано результати попередніх досліджень та укладено карту урочищ території НПП [16] (рис. 4.3 та 4.4.).

У межах НПП, за відсотком площі ландшафтних одиниць у загальній площі парку, можна визначити, що доміантними урочищами є, по-перше, рівнини лесові, піднесені й відносно вирівняні на нижньо-середньоміоценовій

основі, з сірими і темно-сірими ґрунтами під свіжими кленово-липовими дібровами віком понад 100 років, що є основною, «фоною» ландшафтною одиницею частини НПП на правому березі річки Мерла, а по-друге, рівнини дрібно горбисті на молодих четвертинних піщано-гравійних відкладах борової тераси з дерновими опідзоленими та дерновими піщаними середньо розвинутими ґрунтами, з сосновими лісами, які складають основу лівобережної частини НПП (відносно русла р. Мерла).

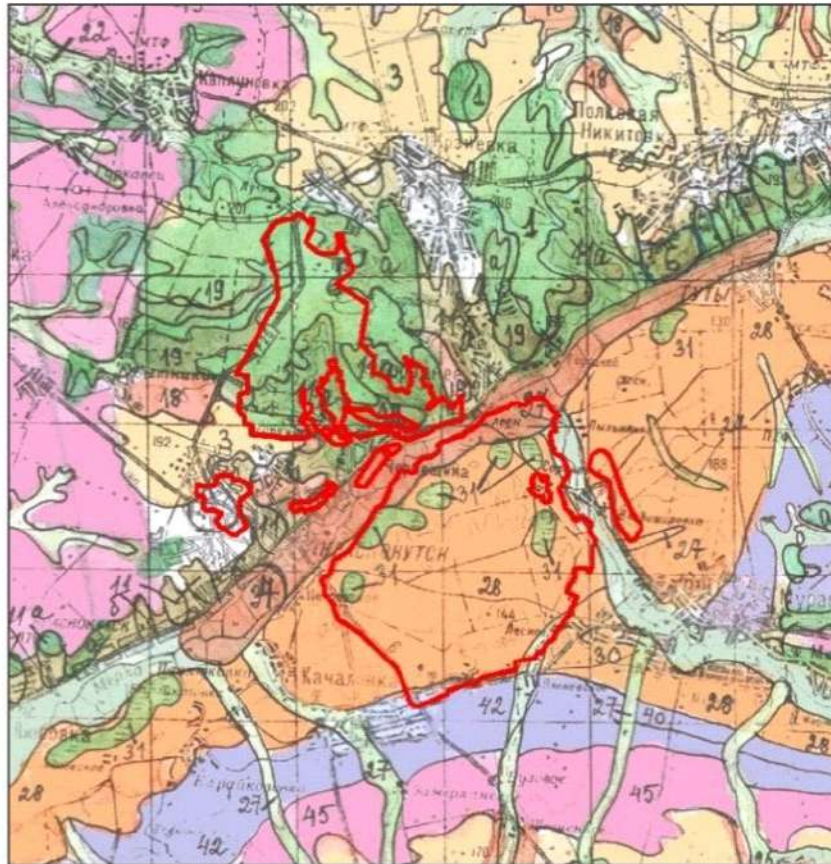
Субдомінантними ландшафтними утвореннями північної частини, що належить плато, є долинно-балкові урочища, що пронизують правий берег р. Мерла (рівнинну вододільну поверхню), у незначній мірі — борову терасу. На крутих схилах балок, переважно на незахищених деревною рослинністю ділянках, наслідками інтенсивних процесів ерозії є сильний змив ґрунту, руйнування схилу, відповідно — утворенням ярів з уривистою та постійно зростаючою лінією брівки.

Ділянки заплави входять до складу території НПП переважно на межі з іншими комплексами, займають незначні площі, однак безпосередньо пов'язані з ландшафтними процесами у межах парку. Заплаву можна віднести до субдомінантних природно-територіальних комплексів.

До рідкісних ландшафтних утворень території дослідження ми відносимо, відповідно до мети дослідження, окремі заболочені ділянки, а також озера у зниженій частині борової тераси, що мають бути більш детально визначені на фаціальному рівні, у внутрішній мозаїці урочища. Характеризуються відносною нестійкістю, чутливо реагують на зміни, тому потребують особливої уваги.

Місцевості долини річки Мерла (околиці смт. Краснокутськ)

Масштаб 1: 250 000



Умовні позначення

— Межі національного природного парку «Слобожанський»

Плоскі природні комплекси

- 1 Плоскі та слабохвилясті простори з сірими та темно-сірими лісовими ґрунтами, з чорноземами типовими, середньогумусними, ретрадованими, опідзоленими, переважно на лесових породах з кленово-липтово-дубовими лісами, з ділячками лучних степів.
- 3 Плоскі та слабохвилясті простори із сірими та темно-сірими лісовими ґрунтами з чорноземами типовими та ретрадованими під сільськогосподарською рослинністю.

Долінові природні комплекси

Схилові прирідкові місцевості

- 6 Круті слаборозчленовані схили з змитами темно-сірими лісовими ґрунтами, чорноземами типовими середньогумусними, опідзоленими, ретрадованими, переважно на лесових породах з а) листяними лісами, б) лучно-степовою рослинністю.
- 11 Покилохвилюваті слабо розчленовані верхів'яні балок простори схилів північів та похилохвилюваті міжбалочні простори з чорноземами типовими середньогумусними, опідзоленими, ретрадованими, темно-сірими лісовими ґрунтами переважно на лесових породах із сільськогосподарською рослинністю.
- 19 Покилохвилюваті слабо розчленовані верхів'яні балок простори схилів північів та похилохвилюваті міжбалочні простори з кленово-липтово-дубовими лісами та ділячками лучних степів.

Балково-долінові місцевості

- 22 Верхів'я річок, балководні долини малих річок, круті балки з постійними або тимчасовими водотоками, на схилах з темно-сірими лісовими ґрунтами, чорноземами типовими середньогумусними, опідзоленими, ретрадованими, переважно на лесових породах з б) різотравно-злаковою рослинністю, на дни з лучними, часом болотними ґрунтами та лучною різотравно-злаковою рослинністю.
- 27 Похилі улоговини стоку з лучними, часом лучно-болотними ґрунтами на лесових породах з б) бур'янистотою, лучною різотравно-злаковою та лучно-болотною рослинністю.

Піщано-terasові місцевості

- 28 Гербисті (крупно-та мілкокучурні) простори з дерновими підзоленими та дерновими розвиненими піщаними та глинисто-піщаними ґрунтами на давньому алювії, часом із слабодернованими пісками, з основними та сосново-дубовими лісами (піщано-борові місцевості).
- 31 Заозерні піщано-борові місцевості.

Заплавні місцевості

- 33 Плоскі простори з лучно-чорноземними та лучно-чорноземними солонцюватими, чорноземно-лучними та чорноземно-лучними солонцюватими ґрунтами, із злаково-різнотравною рослинністю під сіножатями, випасами, з також городями, та частково розорані.
- 34 Плоскі западини з торфовисто-болотними та торфово-болотними ґрунтами, болотно-різнотравною та чагарниковою рослинністю під сіножатями, випасами.

Лесово-terasові місцевості

- 42 Плоскі простори давніх четвертинних терас, слаборозчленовані балками та похилохвилюватими улоговинами, чорноземами типовими середньогумусними, часом вилугуваними, опідзоленими та ретрадованими, переважно на лесових породах із сілського господарськими утільцями, з неглибокими розораними послодочними бовдями з лучно-чорноземними ґрунтами.
- 45 Похилохвилясті простори неогенових терас, розчленованих балками, ярами та улоговинами стоку, чорноземами типовими середньогумусними, з ділячками вилугуваних та опідзолених, переважно на лесових породах, із сілського господарської рослинністю.

Рис. 4.1. Місцевості Краснокутського району [90]

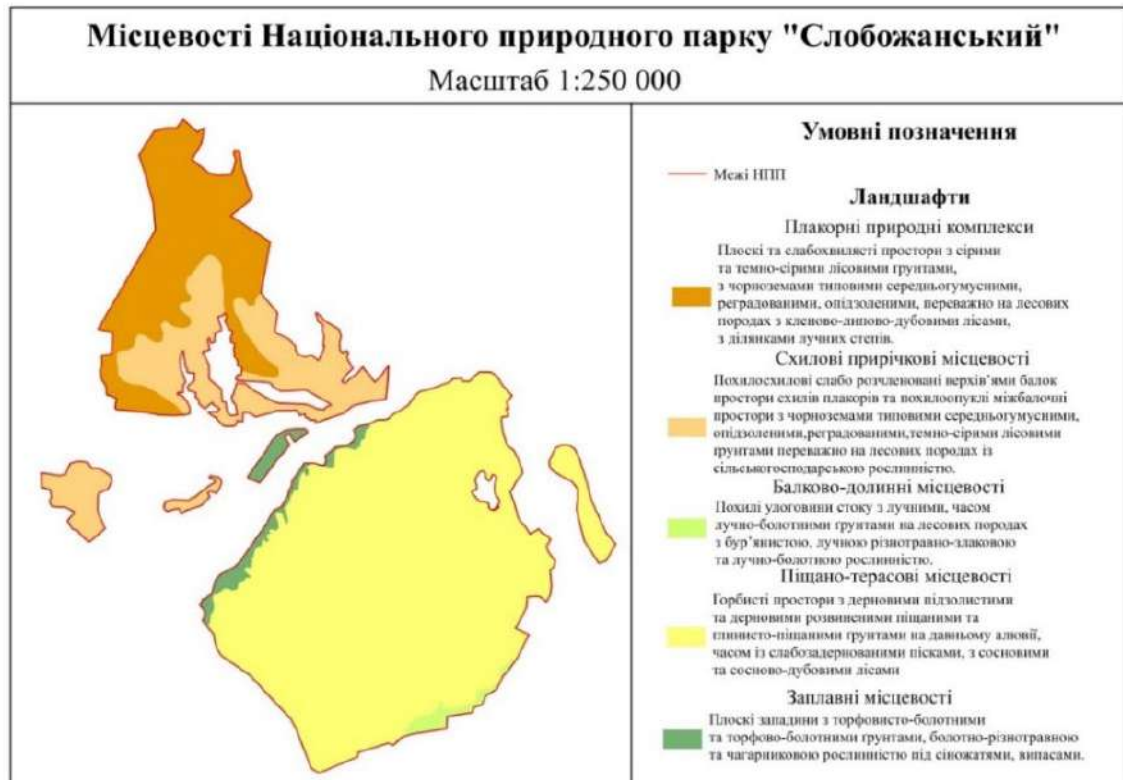


Рис. 4.2. Ландшафтні місцевості НПП «Слобожанський»

ЛАНДШАФТИ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ "СЛОБОЖАНСЬКИЙ"
 МАСШТАБ 1: 50 000

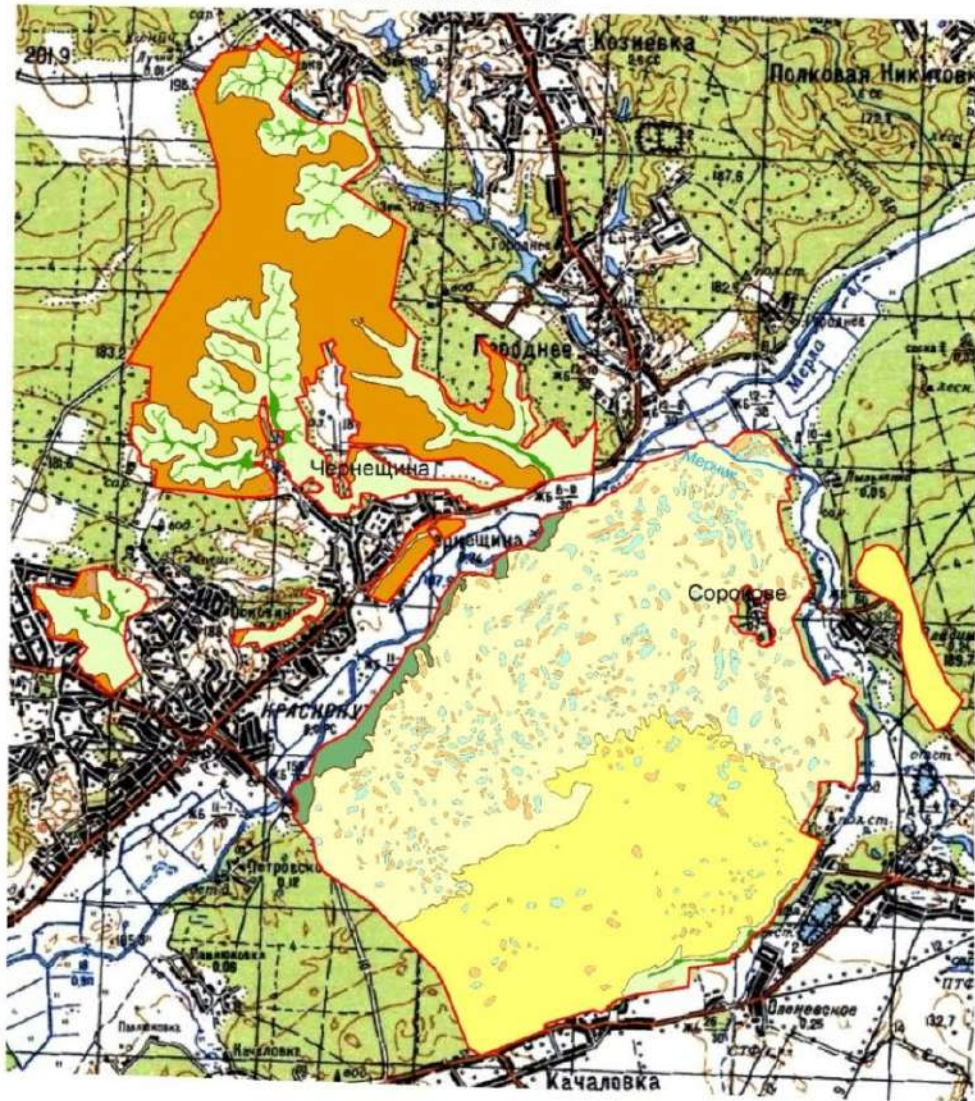


Рис. 4.3. Ландшафтна структура НПП «Слобожанський». Складено за участю автора (2015-2017)



Рис. 4.4. Легенда карти урочищ НПП «Слобожанський»

У ході безперервних досліджень нещодавно створеного національного парку автором було укладено ландшафтну карту фацій всієї території парку з використанням даних космічних знімків Landsat 8 (рис. 4.5 та 4.6).

Для потреб біологічних досліджень національного парку така карта потребує деталізацію на окремих ділянках. Для ландшафтознавчих досліджень необхідною є генералізація отриманих даних.

Дослідження проводяться представниками наукового відділу НПП «Слобожанський», студентами біологічного, екологічного факультету, факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Територія національного парку «Слобожанський» знаходиться в межах Володимирівського лісництва Краснокутського району. Так, як територія представлення різнотиповою деревною рослинністю, в межах лісництва проводять моніторингові дослідження з використанням програми Field Map.

Зокрема, моніторинг типологічного різноманіття лісів проводиться за допомогою методу профілювання та з використанням програмного забезпечення.

В. Пастернак, В. Яроцький, А. Гармаш. проводили дослідження на території НПП «Слобожанський» [79]. Ними було закладено шість профілів (рис. 4.7). На обраних ділянках ними було визначено едатопи. Методика, використана дослідниками, застосовується нами для моніторингу деревостану, відмерлої деревини у Володимирівському лісництві для потреб управління лісових масивів. Також було укладено схематичний геоботанічний план з візуалізацією ділянки «Лісове озеро» (рис. 4.8) [79].

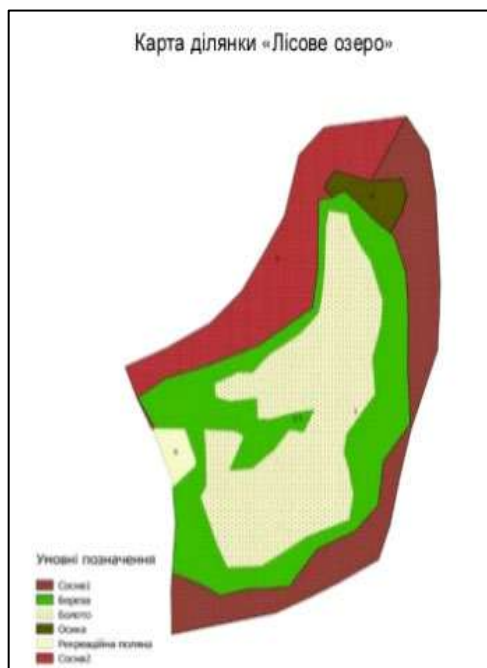


Рис. 4.8. Схематичний геоботанічний план ділянки моніторингу «Лісове озеро» [167]

Озера та болота в межах національного природного парку є унікальними для лісостепової зони. Впродовж останніх років площі водойм змінюються, зменшується площа водного дзеркала.

- сосна зріла без підліску на зниженій поверхні першої надзапавної тераси з чорноземами опідзоленими супіщаними на піщаних еолових відкладах
- сосна молода на дрібногорбистих рівнинах першої надзапавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах
- вільшанники на дрібногорбистих рівнинах першої надзапавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах
- березово-осикові болота в плоских тальвегах балок із опідзоленими намитими суглинистими та глинистими ґрунтами на алювіальних відкладах
- вирубки, порослі листяним лісом на дрібногорбистих рівнинах першої надзапавної тераси з дерновими опідзоленими зв'язно-піщаними і супіщаними ґрунтами на піщаних еолових відкладах
- дуб звичайний на крутих схилах балок і ярів з темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на пролювіальних та алювіально-делювіальних відкладах
- акація в сучасних ярах і промоїнах з опідзоленими намитими суглинистими та глинистими ґрунтами на алювіальних відкладах
- клен польовий на пологих схилах балок з темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на делювіальних відкладах
- осика на крутих схилах балок і ярів із з темно-сірими опідзоленими суглинистими та глинистими ґрунтами на лесових породах на делювіальних відкладах

Рис. 4.6. Легенда карти ландшафтів СНПП

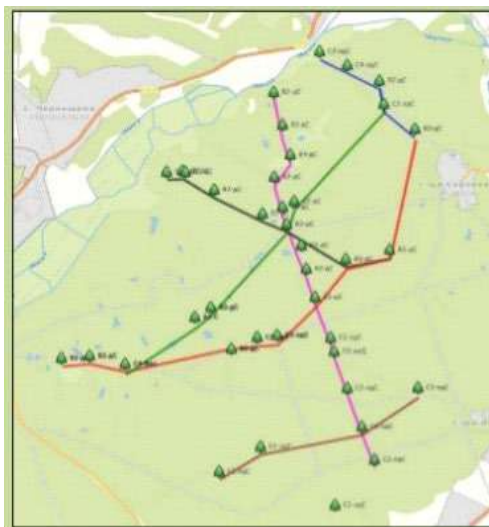


Рис. 4.7. Закладені профілі дослідження [167]

4.2. Попереднє визначення індикаторів структури і стану ландшафтів.

Особливу увагу проблематиці змін на водно-болотних ділянках приділяє відділ науки парку та факультет геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Спільно із співробітниками парку та студентами під час практики автором було здійснено спробу виділяти озера за даними космічних знімків високої роздільної здатності – Sentinel-2 та PlanetScope.

Співробітники парку наукового відділу напрямку географії проводять моніторинг зміни площі боліт та озер за космічними знімками Sentinel-2 по сезонах.

Зокрема, дані містяться в базі, яку легко прив'язати в ГІС-середовищі до території (рис. 4.9).

Номер бол.	Площі вод.	2015-08-21	2015-09-14	2015-11-27	2016-04-11	2016-07-14	2016-08-27	2016-09-19	2016-10-06	2016-11-24	2017-03-19	2017-04-30	2017-05-22	2017-05-31	2017-06-06	2017-07-21	2017-08-24	2017-09-17	2017-11-28
1	11351										1026+98	906+595							
2	13210										147								
3	2734										164+38		181	160					
4	1602										921+318	1000+457	1002+553	355+63	275				
5	6708				398						633+600	689+616	222						
6	15413				235						600	3182+115	6683	8171	3126+174	2649	799	212	113
7	17371	999	1308	573	2717	387	2346	3001	2361	800	3492	5841	7208	3645	952				
8	30582			54	937	438													
10	5988																		
12	5123																		
13	16161																		
14	14871																		
15	4039								841		916	977	1106	336+117					
16	10279								282		436	852	1328	517					
17	4739																		
18	4728										263	650	1030	279					226
19	4500																		

Рис. 4.9. База даних площі озер і боліт за різні періоди (за даними космічних знімків Sentinel-2) [14]

Аналіз кліматичних умов та порівняння площі водойм дозволяє виявити тенденції та спрогнозувати подальші зміни водойм в межах НПП «Слобожанський». Дослідження проводяться співробітниками парку і охоплює

період 2016 року, так як у вільному доступі з'явилися космічні знімки Sentinel-2.

4.3. Аналіз змін контурів водних об'єктів

Територія, досліджувана автором характеризується наявністю в Лісостеповій зоні типових для Полісся боліт та озер. Тематикою досліджень боліт Полісся займаються науковці Волинського державного університету імені Лесі Українки. Зокрема, в роботі О. Ільїної висвітлено їх еколого-географічний аналіз. В Україні інформація про стан боліт несистематизована, носить епізодичний характер досліджень [43]. За результатами дослідження нею було виявлено, що просторове поширення, генезис, природно-ресурсний потенціал, використання водно-болотних геосистем мають важливе значення для раціонального використання природних ресурсів Волині, їх заповідання та охорони [42]. Теоретичне обґрунтування практичних заходів, що впливають на стан болотних геосистем, використовується для вирішення природоохоронних проблем, зокрема для збереження ландшафтного та біотичного різноманіття водно-болотних угідь. Під час дослідження було виявлено, що для території Волинських боліт необхідна оцінка всіх гідроморфних ландшафтів, а саме оцінка їх станів. Ландшафтний моніторинг в подібних дослідженнях може виступати як метод збору необхідної інформації для оцінювання станів та в подальшому прийняття управлінських рішень чи здійснення ландшафтного планування території [10].

Отже, аналіз відомих проектів ландшафтного моніторингу для природоохоронних територій визначає необхідність застосування ГІС-технологій для створення геоінформаційної бази та на основі обробки даних ДЗЗ і польових ландшафтних досліджень постійно її оновлювати. Для отримання кращих результатів доречно досліджувати невелику за площею територію, на якій змінюються ландшафти, або ж досліджувати зміну станів одного із компонентів. Так, в дослідженні основним є виявлення зміни стану рослинності

як компонента-індикатора ландшафтів на фаціальному рівні. Це дозволить на базі результатів дослідження визначити подальші управлінські рішення.

Одним із методів, які дозволяють дистанційно досліджувати озера і болота є використання високоточних даних безпілотного літального апарату (БПЛА).

Зокрема, використовуючи матеріали регулярного знімання безпілотних літальних апаратів можна проводити моніторинг ландшафтів рівня фацій в районі озер і боліт. Запропонована методика в подальшому буде розповсюджена на всю територію парку (рис. 4.10).

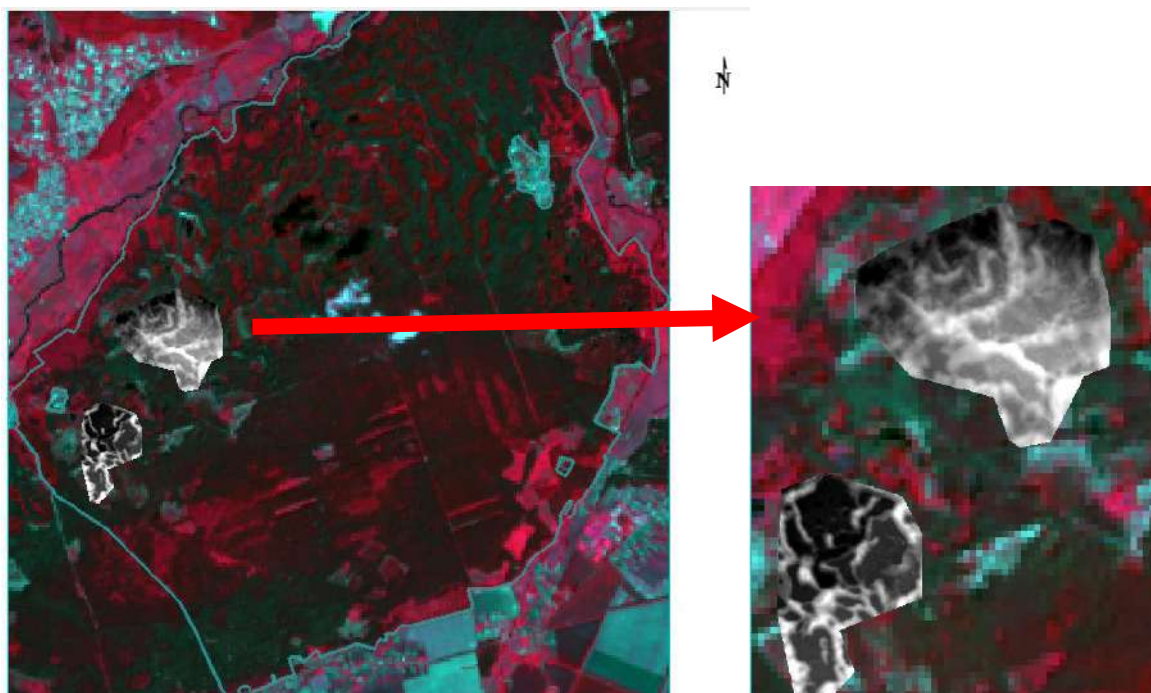


Рис. 4.10. Фрагмент знімання території болота за допомогою БПЛА

4.4. Оверлейний аналіз наявних картографічних матеріалів

На основі попередньо отриманих даних, аналізу проводиться оверлейний аналіз. Він представляє собою «накладення» один на одного двох або більше шарів, в результаті якого утворюється графічна композиція з урахуванням атрибутивної інформації кожного з цих шарів.

ГІС-технології дають можливість прискорити польові роботи та зробити їх більш точними (шляхом точної прив'язки до координат), а також прискорити обробку польових досліджень на завершальному камеральному етапі.

Для проведення оверлейного аналізу необхідними етапами є збір, систематизація та просторова прив'язка даних, створення геоінформаційної бази даних та проведення просторового аналізу на основі результатів попередніх етапів. Укладання ландшафтної карти неодмінно супроводжується створенням бази даних, яка б включала всі необхідні аспекти дослідження території НПП.

При дослідженні НПП «Слобожанський» для створення бази даних використовували топографічну карту, геологічну карту, карту ґрунтового покриву, четвертинних відкладів на основі яких було отримано векторні шари і укладено тематичні карти по кожному із компонентів (рис. 4.11).

В подальшому результати конвертовано в ArcGis. На основі всіх зібраних даних було проведено оверлейний аналіз, методом автоматичного накладання всіх шарів в просторовому відношенні. Застосування інструментів оверлейного аналізу в ArcGIS 10.2 дозволяє суттєво прискорити процес ландшафтного картографування в камеральних умовах. Задля його проведення необхідним було просторове зібрання даних векторизації та атрибутики в єдину геобазу даних.

Об'єднання атрибутивної інформації проводилося, враховуючи просторові особливості розташування шарів рослинності (векторизація растрового файлу) та шейп-файли рельєфу, геології та четвертинних відкладів і ґрунтового покриву за допомогою інструменту Intersect.

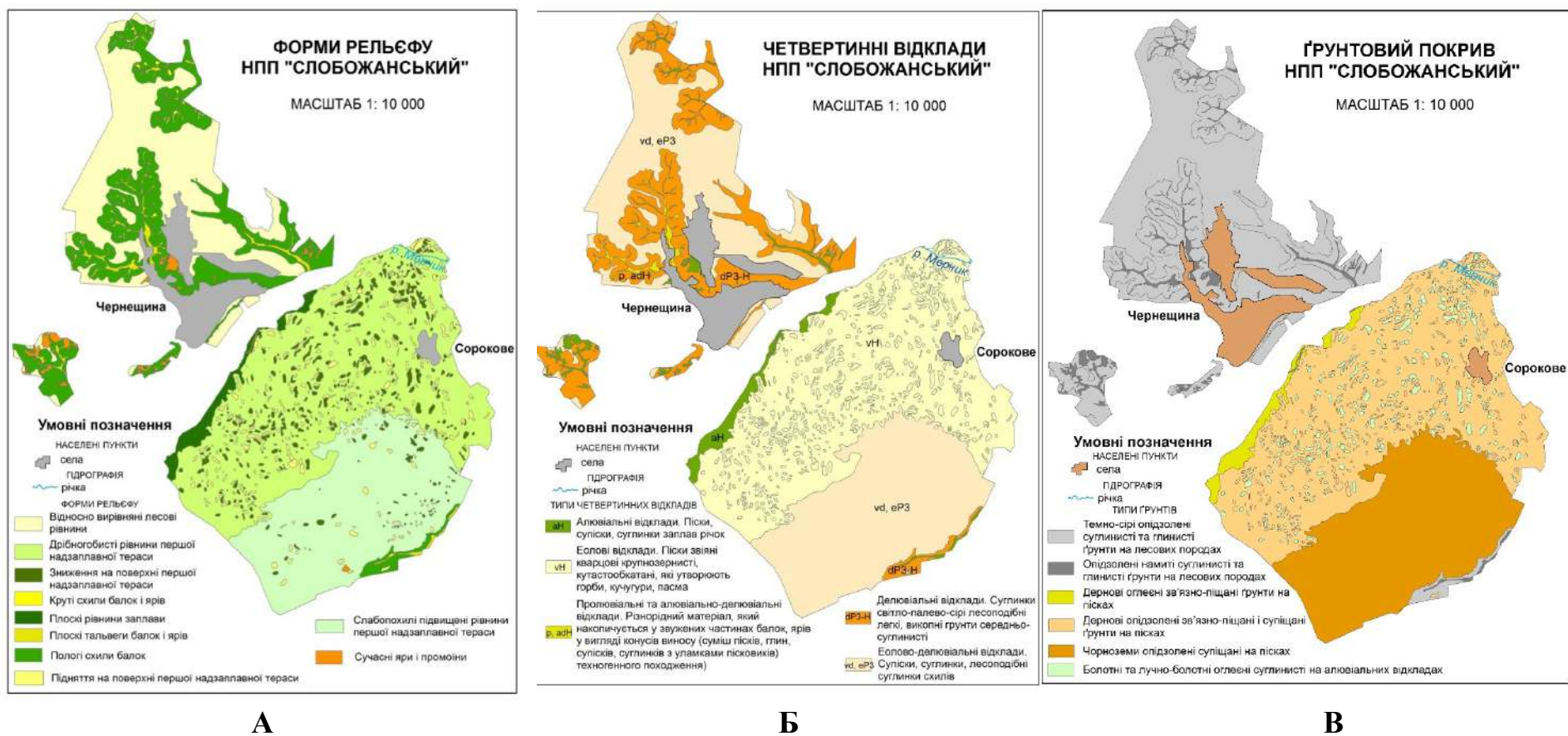


Рис. 4.11. Карти компонентів ландшафтів території НПП «Слобожанський»: а) рельєф території; б) четвертинні відклади; в) ґрунтовий покрив

В процесі експерименту було обрано космічні знімки Sentinel-2 і було проведено класифікацію одного і того ж знімку з поділом на різну кількість класів в різних програмних середовищах (QGIS ArcGIS).

Проаналізувавши отримані карти-гіпотези рослинних угруповань було виявлено:

- поділ на різну кількість класів автоматично висвітлює більш-менш реальної картини – так як результатом було лише 2 класи;
- використання методу класифікації шляхом формування еталонних ділянок більш реально відображає ситуацію станів ландшафтів;
- найкращі результати отримані в програмному забезпеченні ArcGIS, в QGIS – виділялась менша кількість різновидів фацій при тих же заданих еталонних ділянках.

В результаті було укладено карту-гіпотезу ландшафтів рівня фацій всієї території парку повністю дистанційно на основі створених образів-ландшафтів, визначення яких підкріплювалося попередніми дослідженнями автора.

4.5.1. Проведення класифікації з використанням еталонних ділянок за даними космічного знімка Landsat-8

Для дешифрування космічного знімку Landsat 8 нами використовувалось програмне середовище SAGA та ENVI.

Спочатку було завантажено канали космічного знімка з другого по восьмий: Data-Geo processing-File-GBAL/ORG-GLAD: Import Raster. Далі зібрано (синтезовано) зображення в комбінації каналів 5-4-3 – стандартна комбінація «штучні кольори»: Data-Geoprocessing-Grid-Visualisation-RGB composite.

Для того, щоб виділити необхідну для нас територію, було завантажено shape-файл кордонів НПП «Слобожанський». Проте, наша ділянка дослідження охоплювала лише південну частину НПП (рис. 4.13). Тому, необхідно було

обрізати необхідну територію із застосуванням: Geoprocessing-Shapes-Grid-“Spatial Extent”-“Clip Grid with Polygon”.

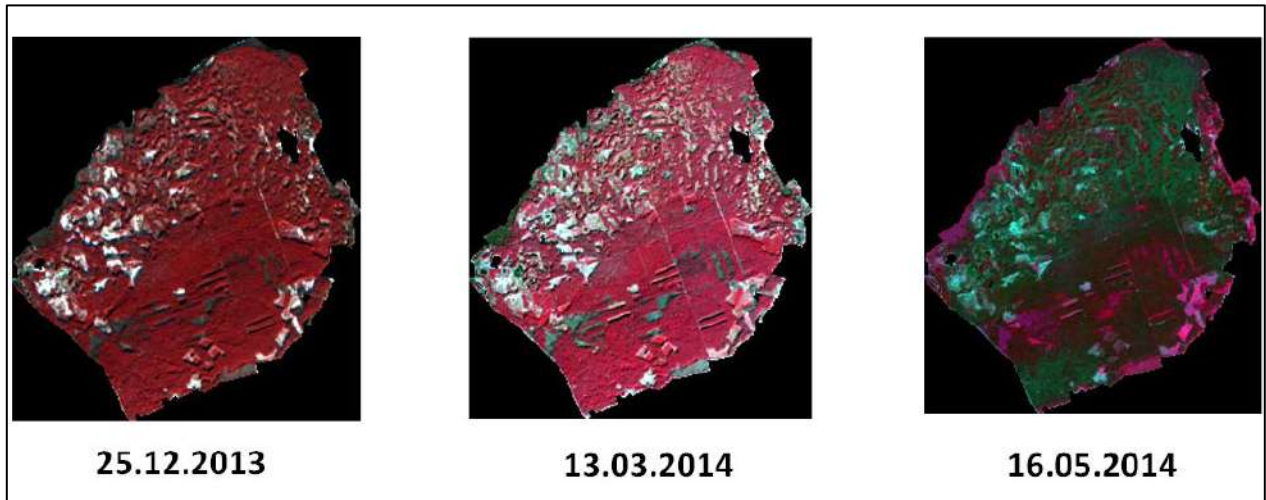


Рис. 4.13. Тематичне зображення космічного знімку Landsat 8 в різних комбінаціях каналів

Надалі, нами було отримано мультиспектральне зображення, візуалізоване через RGB-composite – комбінацію трьох каналів (рис. 4.14).

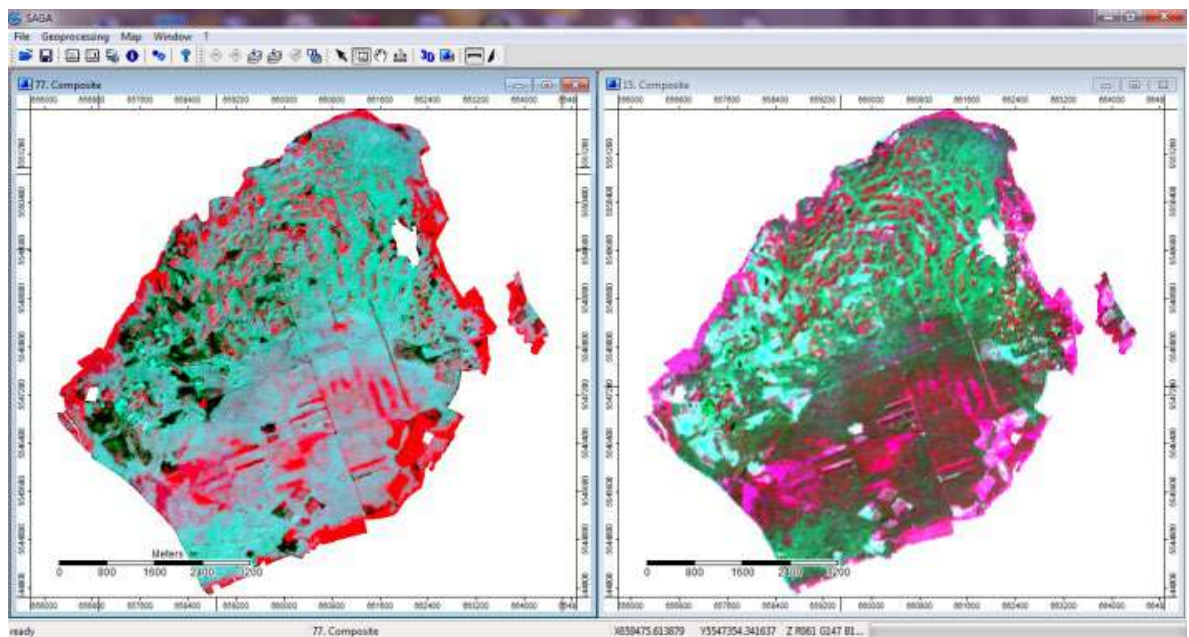


Рис. 4.14. Композиції знімків з просторовою роздільною здатністю 15 м (зліва) та 30 м (справа)

Для покращення просторової роздільної здатності знімків була використана серія команд: Geoprocessing-Imagery-Tools-“Image Sharpening”-“Principle Components Based Image Sharpening”.

Завдяки цим діям, роздільна здатність знімка було покращено у 2 рази, що збільшило можливості дешифрування за мультиспектральним знімком (рис. 4.15).

Для виділення типів фацій створювалися тематичні растри з різною кількістю класів для класифікації без навчання, які в програмі названі кластерами. Метою даного дослідження було виявити найоптимальнішу кількість класів для ландшафтної характеристики місцевості. Зокрема, ми виділяли 7, 8, 10, 12, 13 та 15 класів.

На основі отриманих даних було виявлено, що найбільш ефективним для подальшого дешифрування є створення тематичних растрів для знімка з просторовою роздільною здатністю 15 м після застосування Sharpening.

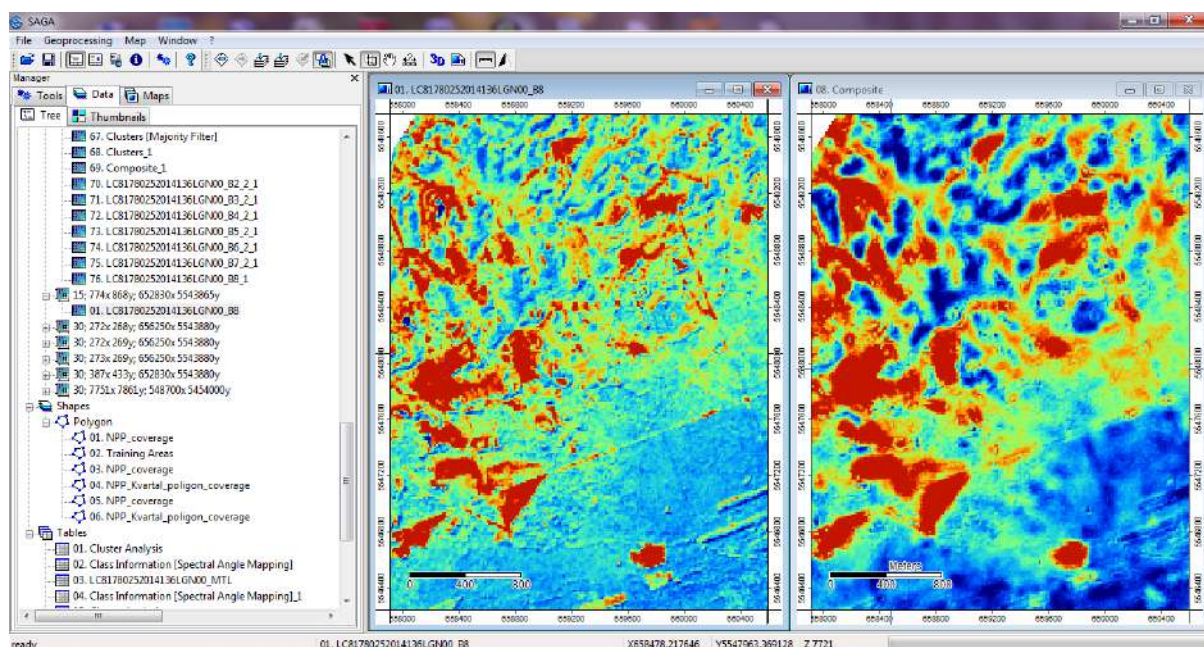


Рис. 4.15. Знімок без застосування Sharpening (ліворуч) та з його застосуванням (праворуч)

Порівнювались різна кількість класів. Було виявлено, що при більшому їх виділенні збільшується завантаженість карти, тому оптимальним було обмежено виділення 6-8 класів (рис. 4.16).

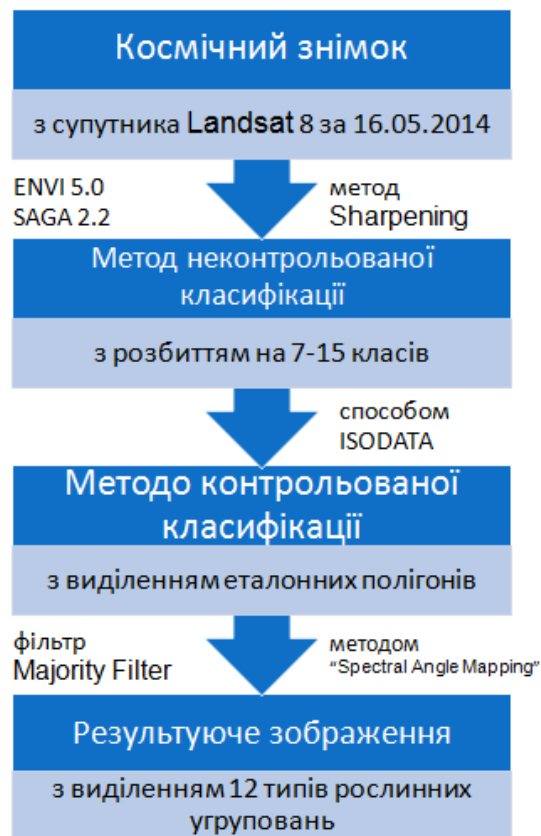


Рис. 4.16. Схема складання тематичного результуючого зображення

За отриманими тематичними растрами з 7 та 8 класами добре простежується основна рослинність по території, проте погано виділяються відкриті водойми. Загалом, на болотах добре виділяються зарослі березняку, території вирубок та молодого соснового бору (рис. 4.17). В обох поділах на класи порослі вирубки відносяться до того ж класу, що й відповідна рослинність, якою вони заростають. Погано виділяються і субори, які виділяються як складові класу лісів з листяним деревостоєм. Не виділяється в окремий клас вільшаник.

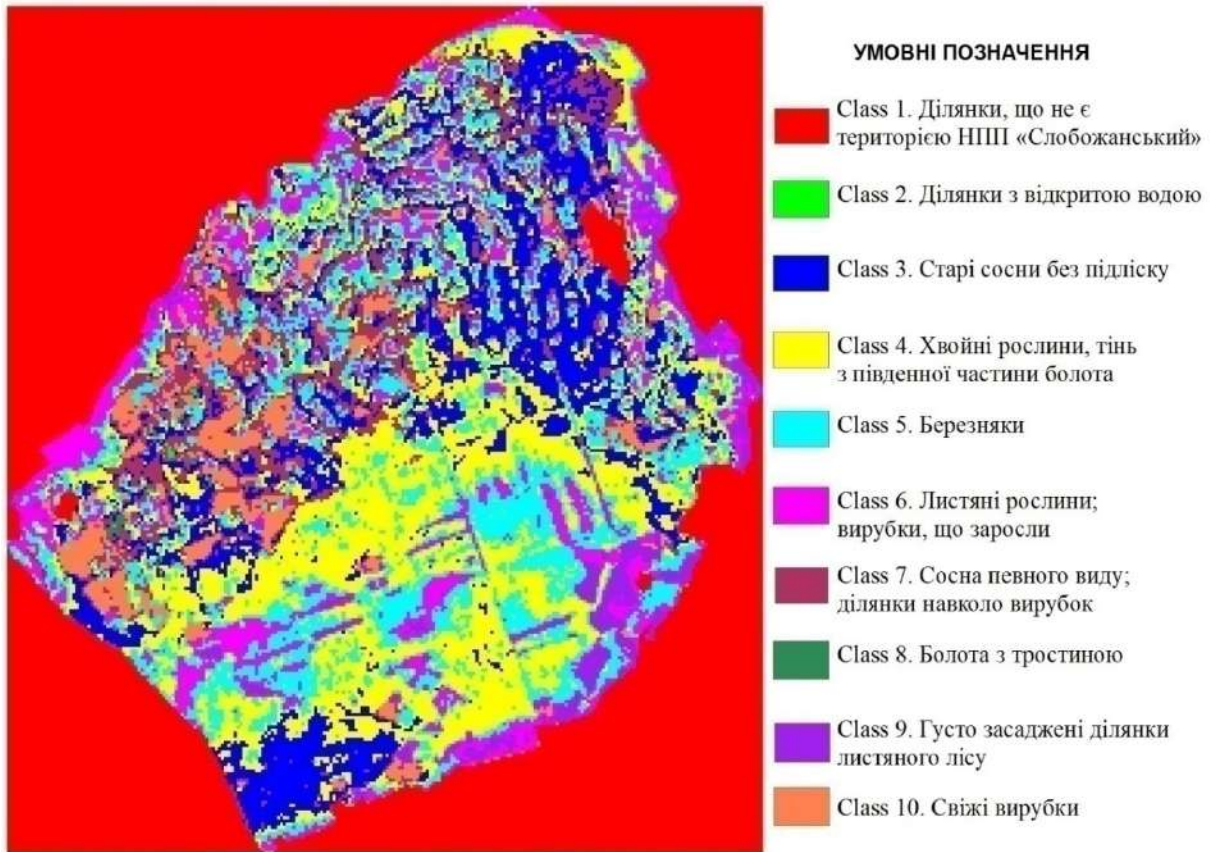


Рис. 4.17. Карта-гіпотеза південної частини території НПП «Слобожанський» після дешифрування космічного знімку Landsat 8

Крім методу класифікації без навчання, для роботи використовувався метод класифікації з навчанням. Цей метод в програмному забезпеченні SAGA 2.2 полягає в створенні еталонних зразків для дешифрування різних типів фацій. Необхідно обрати декілька зразків одного типу фацій, які потім будуть розпізнані самою програмою по всій досліджуваній території.

Було взято за основу цифрові дані знімка з просторовою роздільною здатністю 15 м як більш інформативного. Для виділення окремих еталонних ділянок було створено новий shape-шар – training areas: Geoprocessing-Shapes-Construction-“Create New Shape Layer”.

На знімку було виділено по декілька зразків для ідентифікації:

- 1) обрання шару для редагування та відображення на карті (Select layer to be edited and show it in a map);
- 2) приведення в режим роботи з картою (Switch to «Action» mode for the map);
- 3) в контекстному вікні на карті обрано «Додати шар» (Call the context menu for the map and choose «Add Shape»);
- 4) додати ще зразок полігону в тому ж шарі (Add part);
- 5) відредагувати обраний шар (Edit Selected Shape).

Для кожної виділеної групи було надано, з ландшафтно-географічних міркувань, тип рослинності, й кожному з них було присвоєно певний колір. В результаті було отримано атрибутивні дані, які можна вносити в легенду майбутньої карти-гіпотези.

Після цього, проведено класифікацію за отриманими еталонами. Кількість виділених еталонних ділянок порівнювалась до кількості класів в класифікації: Geoprocessing-Imagery-Classification-Supervised Classification.

Для порівняння було обрано два типи методів: «Parallelepiped» і «Spectral Angle Mapping».

Співставлення з відомими еталонами пересвідчило, що кращим для візуалізації є метод «Spectral Angle Mapping», який надалі було обрано для створення карти-гіпотези. Після застосування цього методу було проведено ряд дій із застосуванням фільтру Majority Filter декілька разів.

Таким чином було виділено 12 класів (training areas, рис. 4.18 та 4.19).

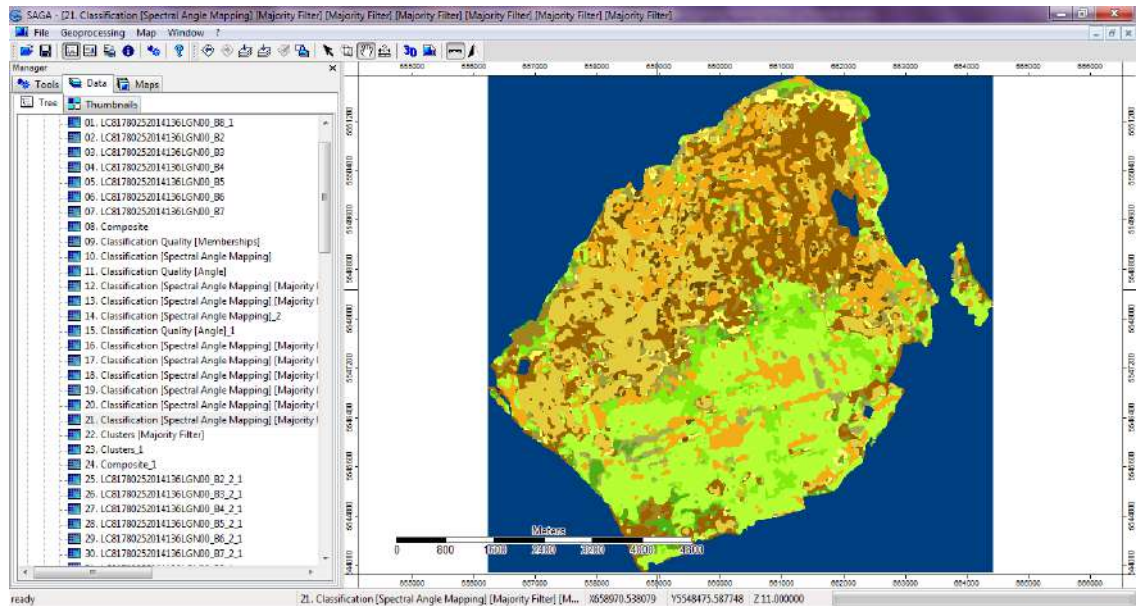


Рис. 4.18. Тематичне зображення рослинних угруповань на основі космічного знімку Landsat 8, отримане шляхом автоматичної ідентифікації з навчанням в програмі SAGA з виділенням 12 класів.

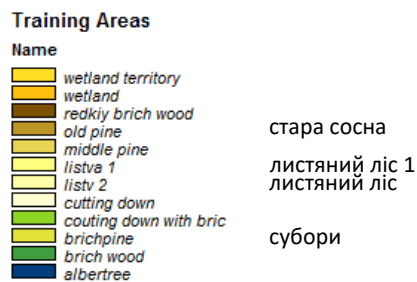


Рис. 4.19. Легенда виділених класів

Результуюче зображення було конвертовано в TIFF-формат для його подальшої векторизації та обробки в Quantum Gis або ArcGIS.

Після автоматичного отримання ландшафтної карти-гіпотези, окремі ландшафтні виділи було перевірено на місцевості (біля с. Сорокове). Для перевірки даних були обрані ділянки соснового лісу з вкрапленнями листяних порід, березняку та с убори.

Отримано позитивний результат співставлення, що підтвердило вірогідність ідентифікації фацій. На основі створених растрових зображень в RGB-composite автором (уперше в такий спосіб) було виділено такі класи (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Виділення типів рослинності на знімках в комбінації каналів 5, 4, 3

Назва рослинних угруповань	Кольори виділення фацій на знімках	
	З просторовою роздільною здатністю 15 м	З просторовою роздільною здатністю 30 м
Вільшаник	Яскраво-червоний в західній частині знімка	Рожевий в західній частині знімка
Відкриті та майже відкриті болота	Світло-бірюзові вкраплення	Темно-зелені вкраплення
Поросла болотиста місцевість	Салатовий	Салатовий
Вирубки, порослі молодою сосною	Темно-зелений	Бірюзовий
Молодийс основий ліс	Бірюзовий	Світло-зелений
Середньорічний сосновий ліс	Бірюзово-голубуватий	Зелений
Старий сосновий ліс	Синюватий	Синюватий
Березняк	Червоний	Рожевий

Методом оверлейного аналізу було об'єднано мезо- та мікроформи рельєфу, типи ґрунтів та четвертинні відклади. Така комплексна характеристика природних компонентів необхідна для створення ландшафтної карти.

Встановлено, що за допомогою класифікації без навчання ландшафтні ділянки краще ідентифікувалися завдяки застосуванню методу покращання роздільної здатності зображення («Image Sharpening»).

Було також експериментально доведено, що для кращого виділення фацій в умах складної ландшафтної структури, притаманної території НПП «Слобожанський», варто застосовувати класифікацію з навчанням, представлену методом спектрального кута («Spectral Angle Mapping»).

Таку методику дослідження можна застосувати для виділення окремих ландшафтних угруповань будь-яких об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ).

Методику керованої та некерованої класифікацій було використано із застосуванням інструментів програмного забезпечення ENVI.

Найкращі результати класифікацій були отримані на основі дешифрування космічних знімків за літній період. У цей період найкраще розпізнається рослинність, так як це період активної вегетації (рис. 4.20).

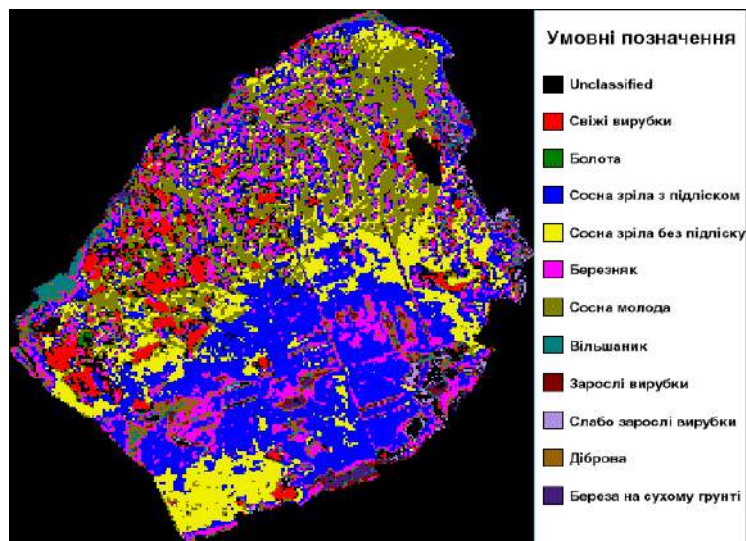


Рис. 4.20. Тематичне зображення рослинних угруповань південної частини НПП «Слобожанський» в літній період (червень) 2015 р. на основі космічного знімку Landsat 8

Обробка даних ДЗЗ проводилася в програмному забезпеченні ENVI, де виконували різні види класифікацій. При дешифруванні космічних знімків було

визначено рослинні угруповання методом керованої (за навчанням) та некерованої (без навчання) класифікації (рис. 4.21).

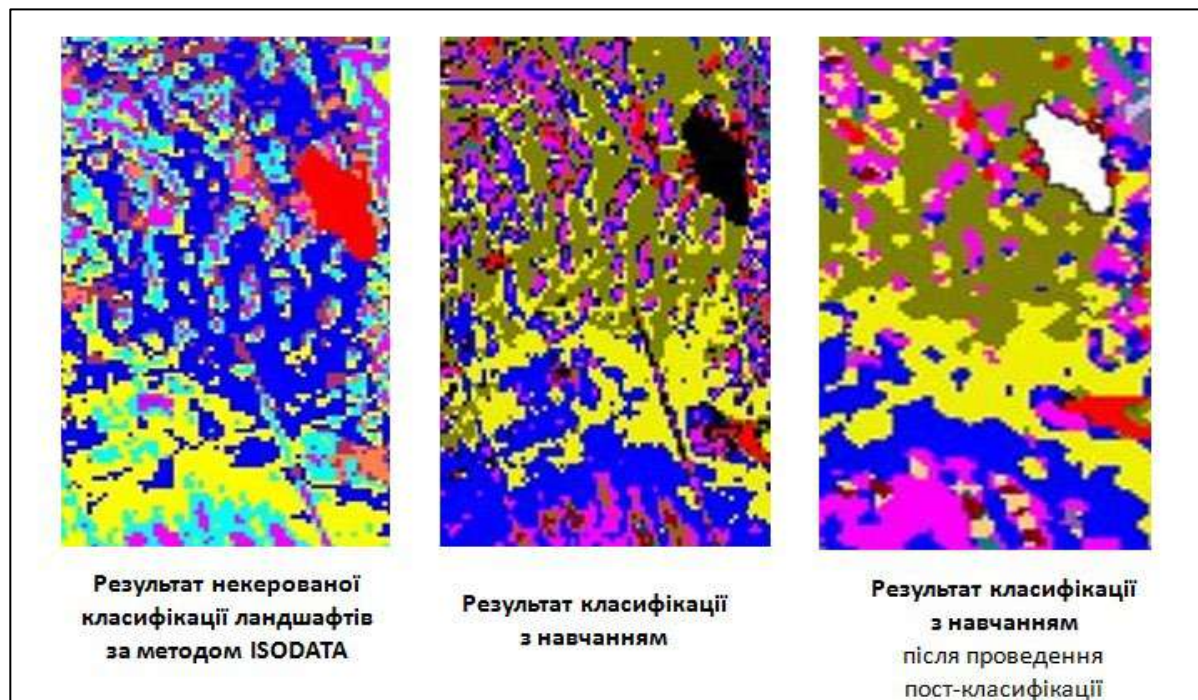


Рис. 4.21. Порівняння тематичного зображення як результату проведенні некерованої та керованої класифікації

Метод некерованої (неконтрольованої) класифікації полягає в автоматичній обробці відбивної спроможності рослинності в межах кожного пікселя космознімку. В процесі обробки даних було проведено некеровану класифікацію з поділом на різну чисельність класів.

Окремо вводилася кількість класів для північної та південної частини парку, так як рослинний покрив загалом на цих ділянках значно відрізняється. Так, для південної частини виділяли 8, 10, 12, 16 класів, для північної – 2, 4, 5 (рис. 4.22).

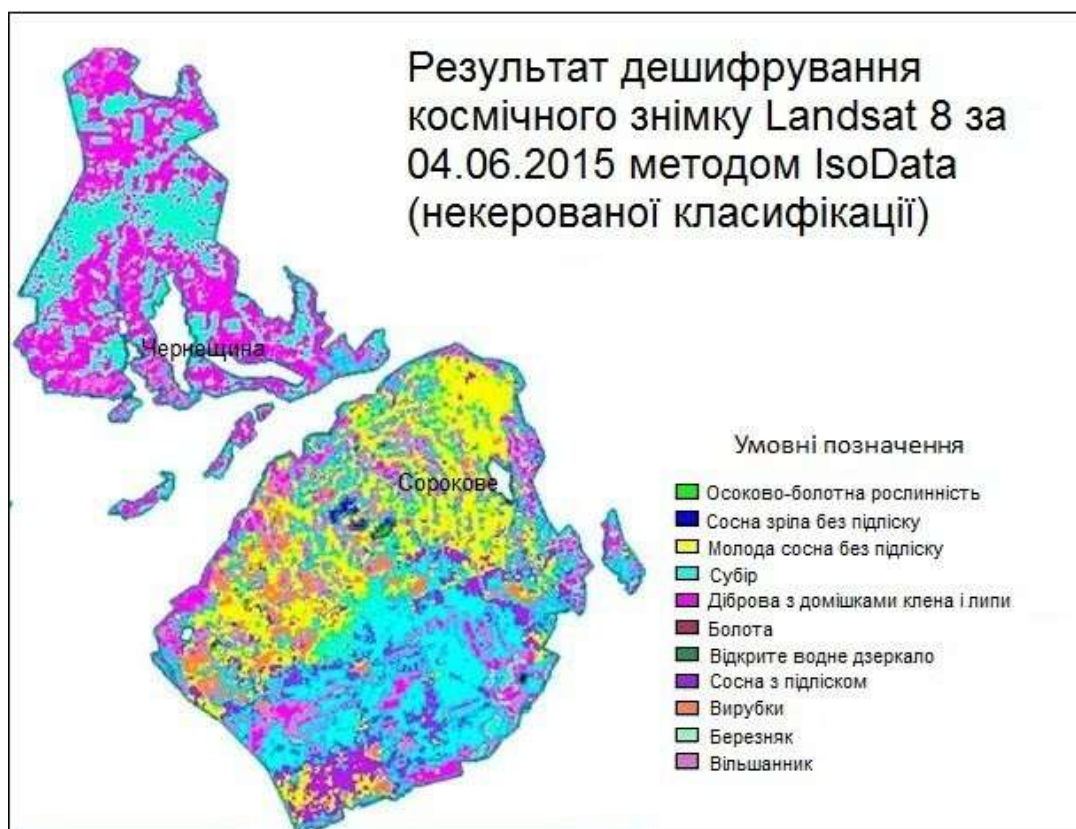


Рис. 4.22. Дешифрування знімку Landsat 8 за 04.06.2015 методом некерованої класифікації з виділенням 11 класів

Метою всіх спроб класифікації було знайти оптимальну кількість класів для інтерпретації рослинних угруповань. Багато класів зробило тематичне зображення нечитабельним. Мала кількість класів не дозволяє більш-менш повно охопити різноманіття рослинних угруповань. Тому найкращі результати було отримано з виділенням 12 класів для південної частини парку та 8 класів – для північної.

В результаті ми отримали зображення з 11 та 7 класами відповідно. Це зумовлено тим, що в процесі автоматичної обробки окремо виділяється клас, що не класифікується і охоплює пікселі, що не розпізнаються програмою.

Для потреб ландшафтного картографування на етапі укладання карти-гіпотези доцільно використовувати метод контрольованої класифікації з навчанням із попереднім вибором еталонних ділянок на місцевості (рис. 4.23).

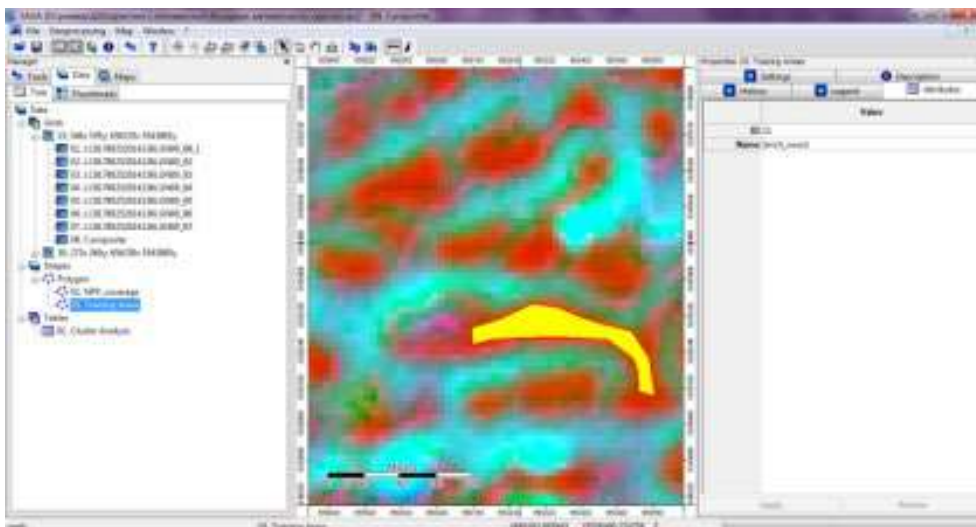


Рис. 4.23. Виділення еталонних полігонів ідентифікації для одного з класів при класифікації з навчанням

Цей метод передбачає визначення заздалегідь ділянок з відомим типом рослинності і на основі цих еталонних ділянок автоматично дешифрувати космознімок. При класифікації використовувався метод спектрального кута, що дозволило регулювати відбивну здатність того чи іншого типу рослинності. В результаті така класифікація дає можливість отримати більш достовірну інформацію щодо рослинного покриву.

В процесі обробки космічних знімків Landsat 8 за літній період 2015 року було прийнято дешифрувати окремо північну і південну частину парку, тому що роздільна здатність не дозволяє повно дешифрувати рослинні угруповання, які є індикаторами фацій території національного природного парку.

При застосуванні методу контрольованої класифікації було виділено 12 класів у південній частині і 11 класів у північній частині парку (рис 4.24 та 4.25).

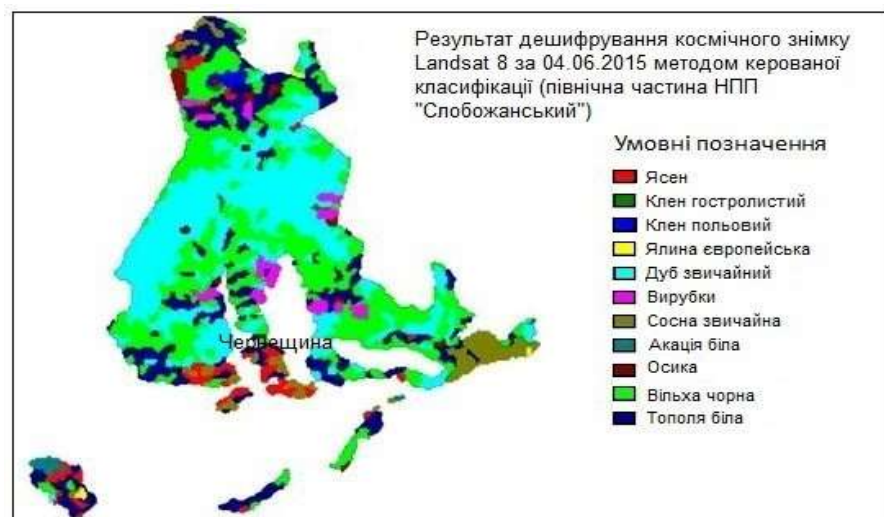


Рис. 4.24. Дешифрування знімку Landsat 8 за 04.06.2015 методом керованої класифікації з виділенням 11 класів (північна частина парку)

На території південної частини парку було виділено 12 типів еталонних ділянок ще за період 2013-2014 рр.

В 2014-2015 рр. ці дані уточнювалися і паралельно оброблялася північна частина парку, використовуючи вже відпрацьовану методику дослідження.



Рис. 4.25. Дешифрування знімку Landsat 8 за 04.06.2015 методом керованої класифікації з виділенням 11 класів (південна частина парку)

Використання методу класифікації з навчанням для дешифрування космічних знімків дало можливість отримати інформацію про сучасний стан рослинного покриву території парку. Саме на основі його результатів було укладено карти рослинного покриву окремо для північної та південної частин парку (рис. 4.26).

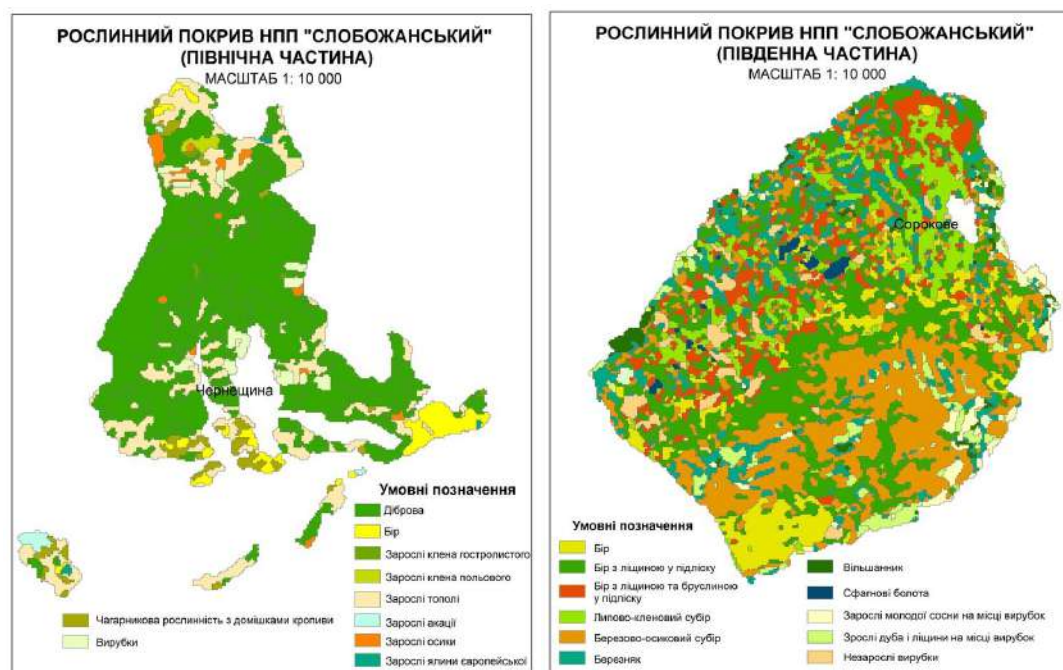


Рис. 4.26. Результатуючі карти-гіпотези північної і південної частин парку

На основі карт рослинних угруповань, рекогносцирування території та теоретичної бази з вивчення особливостей місцевості авторами було укладено карту-гіпотезу образів ПТК рівня фацій на прикладі південної частини парку (рис. 4.27).

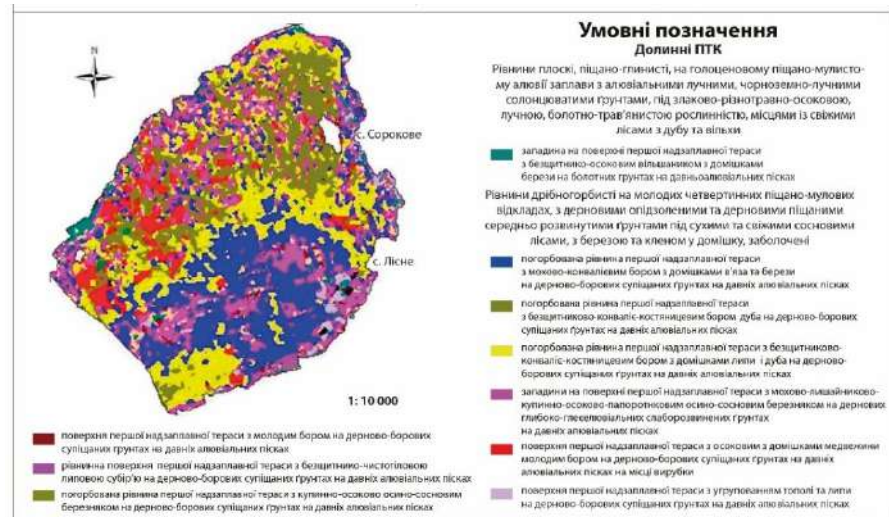


Рис. 4.27. ПТК південної частини парку станом на 2015 рік

4.5.2. Проведення класифікації з використанням еталонних ділянок за даними космічного знімка Sentinel-2

Для проведення класифікації з використанням еталонних ділянок було обрано територію дослідження в районі заболоченої місцевості в південній частині парку. Завдяки інструментам роботи з растрами: Data Management Tools Raster-Raster Processing-Clip фізично було відокремлено набір багатоканального спектрального зображення для території дослідження (рис 4.28).



Рис. 4.28. Обрана територія дослідження (космічний знімок Sentinel-2 за 06.08.15)

Класифікація із використанням еталонних ділянок проводиться за допомогою можливостей інструментів QGis (Semi Automatic Classification Plugin) або ArcGis (ENVI tools – Classification with training).

У ході практичного виділення класів було встановлено, що оптимальні результати для території дослідження можна отримати виділенням 7 класів. Завдяки застосуванню методу мінімальних відстаней отримано тематичне зображення. Застосування методів подальшої обробки (фільтри) дозволяють виключити шуми і генералізувати виділи при дослідженні значної території (фільтр Majoriti).

Для дослідження незначної території для більшої точності пропонується використовувати фільтр Nearest Neighbor в програмі ArcMap (рис. 4.29).

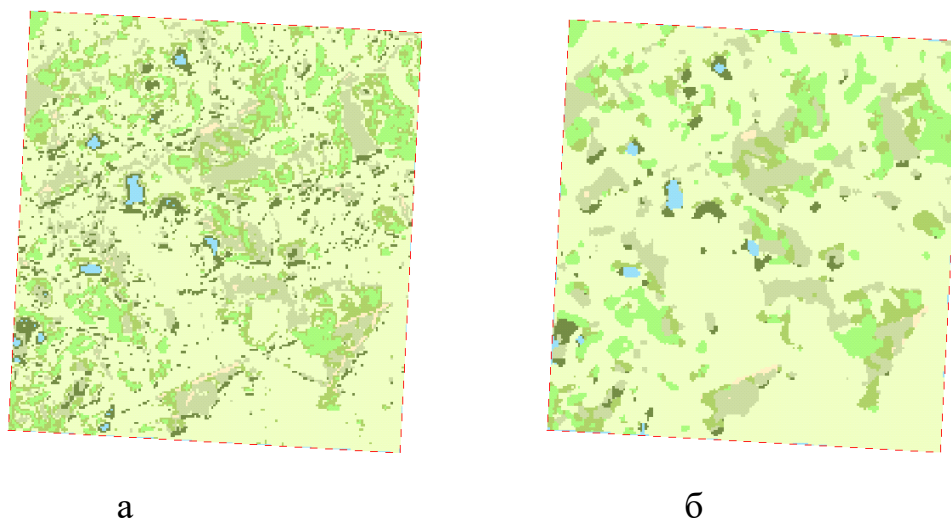


Рис. 4.29. Застосування методу Nearest Neighbor (а) та Majoriti (б)

Для більшої точності використовується метод Spectral Angles при класифікації. Проте для території дослідження він створює мозаїчну структуру (рис. 4.30).

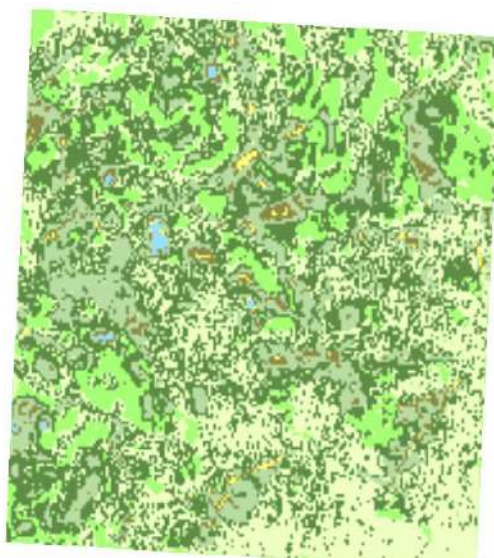
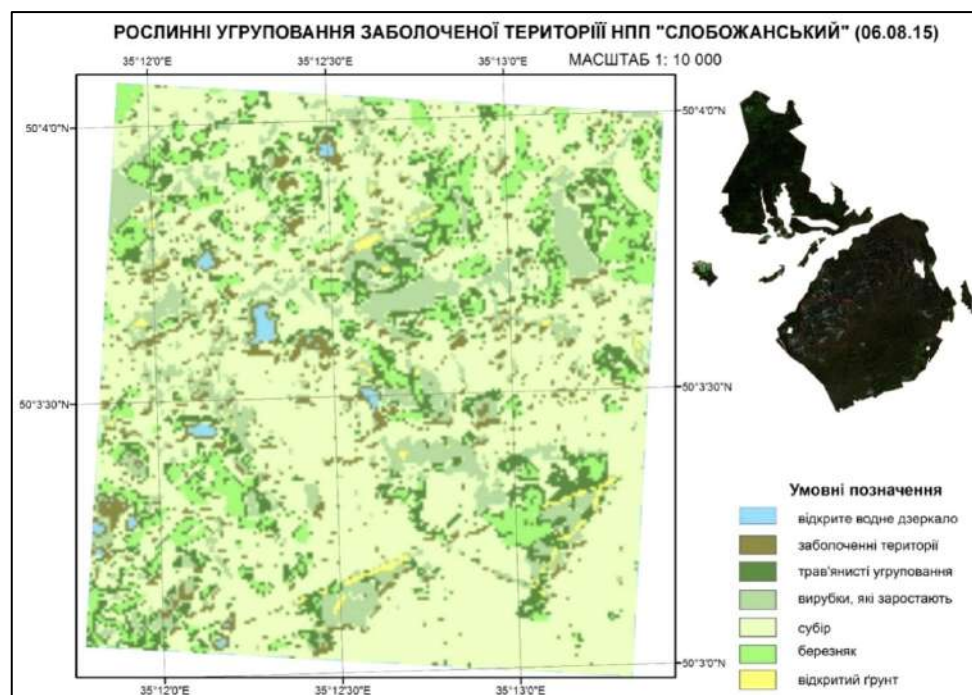
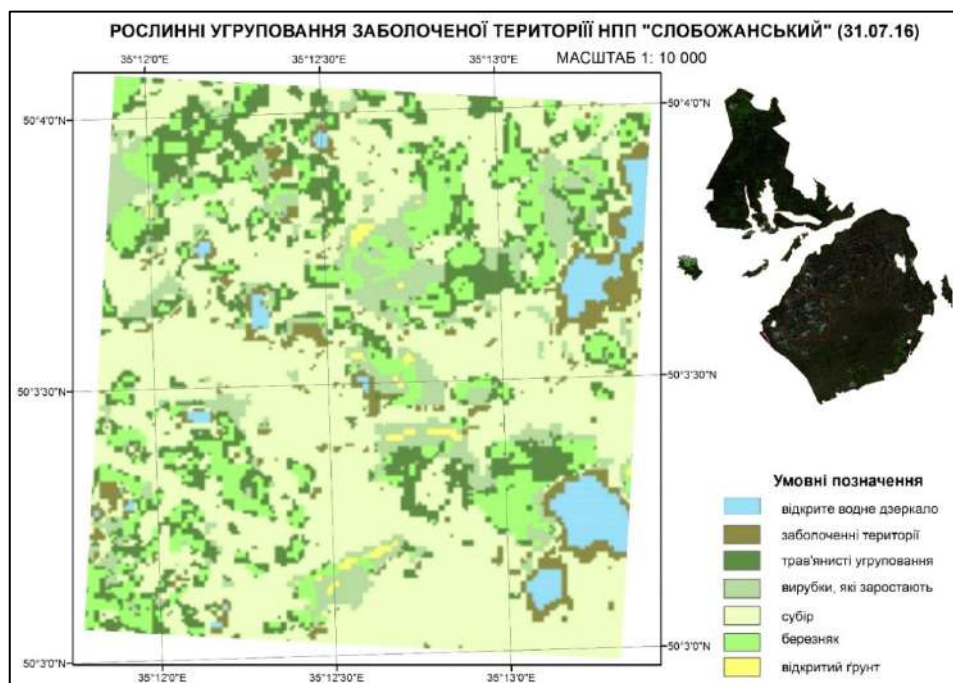


Рис.4.30. Застосування методу Spectral Angles

У результаті отримано тематичний шар рослинних угруповань станом на 06.08.15 (а), 31.07.16 (б) (рис. 4.31).



а



б

Рис. 4.31. Карта рослинних угруповань по датам: а - 06.08.15, б - 31.07.16

Для знімків за різні роки було використано один метод дешифрування і заданий один тренувальний shp-файл. Проте космічний знімок за 31.07.16 потребує посткласифікаційної обробки, так як в клас «відкрите водне дзеркало» потрапили тіні від хмар (рис. 4.31(б)). Візуально тематичні зображення за досліджувані періоди різні, що може бути спричинено наявністю тіні від хмар, різними кліматичними умовами, що могло вплинути на фази фотосинтезу та стадію вегетації різних видів рослин та різницею в періодах років (тиждень).

Растрові файли в подальшому конвертують в shp-файли для проведення в подальшому оверлейного аналізу (Conversion Tools – From Raster – Raster To Polygon). Цей процес не передбачає збереження атрибутивних даних (єдина система класів). Тому необхідно розшифрувати характеристику кожного класу в окремому стовпці. За допомогою Sort Ascending стовпця з класами відсортувати їх, виділити окремі виділи в єдиний клас (Edit-Union) (рис. 4.32).

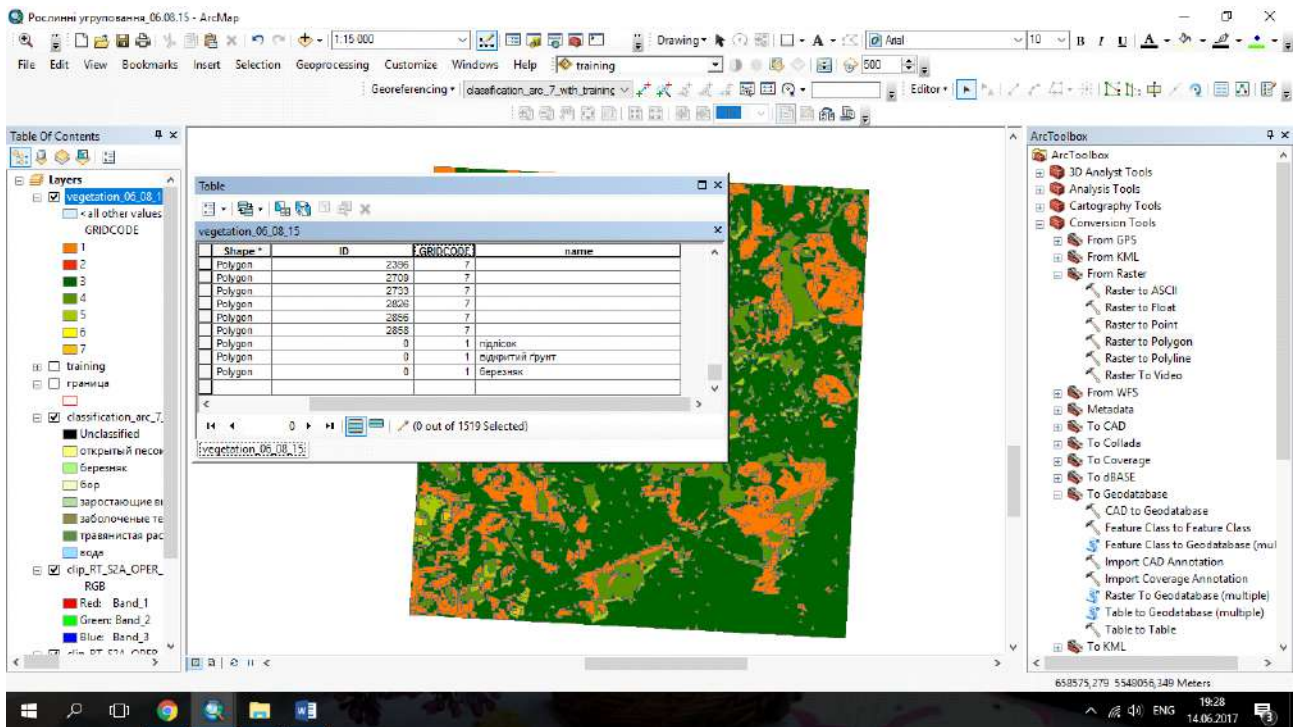


Рис. 4.32. Присвоєння атрибутивних даних кожному класу

Отже, класифікація космічних знімків Sentinel-2 дозволяє дешифрувати територію з більшою точністю, ніж космічні знімки Landsat 8, проте детальність тематичного зображення може надавати території надмірно ускладнену мозаїчну структуру і потребує генералізації.

4.5.3. Проведення класифікації з використанням еталонних ділянок за даними космічного знімка Planet Scope

Для досліджуваної території НПП «Слобожанський» було обрано космічний знімок за 22.05.17 (рис. 4.33).



Рис. 4.33. Космічний знімок PlanetScore за 22.05.17

Досліджувана територія за цей період не є захмареною (рис. 4.34).



Рис. 4.34. Досліджувана територія Planet Score за 22.05.17

Усі подальші ілюстрації цього розділу роботи (рис. 4.35 – 4.40) є оригінальними авторськими розробками, які опубліковано у «Віснику Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна» (№ 51, 2017).

Досліджувана ділянка охоплює заболочену місцевість, наявні водойми з відкритим водним дзеркалом на заході південної частини парку (рис. 4.35).

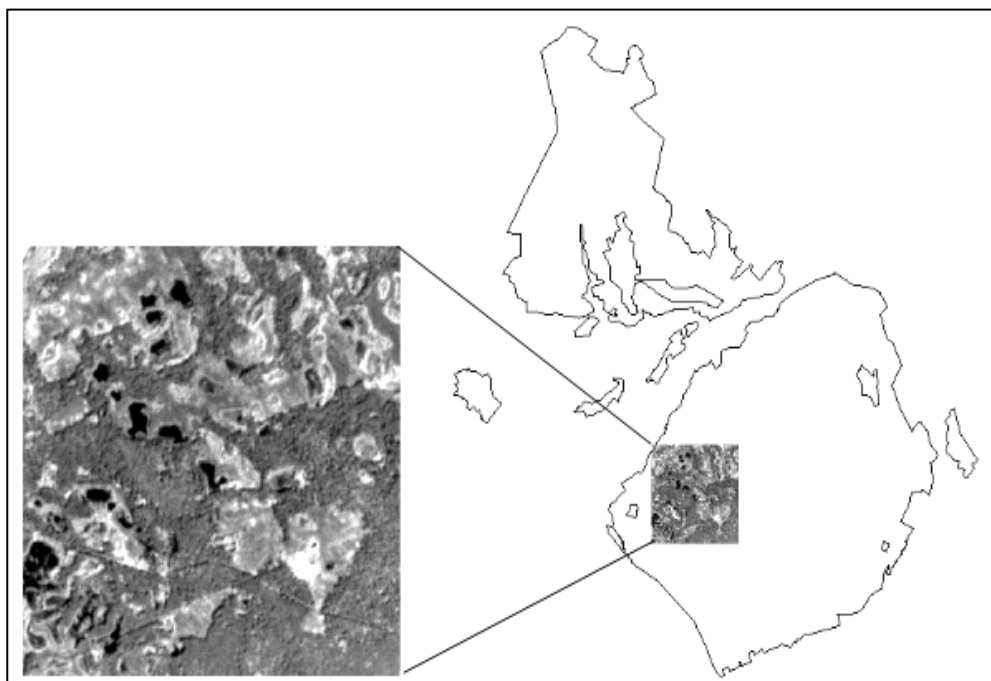


Рис. 4.35. Місцезнаходження досліджуваної ділянки в межах НПП «Слобожанський»

Дешифрування космічних знімків проводиться за допомогою методів класифікацій. Було експериментально доведено, що для кращого виділення фацій в умах складної ландшафтної структури, притаманної території НПП «Слобожанський», варто застосовувати напівавтоматичну класифікацію.

Для проведення класифікації досліджуваної території використовувався метод напівавтоматичної класифікації, в основі якої були еталони ділянок, ті ж, що і для проведення класифікації за космічними знімками Sentinel-2 за різні часові періоди.

У результаті було отримано тематичне зображення. Для генералізації дослідження застосовано метод Boundary Clean серед інструментів Arctoolbox (рис. 4. 36).

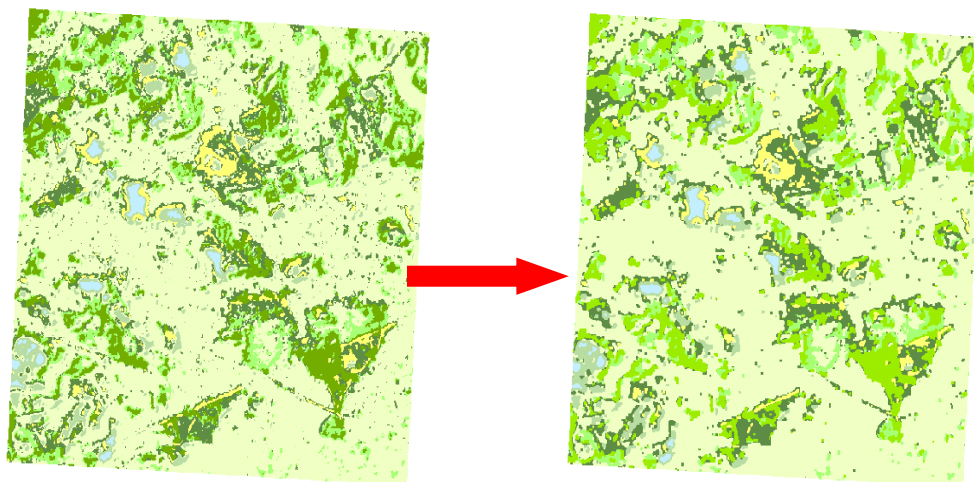


Рис. 4. 36. Застосування методу Boundary Clean

У результаті була отримана картарослинних угруповань (рис. 4.37).

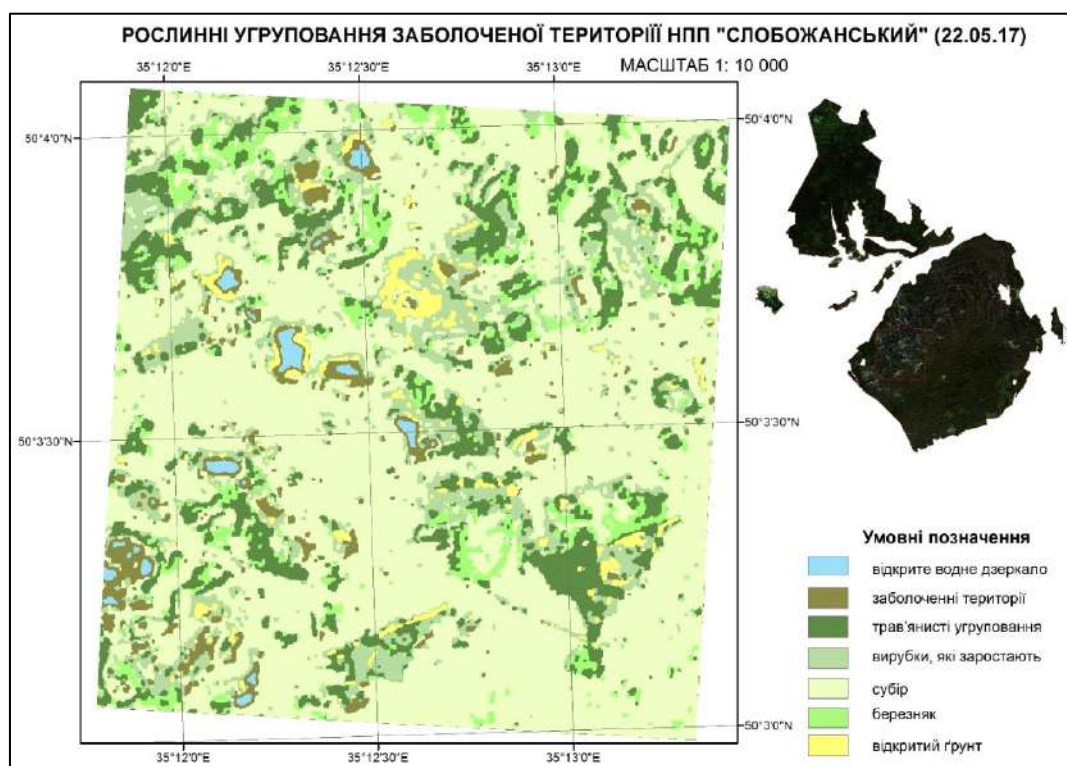


Рис. 4.37. Карта рослинних угруповань станом на 22.05.17

Отриманий тематичний шар конвертується у векторний формат. Порівнюючи результати дешифрування досліджуваної території виявлено, що найкращі результати (більш точні) отримані за даними космічного знімка Planet Score (детальні контури рослинних угруповань). Результати класифікації в

подальшому конвертують в shp-файл як набір даних оверлейного аналізу для укладання карти-гіпотези.

4.6. Дослідження індикативних ландшафтних угруповань рівня фації

Класифікація з навчанням, проведена на основі космічного знімка Planet Score території НПП, подає мозаїчну структуру індикативних об'єктів - рослинних угруповань та меж гідрографічних об'єктів (боліт). Для уникнення незначних і надто детальних ділянок дешифрування проводяться процеси генералізації змісту тематичного зображення.

У таблиці атрибутів за допомогою Calculate Geometry автоматично підраховується площа кожного контуру (рис. 4.38).

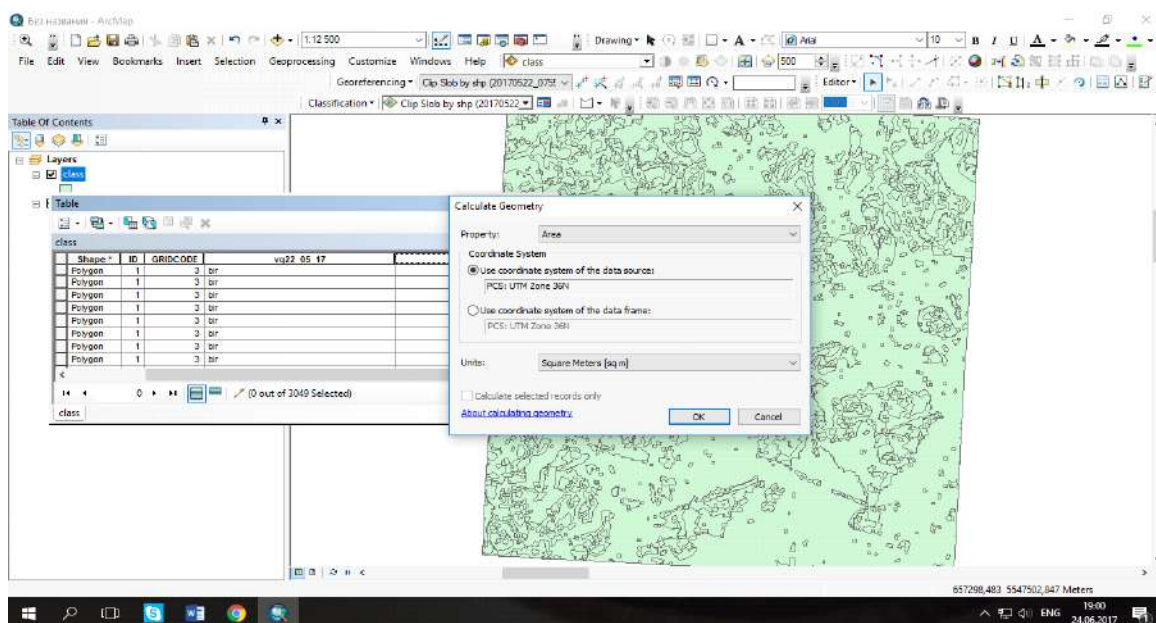


Рис. 4.38. Підрахунок площі кожного контуру

Для того, щоб генералізувати тематичний зміст, необхідно контурам, які займають невелику площу (рис. 4.39) присвоїти атрибут території, яка просторово знаходиться ближче і є переважаючою.

Із таблиці атрибутів видаляються об'єкти з площею менше 500 м² (Data Management Tools – Generalization- Eliminate). Застосування цього інструменту повторюється, поки всі виділені об'єкти не будуть видалені.

FID	Shape *	ID	GRIDCODE	vq22_05_17	saucra
1251	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
1211	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
1414	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
1520	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
1633	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
2036	Polygon	77	5	bereza z domshkami oski	5,763428
663	Polygon	2	6	bereznyak	5,763428
453	Polygon	2	6	bereznyak	5,763428
994	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
1568	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
1934	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
2130	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
648	Polygon	2	6	bereznyak	5,763428
1635	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
1940	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
2132	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
1353	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
2139	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
233	Polygon	1	3	bir	5,763428
1681	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
986	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
296	Polygon	1	3	bir	5,763428
1931	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428
2131	Polygon	3	4	moloda sosna	5,763428

Рис. 4.39. Атрибутивна таблиця із площами контурів

Контури з однаковим атрибутом контурів об'єднують Editor–Merge. У результаті отримано генералізоване тематичне зображення дешифрованих контурів рослинності та гідрографії (рис. 4.40).

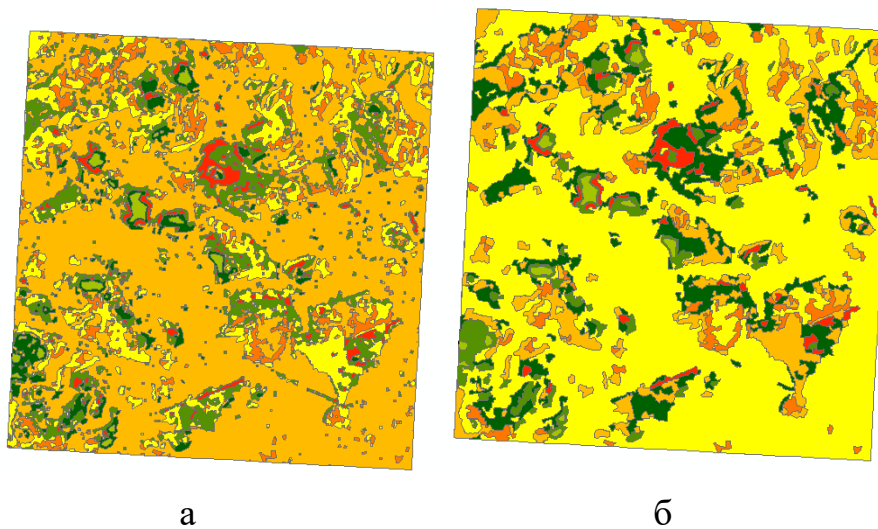


Рис. 4.40. Результати класифікації до (а) та після (б) проведення генералізації

Висновки до розділу 4

1. На основі значного переліку сучасних геоінформаційних методів і технологій, застосовуваних у такому комплексі уперше, визначено й обґрунтовано індикативні об'єкти фаціального рівня для ландшафтного моніторингу, розроблено алгоритм прослідковування їх динаміки, самоорганізації в умовах регіонального кліматичного тренду та різнобічного антропогенного тиску.

2. Уперше на рівні фацій укладено карти-гіпотези досліджуваної території та показано й апробовано можливості ревізії виділених контурів на місцевості за часовими зрізами (відповідно до наявних геоданих ДЗЗ) на основі комплексу досліджень.

3. Встановлено індикатори дистанційного моніторингу ландшафтних змін території, якими позначено контури й оптичні особливості певних фізіономічних ландшафтних угруповань та водно-болотних комплексів.

4. 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.

4. 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).

5. Визначено, у який спосіб слід обирати масштаби зображень, палітри кольорів, розробляти системи умовних позначень для ГІС-картографування за тематикою дослідження та векторизувати геодані для точної прив'язки даних ДЗЗ та GPS до топографічної карти. Це успішно апробовано для прив'язки укладеної ландшафтної карти рівня урочищ, тематичних карт четвертинних

відкладів, мезоформ рельєфу ґрунтів. Уперше ландшафтна карта рівня фацій була укладена шляхом поєднання всіх попередньо векторизованих тематичних шарів.

РОЗДІЛ 5. НАУКОВИЙ СИНТЕЗ: КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ Й ЗМІН ІНДИКАТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ

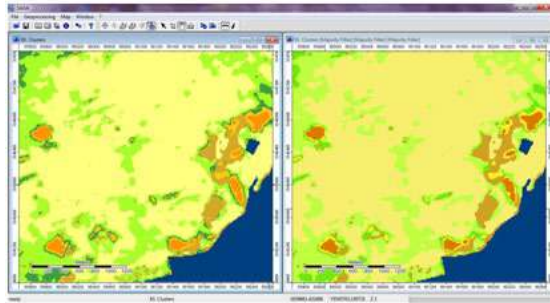
5.1. Укладання карт-гіпотез та створення образів ландшафтів. Засоби оптимізації структури та стану території за даними моніторингу

Укладання карт неможливе без попереднього, хоча б теоретичного вивчення території: карти, Літопис природи, документація парку, Інтернет-джерела, архівні дані, тощо. Водночас, для укладання карт-гіпотез дослідник вивчає територію безпосередньо в польових умовах (рекогносцирування), проте основна частина нашого дослідження присвячена камеральному етапу обробки даних космічних знімків. Зокрема, ілюстрації на рис. 5.1, 5.2, показують що в процесі дослідження підбиралася оптимальна кількість класів індивідуально для кожного виду знімку, в залежності від пори року.

Доцільність управління територією парку є однією з першочергових умов. Адже на території НПП дозволена в певних обмеженнях звичайна господарська діяльність, рекреаційна діяльність. До меж національних парків, як і для території НПП «Слобожанський», часто близько розташовані розорані землі, луки, де випасають худобу, здійснюються вирубки лісового масиву. Використання земель у такий спосіб на периферійних ділянках має контролюватися з метою збереження стану природних комплексів.

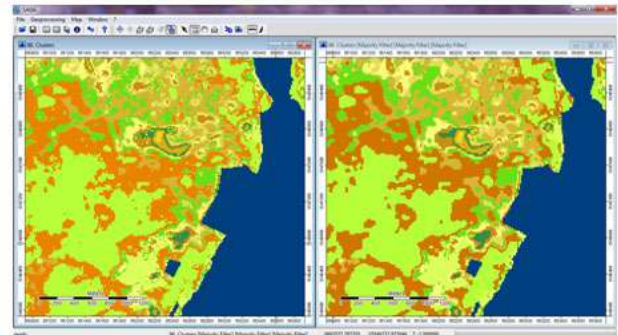
Територія НПП «Слобожанський» має значну фаціальну мозаїчність. Укладання ландшафтної карти і збереження даних в геоінформаційній базі є необхідною умовою для здійснення управління територією. Адже в системі кількісного опису сталого територіального розвитку важливою складовою є картографічні матеріали, а також їх інтегровані об'єднання сценарного типу, що реалізуються для різномірних просторово-часових рівнів організації природних та соціально-економічних територіальних систем. Укладена ландшафтна карта є

своєрідним поєднуючим компонентом між індикатором сталого розвитку і сценаріями розвитку ситуації, тобто аналізом і прогнозуванням.

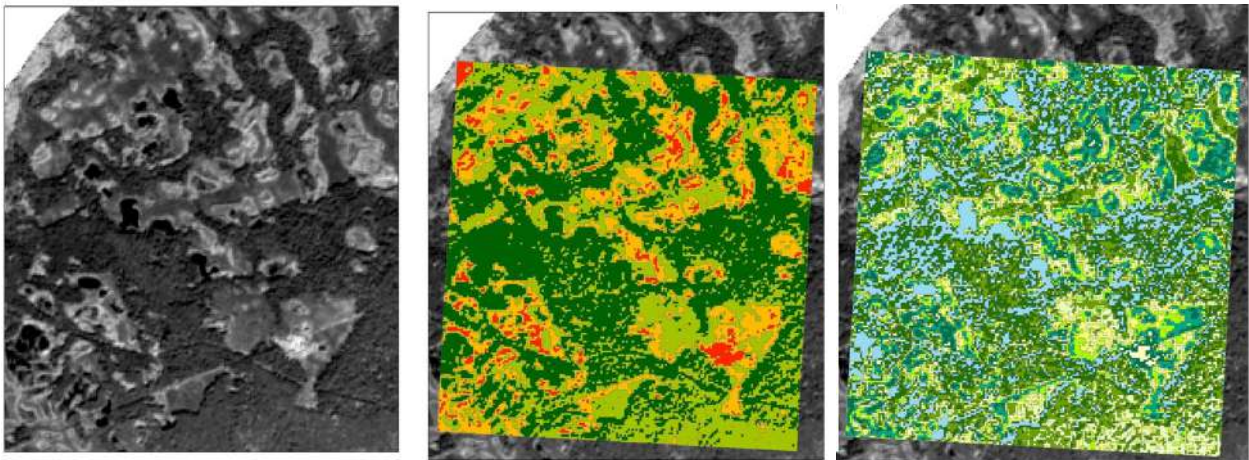


Тематичний растр за 8 класами

Тематичний растр за 12 класами



а) тематичний растр з виділенням 8 та 12 класів за знімком Landsat



б) – тематичний растр з виділенням 8 та 12 класів за знімком Planet Score

Рис. 5.1. Тематичні зображення, створені в процесі дешифрування космічних знімків, підбір оптимальної кількості класів.

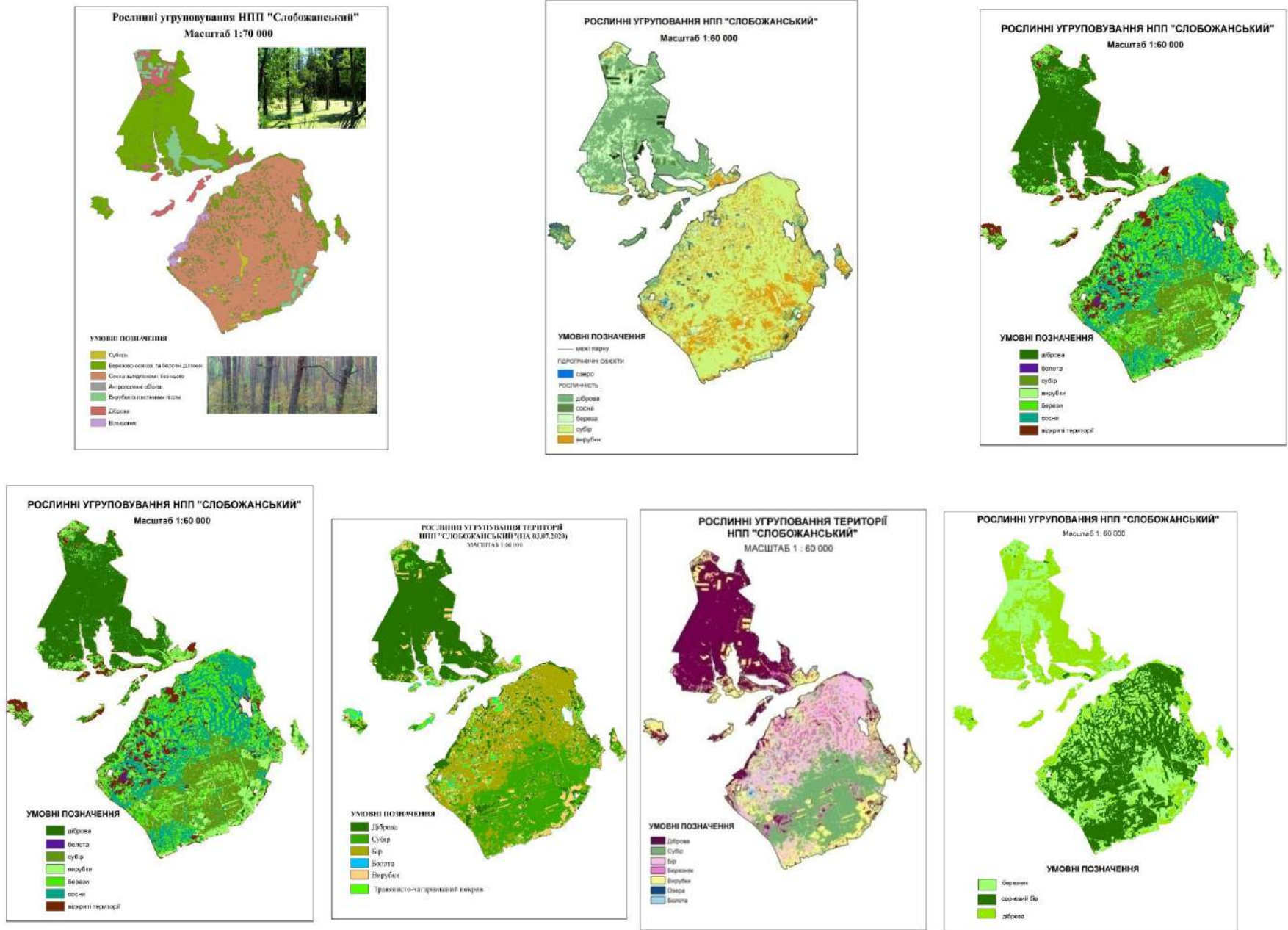


Рис. 5.2. Карти-гіпотези рослинних угруповань території НПП «Слобожанський» з виділенням різної кількості класів автоматичного дешифрування станом на червень 2020 р. (повністю дистанційне дослідження)

Ландшафтна карта на рівні фацій має чітко виражену територіальну складову. В подальшому така карта має стати основою для побудови функціональних моделей різного спрямування (соціальних, економічних, екологічних, комплексних типів системної динаміки), що направлені на прогноз розвитку і є ніби «другим поверхом» проектування завдяки використанню даних про стан, наявний потенціал, обмеження територіального розвитку виділених елементарних контурів як вихідної інформації. Ландшафтна карта НПП «Слобожанський» на фаціальному рівні та створена геоінформаційна база даних є своєрідним початковим матеріалом для проведення в подальшому ландшафтного планування досліджуваної території. З використанням цих матеріалів пов'язано здійснення наступних управлінських рішень в межах НПП «Слобожанський»:

1. Створення інформаційної бази для оцінки 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).

2. Комплексна оцінка кожного елементарного ареалу по всіх видах потенціалів (природно-ресурсному, виробничо-економічному, соціокультурному, екологічному та інші).

3. Визначення всіх видів обмежень, що виникають у процесі планування використання ареалів типів землекористування, що оцінюються не лише з урахуванням кожного виділу, а й системи їх відношень, впливів і взаємодій в рамках розглядання територіальної системи в цілому.

4. Функціональне зонування території з точки зору цілей стратегічного розвитку (визначення типу перспективного переважаючого використання ареалів та їх груп, однорідного за виділеною зоною, максимізуючого ефект від

використання і мінімізуючого негативні наслідки при реалізації цільових установок).

5. Розробка правил «гри», враховуючи ієрархію цілей територіального розвитку для кожної функціональної зони (на базі використання комплексу функціональних моделей загального розвитку, розглядаючи функціональні зони та їх частини як операційні територіальні одиниці).

6. Формування інтегрованої стратегії (стратегій) і програм територіального розвитку з використанням програмно-цільового, програмно-територіального та інших методів.

З урахуванням розвитку геоінформаційних технологій, що дозволяють об'єднати бази даних просторової інформації з елементами автоматизованого геостатистичного аналізу, можна виділити особливий клас модельних задач – картографо-геоінформаційні моделі територіального розвитку геосистем.

З одного боку, вони дозволяють представляти результати просторового аналізу факторів територіального розвитку в класичній картографічній формі. З іншого боку, варіативність аналізу (можливість побудови різноманітних просторових аналітичних зображень шляхом накладання і комбінування більшості інформаційних шарів) наближує картографо-геоінформаційні моделі територіального розвитку до побудови сценарного типу.

5.2. Встановлення обмежень застосування підходу, системи методів, фактичного матеріалу та оцінювання можливостей поширення результатів на інші НПП

Ландшафтне картографування з удосконаленою методикою укладання дозволяє визначити поширення біотопів, які потребують охорони, проаналізувати поширення видів рослинного та тваринного світу та природних середовищ їх існування, з'ясувати ареали поширення рідкісних видів. Це дає можливість оптимізувати зонування території НПП [39], запропонувати

здійснення заходів щодо збереження біорізноманіття, а також спланувати особливості екологічного розвитку. У контексті загального мультифункціонального розвитку ландшафту важливе значення має розвиток біотопів на раніше інтенсивно експлуатованих ділянках, відновлення за можливості природної рослинності. Це насамперед сільськогосподарські угіддя та села, розвиток біотопів у межах яких стабілізує ландшафти, підвищить їхню стійкість до негативних впливів.

Для цілей управління територією НПП ландшафти оцінюються як середовище для відпочинку та як культурно-історичний феномен, цінність якого визначається рівнем різноманіття та наявністю унікальних та рідкісних природних елементів.

Важливо при цьому вирішити конфліктні ситуації у природокористуванні, адже, як правило, найпривабливіші для рекреантів – це одночасно найбільш цінні ландшафти, які збережені у природному стані і які потребують охорони.

Ландшафтне картографування дозволяє виявити ландшафтну структуру території для визначення заходів охорони окремих її ділянок та для регулювання господарської діяльності з метою управління в межах НПП «Слобожанський», зокрема збереження біорізноманіття та регулювання рекреаційної діяльності. Використання ГІС-технологій та даних ДЗЗ дає можливість на основі готової бази даних та щорічного дешифрування нового космознімку проводити моніторинг динаміки ландшафтних угруповань національних природних парків. Укладена ландшафтна карта за описаною методикою дозволить оперативно оновлювати результати досліджень та спостерігати за станом ландшафтних угруповань на досліджуваній території. Вся інформація про зміни зберігається в базі геоданих і може бути візуалізована для конкретного періоду досліджень.

5.3. Обрання перспективних натурних об'єктів

Українське національне природоохоронне законодавство, певною мірою відрізняючись від світового [95, 96], повсякчасно гармонізується зі світовим. Одним із наслідків такої гармонізації є запровадження природоохоронної категорії національного природного парку як об'єкту, який посідає другу сходинку в ієрархії природоохоронних об'єктів.

Національні природні парки є для нашої країни досить новою категорією природоохоронних об'єктів. Більшість з них створені протягом чверті століття існування незалежної України. Разом із заповідниками, вони утворюють природоохоронний каркас територій.

В Україні вже налічується 55 НПП. Серед них 6 розміщені у Лівобережній Україні: Деснянсько-Старогутський, Ічнянський, Гомільшанські ліси, Святі гори, Дворічанський та Слобожанський. Саме останній є предметом даного дослідження.

Особливістю будь-якого НПП є поєднання природоохоронної та рекреаційної діяльності, а в периферійних частинах – іншої господарської діяльності, якщо вона не суперечить виконанню НПП функціональних завдань. Оптимальне співіснування ведення господарської діяльності та нормального розвитку природних ландшафтів на одній території постає однією із проблем сьогодення. Враховуючи це, програмами створення НПП передбачаються ландшафтно-екологічне обґрунтування проектування і моніторинг природокористування. Адже міжнародними правилами (ще з часів 1-го (Стокгольмського) саміту (1972)) встановлено, що фундаментальною вимогою до національних програм створення охоронних об'єктів є захист зразків усіх головних типів екосистем, наявних на території. Цю вимогу неможливо забезпечити без ґрунтовної ландшафтно-екологічної зйомки, яка надалі мусить бути підставою для усього циклу науково-управлінської діяльності відповідних адміністративних органів.

Національні природні парки є тими об'єктами, що потребують підсиленого науково-дослідницького процесу вивчення території для раціонального поєднання функціонування природних і антропогенних складових ландшафтів. Загалом об'єкти відносяться до єдиної природоохоронної системи України. Законодавчою базою передбачено здійснення загального моніторингу, виконання правил наукового, господарського напрямків згідно загальноприйнятих вимог як України, так і світової охорони природи.

Територія НПП «Слобожанський» належить до Сіверськодонецького загально національного екокоридору і функціонує зі статусом об'єкту НПП з 2009 року (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Екологічна мережа Харківської області [7]

5.4. Алгоритм моніторингового прослідковування тренду змін через ландшафти-індикатори рівня фацій та простих урочищ

За результатами усього викладеного вище, мусимо викласти логічну послідовність дослідницьких дій і технічних заходів для досягнення мети

наземно-космічного індикативного моніторингу. Якщо синтезувати ті методичні підходи, які поокремо описані вище, то процес створення й функціонування моніторингу поділиться на три частини:

А. Попередній етап. Створення великомасштабної ландшафтної карти.

Б. Підготовчий етап. Визначення та формалізований опис ландшафтних індикаторів.

В. Основний етап. Відслідковування індикаторів та ретроспективний аналіз змін їх стану.

Далі розглянемо ці етапи у логічній послідовності дій.

А. ПОПЕРЕДНІЙ ЕТАП включає таку послідовність дій:

А.1. Априорний огляд ландшафтної будови території за матеріалами проекту парку та ландшафтними й іншими тематичними картами. Вибір за сукупністю цих даних маршруту рекогностування.

А.2. Складання абрису та визначення можливих тестових ділянок.

А.3. Рекогностування території згідно укладеного проекту.

А.4. Попереднє обстеження обраних камеральним способом тестових об'єктів, укладання ландшафтних контурів за допомогою GPS-додатку смартфона і з використанням модифікованої методики ландшафтної зйомки (відомий алгоритм Г. Міллера [64]). Результат — окремі ландшафтні карти тестових ділянок.

А.5. Камеральний етап: використовуючи геодані сканувань, визначаємо доцільний масштаб і тип зйомки, а також інформативність каналів електромагнітних хвиль, як це було детально показано вище, порівнюючи різні способи зйомки з трьох доступних (Landsat-8, Sentinel-2 та Planet Scope) та комбінації оптичних «вікон» зйомки, які дозволяють ідентифікувати контури ландшафтних виділів. Експериментально було виявлено, що Landsat-8 з роздільною здатністю в 30 м не дає бажаних результатів щодо окремих фацій, які значно менші за площею, а Planet Scope (розширення 3 м) навпаки – дуже

детально подає інформацію, яка переважніше загалом образ ландшафтів фаціального рівня саме території нашого дослідження. Найоптимальнішим є використання даних Sentinel-2 з роздільною здатністю 15 м, що дозволяє генералізувати та водночас деталізувати «образи ландшафтів» рівня фацій.

А.6. Укладання, за результатами попереднього етапу, ландшафтною карти-гіпотези шляхом навчання комп'ютерної програми ArcGis розпізнаванню оптичних образів ландшафтних виділів, і побудова дворівневої ієрархії «фація-урочище» (для виділення урочищ можна скористуватись раніше укладеною картою).

Результат етапу - карта-гіпотеза (рівня фацій) й ієрархічна ландшафтна структура.

Б. ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП. Для визначення індикаторів слід проаналізувати ландшафтну карту й визначити перелік перспективних об'єктів-індикаторів, порівнюючи різночасові образи ландшафтною структури території.

Для цього потрібна наступна послідовність дій:

Б1. Перегляд космічних знімків і порівняння їх з метою знайти, по-перше, інваріант ландшафту у вигляді стійких просторових відношень, які прослідковуються на всіх знімках, і контури та фонове зображення, які помітно змінюються.

Б2. Всіма доступними способами ідентифікуємо ці об'єкти й проводимо повторне рекогносрування та польову зйомку, відбраковуючи певні невдалі (з точки зору використання) виділи і залишаючи перспективні. У нашому випадку такими були дві категорії контурів: а) такі, що змінюються за контурами (це водно-болотні угіддя) та б) такі, у яких спостерігаємо тренд змін фототону в обраних діапазонах сканування, що свідчить про тренд зміни рослинності. Задля ідентифікації нами було експериментально запропоновано використання методу класифікації із навчанням.

Б3. Для цих контурів використовуємо усю доступну інформацію, оверлейний аналіз, додаткове польове обстеження, щоб переконатись у правильності вибору. Для кожного контуру укладаємо свого роду вектор ознак, який надалі слугуватиме ідентифікатором змін.

Результат цього етапу — виділи з ландшафтної карти лише контурів і наповнення кожного типу контурів їх атрибутивними характеристиками, які можуть бути не візуалізованими, проте суттєвими.

В. ОСНОВНИЙ ЕТАП. Далі залишаємо ландшафтну карту і працюємо лише з картою індикаторів та їх характеристиками. Ця робота зводиться до такої послідовності дій:

В1. Використовуючи цифровий запис ландшафтної карти, проводимо способом перебору пошук схожих векторів опису, порівнюючи наявні по території описи (тобто вектори) ландшафтних характеристик з нашими еталонами, що встановлені на попередньому етапі. У такий спосіб ідентифікуємо фаціальні об'єкти-індикатори.

В2. Міняємо інформаційну базу, використовуючи інший знімок цієї території., повторюємо ті ж дії. Для всієї території результативними виявилися дані космознімку Sentinel-2, а для більш детальної характеристики заповідної території з численними болотами з відкритим водним дзеркалом кращі результати надає обробка космознімку Planet Score.

В3. Ретроспективна імітація моніторингу. Порівнюємо сукупності оптичних характеристик для одних і тих же точок (контурів виділених фацій) і порівнюємо їх за формальними правилами. Ті компоненти, які найбільш потерпають змін, стають ознаками, які слід надалі моніторити.

КІНЦЕВИЙ РЕЗУЛЬТАТ: формалізована (у вигляді атрибутивних ознак) характеристика індикаторів та прослідковування змін шляхом порівняння контурів. Надалі, за змінами певних найбільш чутливих компонентів можна, візуалізуючи за допомогою картографування, моніторити і розпізнати місцеві та

регіональні зміни (останні складуть тренд, а місцеві відхилення від нього — залишкову поверхню). В основі цього аналізу лежить аналіз, розписаний у роботах зі структурного аналізу фізичних полів, зокрема, рельєфу у численних роботах І. Черваньова.

Типовий склад вектору. Вектор ознак практично міститься у алгоритмі Г. Міллера, проте на той час не було можливості використовувати у ландшафтному дослідженні спектрональної аерофотозйомки, тому деякі характеристики фації не були навіть відомі (не говорячи про їх оптичну ідентифікацію). Натепер, з урахуванням можливостей космічного сканування й огляду на те, що воно відразу є цифровим, отже, дискретним, питання лише у тому, щоб відобразити цю дискретність у певних ознаках відбиття сонячного світла, випромінювання, ідентифікації кольору укупі з даними оверлейного аналізу, які не знаходять відображення в сканограмах.

Апріорі, з попереднього досвіду, розподілимо ознаки фації на чотири групи:

- інваріантні — покривна чи материнська гірська порода, положення на рельєфі, тип поверхні (водойма-суходіл), тип, підтип, різновид ґрунту, тип рослинного покриву;
- періодично змінювані — річний, сезонний, добовий ритми зміни освітленості; фонові (загальна зволоженість, як у бланку опису фації);
- хаотично змінювані — залишкова зволоженість, залежність оптичного образу від режиму погоди (дощ, вітер, стан рослинності);
- трендових змін: контур берегової лінії водойм, флористичне різноманіття, стан рослинності, витоптування або дигресія (як для деревної, трав'яної чи мішаної рослинності; стан узлісь).

Відповідно, кожна ознака передається через дискретний ряд станів, який відображається переліком (класифікацією) за даною ознакою.

Отже, якщо зафіксувати позицію кожної ознаки у цьому векторі (напр., перші 3 позиції для геологічної характеристики, наступні 3 для типу поверхні (суходіл, вода, болото і т. д.) і записувати стан за двійковою системою (так; ні) то отримуємо однозначну характеристику — вектор ознак для кожного пікселя, а узагальнюючи в контурі для кожної фації.

Наступний крок — визначення трендових ознак, які, власне, і є моніторинговими. Щоб їх визначити, слід елімінувати (тобто зробити не виразними інваріантні та хаотично змінювані ознаки). Тоді характеристична картина території стає більш прозорою. Для цього слід вилучити з розгляду відповідні компоненти вектору (обнулити їх), залишивши позицію кожної ознаки й стану незмінною.

Складним і поки не вирішуваним є питання елімінування хаотичних ознак. Адже вони залежать від моменту зйомки, тому не піддаються простому вилученню. Найшвидше, тут слід вдатися до порівняння знімків на різні моменти зйомки, якщо вони доступні (зміниться погода, локальне освітлення, вологість ґрунту й рослин тощо).

Те, що залишається як індикатор трендових змін, які, власне, і є об'єктом моніторингу, відображається як залишок у векторі або залишкова поверхня, якщо інтерполювати значення змін на території. З такими залишковими поверхнями можна виконувати арифметичні дії, як це відомо з декількох способів картографічного методу дослідження.

У оптичному поданні, можемо отримати картину трендових змін відображену умовними кольорами (як це практикується, наприклад, у прогнозах кліматичних змін).

5.5. Ландшафтне планування природоохоронних територій

Матеріали наземно-космічного картографування ландшафтів мають бути використані для пошуку рішень для ефективного використання території НПП «Слобожанський» для розвитку туристично-рекреаційної та освітньої діяльності, зберігаючи при цьому недоторканими найбільш цінні ландшафти. Мають бути запропоновані рекомендації щодо регулювання навантажень при використанні найбільш привабливих ландшафтів у сфері відпочинку. Крім цих задач відновлення, цілі розвитку пов'язані із туристично-рекреаційною діяльністю, яка мусить спиратися на використання привабливих ландшафтів [60, 64]. Головна ознака таких ландшафтів – висока ступінь різноманітності, наявність культурно-історичних об'єктів, комфортні кліматичні умови як у зимовий, так і в літній періоди. Цілі поліпшення рекомендовані для ландшафтів, які знаходяться під підвищеним рекреаційним тиском [80].

Як один із етапів ландшафтне планування, апробоване у дисертації великомасштабне ландшафтне наземно-космічне картографування дозволяє в подальшому спрогнозувати типи дій та заходів, виходячи з цілей використання та розвитку території НПП «Слобожанський». Зокрема, для території планування слід передбачати такі типи дій та заходів:

1. Загальні для всієї території заходи, спрямовані на реалізацію концепції розвитку; це може бути розробка правових норм як загального характеру, так і спрямованих на забезпечення реалізації ландшафтного плану, пропозиції щодо раціоналізації функціональної структури управління територією, та підтримка цієї структури, також різні види діяльності, що стосуються всієї території в цілому; заходи щодо збереження існуючого стану території з високим ступенем біорізноманіття та наявними рідкісними видами; обмеження використання (інтенсивне сільське господарство на продуктивних ґрунтах) окремих ділянок території НПП. У концепції цілей – це зона визначення як наявності, так і відсутності окремих видів використання.

Заходи щодо розвитку існуючого або пропонованого використання спрямовані, наприклад, на несуперечливий розвиток туризму та органічного землеробства; заходи щодо поліпшення діяльності для цілей збереження раритетів території; заходи щодо поліпшення діяльності для цілей розвитку;

- основні дії для поліпшення соціальної сфери.

2. Виділення на основі укладеної ландшафтної карти територій, які потребують режиму регульованої (сезонної) заповідності дозволить визначити:

- сезонне регламентування термінів, обмеження місць полювання і заборона знищення видів тваринного світу, які знаходяться під особливою охороною (в тому числі в прилеглих територіях до парку);

- заборона руху транспортних засобів в межах певних доріг, що перетинають територію парку або ж знаходяться в буферній зоні;

- регулювання здійснення вибіркових рубок ділянок лісових масивів та окремих дерев з метою збереження видового різноманіття.

3. Ландшафтний підхід до організації мікрорегіональних банків даних є ефективним. З цієї точки зору перспективним є використання картографо-геоінформаційних моделей, операційними територіальними одиницями яких є контури ландшафтних виділів, для екологічної оцінки стану території, що в подальшому впливає на прийняття рішень щодо вирішення проблем, якщо вони виникають [91].

4. Великомасштабна ландшафтна карта (на рівні фацій) території НПП «Слобожанський» в подальшому має стати основою для визначення особливостей біорізноманіття певних виділів та проведення в подальшому ландшафтного планування згідно з цілями збереження природного стану реліктових озер та боліт, червонокнижних видів рослин та тварин в поєднанні з нормальним функціонуванням рекреаційної діяльності в межах парку [79].

Висновки до розділу 5.

1. На основі наукового синтезу (тематичного системного картографування, комплексного оцінювання та врахування конфліктів природокористування) визначено шляхи оптимізації структури та стану території за даними ландшафтного моніторингу.

2. Встановлено обмеження застосування підходу, системи методів та фактичного матеріалу дистанційних сканувань і ГІС-технологій відповідно до зональних рис ландшафтної структури та місцевих особливостей територіальної організації та функціонування, та визначено певні шляхи його дотримання у подальшому.

3. Визначено види обмежень, що виникають у процесі планування використання ареалів відповідно до типів землекористування й системи їх відношень, впливів і взаємодій в рамках територіальної системи в цілому, щоб мінімізувати ризики і попередити негативні наслідки у ході реалізації цільових установок Проекту НПП та буферних зон.

4. Запропоновано рекомендації, яких слід дотримуватись у процесі специфічного ресурсовикористання НПП «Слобожанський», враховуючи ієрархію цілей територіального розвитку адаптовано до кожної функціональної зони. Функціональні зони та їх частини розглядались як операційні територіальні одиниці в межах завдань інтегрованих стратегій і програм територіального розвитку, з використанням програмно-цільового, програмно-територіального та інших підходів.

ВИСНОВКИ

У результаті дослідження отримано, апробовано й опубліковано наступні результати:

1. Основним результатом є розробка алгоритму індикативного моніторингу у вигляді послідовного опрацювання трьох блоків завдань: підготовчого - створення великомасштабної ландшафтної карти-гіпотези, яка перевіряється й коректується у польових умовах на тестових ділянках; попереднього — визначення індикативних об'єктів рангу фацій; основного — прослідковування трендів змін ландшафтної структури за порівнянням векторів стану індикаторів.

2. Способом реалізації моніторингу змін за індикаторами є порівняння векторів станів для різних часових зрізів. Визначена структура векторів стану, яка передає основні ознаки індикативних об'єктів. Вона визначається через цифрування ознак, відомих з традиційного бланку опису фацій. До них додано оцифровані оптичні ознаки, отримувані зі сканограм трьох супутникових систем — Landsat-8, Sentinel-2 та Planet Scope, у тому числі в неоптичних діапазонах зйомки. Усі ознаки розподілено на 4 класи; а) інваріантні; б) періодично змінні; в) хаотично змінні; г) спрямовано змінні (трендові). Саме останні є предметом уваги, а їх спрямовані зміни — індикаторами для ландшафтного моніторингу.

3. Досягнуто можливості формалізованого відслідковування трендових змін шляхом елімінації непотрібних трьох груп ознак (а, б, в,) і подальшого автоматичного порівняння векторів стану індикаторів. Це дає можливість побудувати слідкуючу систему наземно-космічного моніторингу

4. Комплекс індикативного ландшафтного моніторингу був забезпечений здобувачкою системним поєднанням наземних польових зйомок лише на тестових ділянках, а в основному спектральним аналізом ДЗЗ трьох типів (переважно Landsat-8, Sentinel-2 та Planet Scope) та використанням сучасних

геоінформаційних технологій обробки ДЗЗ (інструменти ArcMap, QGis та ін.). Усі технічні засоби сертифіковані на міжнародному рівні, завдяки чому забезпечується висока об'єктивність результатів.

5. Аналіз ландшафтної структури (на рівнях від місцевості до фації), уперше розроблений і здійснений у дисертації, надав можливості автоматично визначити і порівняти індикативні фації двома способами без навчання програми та з навчанням. У якості індикаторів рівня фацій виявились контури водно-болотних угідь та зміни показників рослинного покриву, для дослідження яких застосовано спеціальні програмні продукти (QGis, ArcGis).

6. Застосування додатку Next GIS надало можливості векторизувати властивості й відслідковувати ознаки трендових змін. Для врахування властивостей, які не передаються через електромагнітні хвилі й тому не фіксуються сканерами, застосовано оверлейний аналіз карт геологічної, рельєфу, та ґрунтової, що дало можливість більш повного й багатостороннього врахування системи ознак, що підлягають моніторингові.

7. Застосування такого комплексу досліджень, в основі яких лежить автоматичне розпізнавання й векторизація ознак, дало можливість відмовитися від суцільної польової зйомки на користь оволодіння професійними геотехнологіями. У такий спосіб стає реальним суттєве пришвидшення досліджень, яких потребує моніторинг, і навіть зменшення вартості, бо дані ДЗЗ є переважно відкритими й безоплатними.

8. Великомасштабна ландшафтна карта та банк даних, який створено в ході ландшафтної зйомки та оверлейного аналізу, можуть використовуватись побічно щодо завдань дисертаційного дослідження, що надає останньому додаткової споживчої вартості.

9. Встановлені види обмежень, які супроводжують виконання алгоритму індикативного моніторингу: неможливість врахування хаотичних змін оптичного образу фацій-індикаторів; фетишизація візуальних ознак, які

лише й сприймаються сканерами, нм шкоду сутнісним прихованим властивостям і змінам; відсутність алгоритмів побудови компактних легенд ландшафтних карт.

10. Слабкістю системи індикативного моніторингу є неврегульованість стосунків землевласників, подекуди хижацькі способи природокористування, через що можуть виникати інспіровані зміни індикаторів, які отримують хибні оцінки їх значущості.

Визначено види обмежень, що виникають у процесі планування використання ареалів відповідно до типів землекористування й системи їх відношень, впливів і взаємодій в рамках територіальної системи в цілому, щоб мінімізувати ризики і попередити негативні наслідки у ході реалізації цільових установок Проекту НПП та буферних зон.

11. Запропоновано «правила гри», яких слід дотримуватись у процесі специфічного ресурсовикористання НПП «Слобожанський», враховуючи ієрархію цілей територіального розвитку, адаптовано до кожної функціональної зони, з використанням програмно-цільового, програмно-територіального та інших підходів, якими користуються органи місцевого урядування.

12. На основі наукового синтезу (тематичного системного картографування, комплексного оцінювання та врахування конфліктів природокористування) визначено шляхи оптимізації структури та стану території за даними ландшафтного моніторингу.

13. Встановлено обмеження застосування підходу, системи методів та фактичного матеріалу дистанційних сканувань і ГІС-технологій відповідно до зональних рис ландшафтної структури та місцевих особливостей територіальної організації та функціонування, та визначено певні шляхи його дотримання у подальшому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

А. Нормативно-правові документи

1. Про природно-заповідний фонд України : Закон України від 16 червня 1992 р. Київ, 1992. № 34. Ст. 20
2. Про Проект організації території національного природного парку, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів та об'єктів : Положення від 29 липня 2005 р.
3. Про природно-заповідний фонд України : Закон України від 16.06.1992 р.
4. Про створення національного природного парку «Слобожанський»: за станом на 11.12.2009 р. : Указ Президента. Київ, 2009 URL : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1047/2009>

Б. Друковані праці

5. Айлікова Г. В., Голубцов О. Г., Криштоп Т. В., Лісовський С. А., Марууняк Є. О., Палеха Ю. М., Руденко Л. Г., Фаріон Ю. М., Чехній В. М., Чижевська Л. О. Інтеграція екологічної складової в просторові плани громад (методичні настанови)/ Київ, 2020. 108 с.
6. Актуальні напрямки розвитку картографії в Україні. Київ, 2019. 92 с.
7. Атлас Харківської області [Карта] / редкол. : І. І. Залюбовський, І. Ю. Левицький, Н. А. Гвоздь та ін. за ред. І. С. Руденко. Київ, 1993. 45 с.
8. Ачасов А. Б., Селіверстов О. Ю., Кот А. Г., Клещ А. А. [та ін.]. До питання створення відкритої екологічної геоінформаційної системи. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2022. Вип. 38. С. 97-105
9. Ачасов А. Б., Курілов В. І. Проектування локальних геоінформаційних систем як інформаційної основи раціонального

землекористування. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Сер. Екологія*. Харків, 2013. Вип. 8. С. 22-26

10. Багров М. В. Моделювання впливу місцевого земельного менеджменту на природоохоронні об'єкти / М. В. Багров, Л. Г. Руденко, І. Г. Черваньов // *Стратегія реалізації земельної реформи: матер. міжнар. конф.* 29.04.11. – Харків, 2011. – С. 29-36

11. Байрак Г. Р. Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі : навчальний посібник. Львів, 2010. 712 с.

12. Беручашвілі Н. Л. Методика ландшафтно-географічних досліджень і картографування стану природно-територіальних комплексів. Тбілісі, 1983. 199 с.

13. Біатов А. П., Брусенцова Н. О., Н. Б. Саїдахмедова [та ін.]. Додаток до Літопису природи Національного природного парку «Слобожанський» за 2012 рік. Краснокутськ, 2013. 136 с.

14. Біатов А. П. Брусенцова Н. О., Саїдахмедова Н. Б. [та ін.]. Літопис природи Національного природного парку «Слобожанський» за 2012 рік. Т. 1. Краснокутськ, 2013. 136 с. з Дод. (Рукопис).

15. Бобра Т. В., Личак О. І. Ландшафтні основи територіального планування : навчальний посібник. Сімферополь, 2003. 172 с.

16. Бодня О. В., І. А. Олійников, А. Ю. Овчаренко Використання ГІС-технологій в польових ландшафтних дослідженнях / О. В. Бодня, // *ГІС-технології та ПЗФ*. – Краснокутськ, 2015.

15. Бодня О. В., Олійников І. А., Баришніков О. О., Овчаренко А. Ю. [та ін.]. Використання мобільних ГІС для ландшафтних досліджень під час практик студентів-географів. *«ГІС-форум-2017»* : зб. матеріалів конференції, 2015. Вип. 1. С. 49-52

17. Бодня О. В., Овчаренко А. Ю., Черваньов І. Г. Геоєкологічний аналіз короткочасних трендів зміни структури території НПП «Слобожанський» за

даними космічної зйомки Planet Score. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2017. Вип. 47. С. 176-181

18. Бодня О. В., Овчаренко А. Ю. Індикативний ландшафтний моніторинг національних природних парків (на прикладі території НПП «Слобожанський»). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2018. Вип. 49. С.192-207

19. Бодня О. В., Сінна О. І., Олійников І. А., Овчаренко А. Ю. Ландшафтне картографування НПП «Слобожанський» засобами мобільних, настільних та веб-додатків ArcGis. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти та картографії»*. 2016. Вип. 23. С. 15-21

20. Бодня О. В., Олійников І. А., Овчаренко А. Ю. Ландшафтне онлайн-картографування з використанням смартфонів, оснащених ГІС-технологіями : досвід застосування у Слобожанському національному природному парку. *Проблеми ландшафтознавства в контексті сталого розвитку та Європейської ландшафтної конвенції : матеріали Міжнародного наук. сем., присвяченого 40-річчю заснування Чорногірського стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка (м. Львів, Ворохта, 3–5 листопада 2017 р.)*. Львів, 2017. С. 32-33

21. Бодня О. В., Ігнат'єв С. Є. Проектування природоохоронних територій із застосуванням ГІС-технологій (на прикладі РЛП «Пристинські плавні») : матер. регіональної наради «Можливості супутникових технологій у сприянні вирішенню проблем Харківщини». Харків, 2009. С. 204-205.

22. Боков В. А. Пересадько В. А., Черваньов І. Г. Екологічне картографування : електронний навчальний посібник. Сімферопіль, 2012. 227 с.

23. Боков В. А. Тимченко І. Є., Черваньов І. Г. [та ін.]. Просторово-часовий аналіз в територіальному плануванні. Сімферопіль, 2005. 181 с.

24. Геренчук К. І. Польові географічні дослідження / К. І. Геренчук, Е. М. Раковська, О. Г. Топчієв. — К. : «Вища школа», 1975. — 248 с.
25. Гетьман В. І. Екотуризм у національних парках. *Вісник Львівського університету. Сер. географічна*. Львів, 2002. № 7-8. С. 24-28
26. Голубцов О. Г. Ландшафтне планування: основні положення та досвід реалізації в Україні. *Український географічний журнал*. 2021. Вип. 1 (113). С. 63-72
27. Горянова В. О., Квартенко Р. О. Особливості фізико-географічного районування в національному природному парку «Слобожанський» // *Екологія - шляхи гармонізації відносин природи та суспільства* : зб. тез III Міжвузівської конфер. з міжнародною участю (11-12 жовтня 2012 р.). Умань, 2012. С. 96-98
28. Гродзинський М. Д., Савицька О. В. Естетика ландшафту : навч. посібник. Київ, 2005. 183 с.
29. Гродзинський М. Д. Ландшафтна географія: стара назва нової науки чи відродження майже забутого. *Український географічний журнал*. 2017. № 2. С. 59-64
30. Гродзинський М. Д. Ландшафтна екологія : підручник. Київ, 2014. 251 с.
31. Гудзевич А. Гудзевич Л., Нікітченко Л. [та ін.] Картографічне забезпечення реалій збереження біотичного та ландшафтного різноманіття національних природних парків. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. Харків, 2021. Вип. 54. С. 164-179
32. Давидчук В., Сорокіна Л., Родіна В. Методи ландшафтного картографування з використанням ГІС та інших комп'ютерних технологій. *Вісник Львівського національного університету*. Львів, 2004. Вип. 31. С. 263-270
33. Денисик Г. І. Антропогенне ландшафтознавство: навч. посібник, Ч. 1 // *Загальне антропогенне ландшафтознавство*. Вінниця, 2014. 332 с.

34. Денисик Г. І. Антропогенне ландшафтознавство: навч. посібник. Ч. 2 // Регіональне антропогенне ландшафтознавство. Вінниця, 2015. 328 с.
35. Екологічний атлас Харківської області [Карта] / під ред. А. В. Гриценко. Харків, 2002.
36. Загультська О. Ландшафтно-дистанційні дослідження: переваги, здобутки, перспективи. *Вісник Львівського національного університету*. Львів, 2004. Вип. 31. С. 277-284
37. Ігнат'єв С. Є., Черногор Т. С., Черваньов І. Г. Географічні та інженерні аспекти проектування природоохоронних територій. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії* : збірник наукових праць. Київ, 2009. Вип. 9. С. 90-97
38. Ігнат'єв С. Є. Конструктивно-географічні основи управління територією екологічної мережі регіонального рівня (на прикладі Оскільського природного коридору) : автореф. дис. канд. геогр.н. Сімферополь, 2011. 20 с.
39. Ільїн Л. В. Лімнокомплекси Українського Полісся. у 2-х т. Т. 1: Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності. Луцьк, 2008. 316 с.
40. Ільїна О. В. Антропогенні трансформації болотних комплексів боліт. *Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки*. Луцьк, 2003. С. 111-114
41. Ільїна О. В. Еколого-географічний аналіз боліт Волинської області / О. В. Ільїна // *Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки*. Луцьк, 2007. С. 14-17
42. Караїм О. А. Моніторинг в системі управління ландшафтами природоохоронних територій. *Вісник національного університету водного господарства та природокористування*. Луцьк, 2013. Вип. 3. С. 91-98

43. Карасьов О. О., Черваньов І. Г. Нематеріальне природокористування. *Проблеми безперервної географічної освіти та картографії*. Харків, 2013. Вип. 18. С.70-73
44. Ковальчук І. П., Байрак Г. Р., Івченко Д. В. Застосування ГІС/ДЗЗ-технологій для оптимізації природовикористання в басейні рівнинної річки (на прикладі поліської частини Західного Бугу). *Географія і природні ресурси*. 2014. Вип. 2. С. 186-194
45. Круглов І., Божук Т. Геоекологічна інтерпретація рослинного покриву Українського Мармарошу за космічним зображенням ASTER VNIR. *Вісник геодезії та картографії*. 2004. № 3. С. 48-52
46. Круглов І. Делімітація, метризація та класифікація морфогенних екорегіонів Українських Карпат. *Український географічний журнал*. 2008. Вип. 3. С. 59-68
47. Круглов І. Ландшафт як геосистема. *Вісник Львівського університету. Сер. Географії*. Львів, 2006. Вип. 33. С. 186-193
48. Круглов І. С. Геоекологія як трансдисциплінарна наука про геосистеми. *Фізична географія та геоморфологія*. 2005. Вип.47. С. 100-107
49. Круглов І. С. Екологія ландшафту (геоекологія): аналіз європейських та північноамериканських публікацій. *Український географічний журнал*. 2000. Вип. 2. С.62-66
50. Круглов. І. Методика напівавтоматизованого створення геопросторового шару педоморфологічних одиниць Басейну Верхнього Дністра. *Вісник Львівського університету. Сер. геогр.* 2004. Вип. 16. С. 312-320
51. Кузьмічов В. І. Ґрунти Харківщини та підвищення їх родючості. Харків, 1974. 205 с.
52. Кукурудза С. Л. Моніторинг ландшафтів. Львів, 1995. 35 с.

53. Кулачковський І. Круглов І. Видозбірні геосистеми басейну витоків річки Сян. *Наук. зап. Тернопільського педагогічного ун-ту. Серія геогр.* Тернопіль, 2016. Вип. 40. С. 191-200
54. 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
55. Максименко Н. В. Пересадько В. А., Сінна О. І. [та ін.]. ІТ-технологія встановлення меж заповідних територій в умовах земельної реформи України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* Харків, 2021. Вип. 36. С. 111-122
56. Максименко Н. В. Ландшафтне планування як засіб екологічного впорядкування території. *Проблеми безперервної географічної освіти та картографії.* Харків, 2012. Вип. 16. С. 65-68
57. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування в інвайронментальному менеджменті територій локального рівня організації довкілля: автор. дис. докт. геогр. н. Харків, 2018. 36 с.
58. Максименко Н. В. Методичні підходи до оцінки ландшафтної мозаїчності території. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* Харків, 2013. Вип. 1-2. С. 28-33
59. Максименко Н. В., Квартенко Р. О. Оновлене фізико-географічне районування Харківської області. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія».* Харків, 2016. Вип.14. С. 20-32
60. Максименко Н. В. Про «природність» та «антропогенність» ландшафтотворення / Н. В. Максименко, С. П. Сонько // *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* – Харків, 2016. - Вип. 1-2. - № 25.– С. 9-13
61. Манойлов В. П., Омельчук В. В., Опянюк В. В. Дистанційне зондування Землі із космосу: науково-технічні основи формування й обробки видової інформації. Житомир, 2008. 384 с.

62. Міллер Г. П. Польове ландшафтне знімання гірських територій. Київ, 1996. 162 с.
63. Міщенко О. В. Сучасний стан та особливості природокористування в національних природних парках України. Харків, 2014. Вип. 10. С. 73-79
64. Назарук М. М. Бота О. В. Дослідження екологічних ризиків як ключовий елемент оцінки впливу на довкілля. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 34. С. 100-107
65. Некос А. Н., Ачасов А. Б., Кочанов Є. О. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: дистанційні методи. Харків, 2017. – 244 с.
16. Овчаренко А. Ю. Дослідження ландшафтної структури національного природного парку «Слобожанський» за космічними знімками. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 23-24 квітня 2015 року). Харків : ХНУ, 2015. С. 49-50
17. Овчаренко А. Ю. Картографування ландшафтів національного природного парку «Слобожанський» з метою їх збереження. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування* : матеріали IV Міжнар. наук. конф. молодих вчених (м. Харків, 03 – 04 грудня 2015 р.). Харків, 2015. С. 127-128
18. Овчаренко А. Ю. Картографування території НПП «Слобожанський» для проведення ландшафтного моніторингу. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 5-6 квітня 2017 року). Харків, 2017. С. 94-97
66. Овчаренко А. Ю. Ландшафтне планування як засіб оптимізації природокористування в малому регіоні / А. Ю. Овчаренко // Географічні

дослідження: історія, сьогодення, перспективи: матеріали щорічної міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (10-11 квітня 2014 року). – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. – С. 58-59

67. 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 «ГІС-форум-2018» : зб. матеріалів конференції. Харків, 2018. Вип. 2. С. 62-67

20. Овчаренко А. Ю. Можливості ГІС-технологій у аспекті здійснення крупномасштабного ландшафтного картографування у польових практиках студентів-географів. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії»*. 2019. Вип. 30. С. 70-80

21. Овчаренко А. Ю. Огляд досліджень індикативних об'єктів ландшафтного моніторингу з використанням даних ДЗЗ *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 11 квітня 2019 року). Харків, 2019. Вип. 12. С. 39-44

22. Овчаренко А. Ю. Укладання ландшафтною карти території НПП «Слобожанський» з використанням сучасних ГІС-технологій *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар.

наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків 13-14 квітня 2016 року). Харків, 2016. С. 127-129

68. Олещенко А. В. Геосистемні засади територіальної організації біосферних заповідників : автореф. дис. канд. геогр. н.. Київ, 2010. 20 с.

69. Панас Р. М., Маланчук М. С. Методологія еколого-ландшафтного моніторингу порушених земель (на прикладі Роздільського кар'єру). *Наук. вісник «Геодезія, картографія і аерофотознімання»*. Львів, 2011. Вип. 75. С. 115-120

70. Пастернак В. П., Корнієнко А. В., Яроцький В. Ю. [та ін.]. Великомасштабне картографування ділянок моніторингу в НПП «Слобожанський». *Вісник ХНАУ, Лісове господарство*. Харків, 2015. № 2. С. 113-122

71. Пересадько В. А., Байназаров А. М. Досвід і перспективи еколого-природоохоронного картографування Харківської області. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. Харків, 2021. № 32. С. 8-16

72. Пересадько В. А. Електронні еколого-природоохоронні карти: суть, проблеми і досягнення. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. Харків, 2007. Вип. 7. С. 152-156

73. Пересадько В. А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи. Харків, 2009. 242 с.

74. Пересадько В. А., Сінна О. І. Теоретичні та прикладні аспекти застосування геоінформаційних технологій при розробці ландшафтно-екологічних карт регіонів (на прикладі Харківської області). *Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. Харків, 2008. № 824. С. 179-186

75. Петлін В. М. Інформація в організованості природних територіальних систем: монографія. Київ, 2017. 420 с.

76. Петлін В. М. Методологія та методика ландшафтознавчих експериментальних досліджень . Львів, 2009. 400 с.

77. Петлін В. М. Проблеми ландшафтно-картографічної інтерпретації просторової мінливості даних. *Український географічний журнал*. Київ, 2018. - № 3 (103). С. 16–20
78. Попович Н. В., Пересадько В. А. Обґрунтування актуальності й доцільності картографічного забезпечення стратегій розвитку територій. *Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. Харків, 2017. Вип. 47. С. 139-144
79. Попович С. Ю. Устименко П. М. Природно-заповідна справа: Навчальний посібник. *Укр. ботан. журн.* Т. 65. 2008. № 3. С. 473-476
80. Природно-заповідна спадщина Харківської області / Під редак. В. А. Токарського. Харків, 2011. 216 с.
81. Проект створення національного парку «Слобожанський» / О. В. Клімов, О. В. Філатова, Г. С. Надточій [та ін.]. – Харків, 2009. – 124 с.
82. Просторовий аналіз природних і техногенних ризиків в Україні : Зб. наук. праць. Київ, 2009. 272 с.
83. Романчук І. Ф., Сахацький, О. І., Апостолов О. А. Оцінка вологості ґрунту за допомогою супутникових знімків Sentinel-2 (на прикладі Баришівського полігону Київської області): доповідь НАН України. Київ, 2018. № 1. С. 60-66
84. Руденко Л. Г., Маруняк Є. О., Голубцов О. Г. [та ін.]. Ландшафтне планування в Україні. Київ, 2014. 144 с.
85. Руденко Л. Г., Маруняк Є. О. Ландшафтне планування та його роль у вирішенні завдань сталого просторового розвитку України. *Український географічний журнал*. 2012. № 1. С. 3-6
86. Руденко Л. Г. Маруняк Є. О., Лісовський С. А. [та ін.]. Ландшафтознавчі аспекти організації перспективної мережі заповідних територій України. *Український географічний журнал*. Київ, 2016. Вип. 3. С. 18-26

87. Руденко Л. Г., Голубцов О. Г., Чехній В. М. [та ін.]. *Методологія і практика оцінювання території України для заповідання: монографія*. Київ, 2020. 248 с.
88. Руденко Л. Г., Маруняк Є. О., Лісовський С. А. [та ін.]. *Сутність картосхем ландшафтних і територіальних планів громад (методичні рекомендації)*. Київ, 2019. 32 с.
89. Сінна О. І., Клімов О. В. *Карта природно-територіальних комплексів НПП «Слобожанський» [Карта]*. Харків, 2013.
90. Сінна О. І. *Ландшафтно-екологічне картографування на основі геоінформаційних технологій (на прикладі Харківської області) : автореферат*. Київ, 2014. 20 с.
91. Сосько С. В., Максименко Н. В. *Про природність та антропогенність ландшафтоутворення. Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. Харків, 2016. С. 9-13
92. Сосько С. П., Максименко Н. В. *Екологічні основи збалансованого природокористування у агросфері : навчальний посібник*. Харків, 2015. 568 с.
93. Сорокіна Н., Козлов Д. *Можливості цифрового картографування структури ґрунтового покриву. Ґрунтознавство*. 2009. № 2. С. 198-210
94. Сплодитель А. О. *Ландшафтознавче обґрунтування оптимізації діяльності національних природних парків України (на прикладі національних природних парків «Нижньосульський» та «Олешківські піски») : автор. дис. на здобуття наукового ступеня канд. географ. наук*. Одеса, 2018. 22 с.
95. Удовиченко В. В. *Особливості антропогенної трансформаційності процесів лісостепових ландшафтних комплексів Лівобережної України (на прикладі тестової ділянки дослідження). Український географічний журнал*. 2016. № 4 (96). С. 22-29

96. Удовиченко В. В. Природно-заповідний фонд території Лівобережної України як основа розбудови екомережі регіону. *Український географічний журнал*. 2017. № 1. С. 38-47
97. Удовиченко В. В. Функціональне різноманіття ландшафтів території Лівобережної України: оцінювальний аспект. *Український географічний журнал*. 2017. № 4 (100). С. 13-19
98. Хомин Б. Підходи до обґрунтування ландшафтно-екологічного менеджменту національних парків. *Вісник Львівського національного університету*. Львів, 2004. Вип. 31. С. 350-354
99. Черваньов І. Г., Боков В. А., Тімченко І. Є. Геосистемні основи управління природним середовищем : навч. посібн. Харків, 2004. 184 с.
100. Черваньов І. Г. Менеджмент територій. *Екологічний вісник*. Київ, 1999. № 1. С. 6-11
101. Черваньов І. Г., Залюбовська О. В., **Овчаренко А. Ю.** Обґрунтування вибору індикативних об'єктів для ландшафтного моніторингу природоохоронної території та дослідження їх за даними дистанційного зондування й польового знімання. *Український географічний журнал*. 2019. Вип. 1 (105). С. 15-23
102. Черваньов І. Г., Варивода Є. О. Топологічний аналіз екологічного каркасу локальної екологічної мережі. *Укр. Географ. журнал*. 2011. № 1. С. 64-67
23. Черваньов І., **Овчаренко А.**, Залюбовська О. Створення «образів ландшафту» засобами ДЗЗ на прикладі території НПП «Слобожанський». *Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи* : матер. Всеукр. наук. семінару пам'яті проф. А. Мельника (м. Львів-Ворохта, 6-9 жовтня 2022 р.). Львів, 2022. С. 50-54
103. Черногор Т. С., Ігнат'єв С. Є. Оперативна оцінка стану степових та лісотепових ландшафтів Харківської області : матер. регіональної наради «Можливості супутникових технологій у сприянні вирішенню проблем Харківщини». Харків, 2009. С.44-46

104. Шищенко П. Г. Прикладна фізична географія. Київ, 1988. 192 с.
105. Шумілова А. В. Геоекологічні проблеми ландшафтів національного природного парку «Слобожанський» та шляхи їх вирішення : автореф. дис. канд. геогр. н. Харків, 2021. 20 с.
106. Achasov A. B., Achasova A. O. Features of Visual Decoding of Water Erosion by Remote Sensing Data. *Man and environment. Issues of neoecology*. Т. 33. Kharkiv, 2020. P. 145-154
107. Achasov A. B., Seliverstov O. Yu., Diadin D. V. [and other] Remote monitoring of the consequences of hostilities on the territory of the Kharkiv region. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology»*. Kharkiv, 2023. Vol. 28. P. 71-82
108. Achasov A. B., Seliverstov O. Yu., Kot A.G. [and other] To the question of creating an open ecological geographic information system. *Man and environment. Issues of neoecology*. Т. 38. Kharkiv, 2022. P. 97-105
109. Cassatella C. Landscape Indicators: assessing and monitoring landscape Quality / C. Cassatella, A. Peano. - 2011
110. Chervanyov I., Burdun J. Experiences of geoecological Monitoring of dangerous territory by remote sensing using data «LANDSAT-5» NV. *Science and Education in Australia, America and Eurasia*. Melbourne, 2014. P. 213-219
111. Chervanyov I., Ovcharenko A. Recognition of indicative landscape objects in protected areas by means of different remote sensing. *Global Journal of Ecology*. Vol. 6. No. 136. P. 001-002
112. Chervanyov I., Sinna O., Popovych N. [and other] The experience and prospects of landscape mapping of Dvorichanskyi national nature park (Kharkiv region, Ukraine). *Landscape dimensions of sustainable development science-cartogis-planning-governance: II international scientific conference landscape*. Tbilisi, 2022. P. 127-129

113. Deodatus F., Kruhlov I., Protsenko L. [and other]. Creation of ecological corridors in the Ukrainian Carpathians. *The Carpathians: Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. 2013. Vol. 13. P. 701-717
114. Elbakidze M., Dawson L., Milberg P. [and other]. Multiple factors shape the interaction of people with urban greenspace: Sweden as a case study. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2022. Vol. 12. No. 74. P. 127-672
115. Griscenko N., Chervanyov I. Two versions of Sustainable Development in Ukraine. *Geography and Environmental Sciences*. 2013. № 60..
116. Houet T., Verburg P., Loveland T. Monitoring and modelling landscape dynamics. *Landscape Ecology*. 2010. Vol. 25. P. 159-167
117. Hudzevich A. V., Matviichuk O., Korobkova H. [and other]. Degradation risks and prospects for valley and river landscapes conservation in east Podilsk Transnistria (on the example of the Nemiya river). *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series «Geology. Geography. Ecology»*. Kharkiv, 2023. Vol. 58. P. 321-335
118. Hudzevich A. V., Liubchenko V.Y., Bronnikova L.F. [and other] Landscape approach to take into account regional features organization of environmental management. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series «Geology. Geography. Ecology»*. Kharkiv, 2020. P. 119-129
119. Karasov O., Vieira B., Külvik M., Chervanyov I. Landscape coherence revisited: GIS-based mapping in relation to scenic values and preferences estimated with geolocated social media data. Elsevier, 2020. P. 111.
120. Karasov O., Külvik M., Chervanyov I., Priadka K. Mapping the extent of land cover colour harmony based on satellite Earth observation data. *Geojournal*. 2019. 84 (4). P.1057-1072
121. Karasov O., Heremans S., Külvik M., Domnich A., Chervanyov I. On how crowdsourced data and landscape organization metrics can facilitate the mapping of

cultural ecosystem services: an Estonian case study. *Academic Open Access Publishing*. 2020. Vol. 9. Issue 5. 158 p.

122. Karasov O. Landscape metrics and cultural ecosystem services an integrative resource-driven mapping approach for landscape harmony. Tartu, 2020. 185 p.

123. Keith D. A., Myerscough P. J. Floristic sand soil relation of upland vegetation near Sydney. *Australian Journal of Ecology*. Sydney, 1993. P. 332-344

124. Keith D., Rodoreda S., Holman L. [and other]. Monitoring change in upland wetlands in Sydney's water catchments: the roles of fire and rain. *Department of Environment and Conservation*. Sydney, 2006. P. 1055-1059

125. Kovalchuk I. Martyniuk V., Šeirienė V. The basin-landscape approach to the protection and condition optimization of the lakes of the national parks. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Geology. Geography. Ecology»*. № 53. Kharkiv, 2020. P. 238-253

126. Kreton W. S., Angelstam P. K., Bihun Y. [and other]. Sustainable forest management alternatives for the Carpathian Mountains with a focus on Ukraine. *The Carpathians: Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. 2013. Vol. 18. P. 331-352

127. Krenzel F., Bernhofer C., Chalov S. [and other]. Challenges for transboundary river management in Eastern Europe – tree case study, 2018. Vol. 21.

128. Krenzel F., Bernhofer C., Chalov S. Integrated River Basin Assessment in Eastern Europe. 2017. Vol. 45

129. Kruhlov I., Dominik T., Chaskovskyy O. Future forest landscapes of the Carpathians: vegetation and carbon dynamics under climate change. *Regional Environmental Change*. 2018. P. 2-14

130. Maksymenko N., Cherkashina N. Prospects of landscape planning in legislation of Ukraine. Bratislava, 2013.

131. Martyniuk V., Hopchak V., Kovalchuk I. [and other]. Methodology for assessing the geocological state of landscape-lake systems and their cartographic modelling (based on the case study of Lake Bile, Rivne Nature Reserve (Ukraine) . *Baltica*. № 36 (1). P. 13–29
132. Monitoring land use change within production landscapes (MOCUPP). Costa Rica, 2017. P. 59
133. National Inventory of Landscapes in Sweden (NILS)—scope, design, and experiences from establishing a multiscale biodiversity monitoring system. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2011. Vol. 173. P. 579-595
134. Ovcharenko A. Recognition of indicative landscape objects within protected areas *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2020. Вип. 53. С. 141-154
135. Popovych N. Sustainable Development Indicators and Possibilities of their Mapping. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*: Зб. наук. пр. Вип. 24. Харків, 2016. С. 135-139
136. Ricardo D., Frohn C. Lopez. Remote Sensing for Landscape Ecology: New Metric Indicators. Monitoring, Modeling, and Assessment of Ecosystems. Boca Raton, 2017. 285 p.
137. Roy Y., Paudel K. Landscape Monitoring of Terrestrial Ecosystems in the Credit River Watershed. *Terrestrial Monitoring Program Report*. Meadowvale, 2013. 53 p.
138. Schanze J., Trumper J., Burmeister C. [and other]. A methodology for dealing with regional change in integrated water resources management. *Environmental Earth Sciences*. Vol. 42. P. 1405-1414
139. Schmid. Sandra, Pleckacova [and other]. Nature protected areas in Germany and the Czech Republic – categories and conflicts in landuse // Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони: матеріали

міжнародного наукового семінару (Львів, 5-7 жовтня 2018 р.). Львів, 2018. С. 370-378

140. Smaliychuk A., Kruhlov I. Recent forest cover change in low mountain landscapes of Lviv Oblast in the Ukrainian Carpathians. *The Carpathians: Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. 2013. P. 669-681

141. Sowinska-Swierkosz B., Michalik-Sniezek M. The methodology of landscape quality (LQ) indicators analysis based on remote sensing data: Polish National parks case study. *Environmental Sustainability and Applications*. Lublin, 2020. Vol. 12 (7). No. 2810

142. Swanson D. Surface water area change in the Arctic network of national parks, Alaska. Colorado, 2013. 44 p.

21. Tretyakov O. S., Bodnia O. V., Balynska M. O., **Ovcharenko A. Ju.** [and other]. Features of interpretation of plant association of national natural park “Slobozhanskiy” using Landsat 8 satellite data. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії»*. 2015. Вип. 21. С. 73-79

143. Turner M., Gardner R Landscape Ecology in Theory and Practice. NY, 2015. 482 p.

144. Zerger A., Gibbons P., Jones S. [and other]. Spatially modeling native vegetation condition. *Ecological Management & Restoration*. 2006. P.537–544

145. Zubkovych I., Kovalchuk I., Martyniuk V. [and other]. Echo-sounding of lakes of the Nobel national nature park for the purposes of landscape mapping and geoeological monitoring. *Conference Proceedings, International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2021»*. 2021. Vol. 2021. P. 1 – 5

С. Електронні джерела

146. Використання дистанційного зондування для моніторингу змін поверхні Землі в Національний пам'ятник Сонора. URL : <https://nau.edu>

147. Вікіпедія. URL :<http://uk.wikipedia.org>

148. Константиновська Л. В. Дешифрування матеріалів зйомок. URL <http://www.astronom2000.info>

149. Сайт національного природного парку «Слобожанський». URL <http://slobojanskiy.ho.ua>

150. Слобожанський НПП. URL <http://slobozhansky.livejournal.com>

151. ArcPad 10 Help. URL: <http://help.arcgis.com>

152. ArcGIS for Windows Mobile Help. URL <http://resources.arcgis.com>

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові публікації, які входять до наукометричних баз Web of science і Scopus:

1. Бодня О. В., **Овчаренко А. Ю.**, Черваньов І. Г. Геоєкологічний аналіз короткочасних трендів зміни структури території НПП «Слобожанський» за даними космічної зйомки Planet Score. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2017. Вип. 47. С. 176-181 (**Web of Science**).

DOI: 10.26565/2410-7360-2017-47-23.

Особистий внесок здобувача: дешифровано космічні знімки Planet Score, розроблено частину алгоритму і підібрано інструменти для ГІС-обробки космічних знімків високої роздільної здатності, укладено великомасштабні карти тестової ділянки.

2. Бодня О. В., **Овчаренко А. Ю.** Індикативний ландшафтний моніторинг національних природних парків (на прикладі території НПП «Слобожанський»). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2018. Вип. 49. С.192-207 (**Web of Science**).

DOI: 10.26565/2410-7360-2018-49-15.

Особистий внесок здобувача: виявлення індикативних об'єктів завдяки дешифруванню космічних знімків Landsat 8, Sentinel-2, Planet Scope, брала участь у розробці удосконаленої методики проведення ландшафтної зйомки.

3. Черваньов І. Г., Залюбовська О. В., **Овчаренко А. Ю.** Обґрунтування вибору індикативних об'єктів для ландшафтного моніторингу природоохоронної території та дослідження їх за даними дистанційного зондування й польового

знімання. *Український географічний журнал*. 2019. Вип. 1 (105). С. 15-23 **(Scopus)**.

DOI: 10.15407/ugz2019.01.015.

Особистий внесок здобувача: брала участь у сумісному обґрунтуванні вибору індикативних об'єктів, формуванні бази геоданих, дешифрування космічних знімків та результати у вигляді тематичних карт рослинних угруповань.

4. Ovcharenko A. Recognition of indicative landscape objects within protected areas *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2020. Вип. 53. С. 141-154 **(Web of Science)**.

DOI: 10.26565/2410-7360-2020-53-11.

Публікації у виданнях, включених до переліку фахових видань України:

5. Бодня О. В., Сінна О. І., Олійников І. А., **Овчаренко А. Ю.** Ландшафтне картографування НПП «Слобожанський» засобами мобільних, настільних та веб-додатків ArcGis. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти та картографії»*. 2016. Вип. 23. С. 15-21

Особистий внесок здобувача: картографування ландшафтів рівня урочищ і фацій у співавторстві, на основі використання продуктів ArcGis.

6. Овчаренко А. Ю. Можливості ГІС-технологій у аспекті здійснення крупномасштабного ландшафтного картографування у польових практиках студентів-географів. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії»*. 2019. Вип. 30. С. 70-80

DOI: 10.26565/2075-1893-2019-30-08

7. Tretyakov O. S., Vodnia O. V., Balynska M. O., **Ovcharenko A. Ju.** [and other]. Features of interpretation of plant association of national natural park

“Slobozhanskiy” using Landsat 8 satellite data. *Збірник наукових праць «Проблеми безперервної географічної освіти і картографії»*. 2015. Вип. 21. С. 73-79

Особистий внесок здобувача: дешифрування космічних знімків Landsat-8 для укладання карт рівня фацій, обґрунтування отриманих результатів.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. Бодня О. В., Олійников І. А., Баришніков О. О., **Овчаренко А. Ю.** [та ін.]. Використання мобільних ГІС для ландшафтних досліджень під час практик студентів-географів. *«ГІС-форум-2017»* : зб. матеріалів конференції, 2015. Вип. 1. С. 49-52

Особистий внесок здобувача: укладання ландшафтного профілю, картографічних матеріалів у співавторстві.

9. Бодня О. В., Олійников І. А., **Овчаренко А. Ю.** Використання ГІС-технологій у ландшафтних дослідженнях. *ГІС та заповідні території* : матеріали наук.-метод. сем. (НПП «Слобожанський», 30 травня – 01 червня 2015 р.). Харків, 2016. С. 25-30

Особистий внесок здобувача: дешифрування космічних знімків Landsat-8, Sentinel-2 і обґрунтування результатів використання ГІС-технологій.

10. Бодня О. В., Олійников І. А., **Овчаренко А. Ю.** Ландшафтне онлайн-картографування з використанням смартфонів, оснащених ГІС-технологіями : досвід застосування у Слобожанському національному природному парку. *Проблеми ландшафтознавства в контексті сталого розвитку та Європейської ландшафтної конвенції* : матеріали Міжнародного наук. сем., присвяченого 40-річчю заснування Чорногірського стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка (м. Львів, Ворохта, 3–5 листопада 2017 р.). Львів, 2017. С. 32-33

Особистий внесок здобувача: представлення результатів дешифрування космічних знімків Landsat-8, Sentinel-2, результатів використання програм польових досліджень ArcPad.

11. **Овчаренко А. Ю.** Дослідження ландшафтної структури національного природного парку «Слобожанський» за космічними знімками. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 23-24 квітня 2015 року). Харків : ХНУ, 2015. С. 49-50

12. **Овчаренко А. Ю.** Картографування ландшафтів національного природного парку «Слобожанський» з метою їх збереження. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування* : матеріали IV Міжнар. наук. конф. молодих вчених (м. Харків, 03 – 04 грудня 2015 р.). Харків, 2015. С. 127-128

13. **Овчаренко А. Ю.** Картографування території НПП «Слобожанський» для проведення ландшафтного моніторингу. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 5-6 квітня 2017 року). Харків, 2017. С. 94-97

14. **Овчаренко А. Ю.** Можливості автоматизованої обробки інформації за допомогою ArcGis для потреб здійснення ландшафтного моніторингу території дослідження «ГІС-форум-2018» : зб. матеріалів конференції. Харків, 2018. Вип. 2. С. 62-67

15. **Овчаренко А. Ю.,** Залюбовська О. В. Можливості автоматизованої обробки інформації для потреб моніторингу і охорони ландшафтів з використанням космічних знімків на прикладі території НПП «Слобожанський». *Природні ресурси регіону: проблеми використання,*

ревіталізації та охорони : матеріали міжн. наук. сем. (м. Львів, 5-7 квітня 2018 р.). Львів, 2018. С. 271-275

Особистий внесок здобувача: представлення результатів дешифрування космічних знімків Landsat-8, Sentinel-2, прогнозування проведення подальшого моніторингу.

16. **Овчаренко А. Ю.** Укладання ландшафтної карти території НПП «Слобожанський» з використанням сучасних ГІС-технологій *Географічні дослідження: історія, сьогодні, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків 13-14 квітня 2016 року). Харків, 2016. С. 127-129

17. **Овчаренко А. Ю.** Огляд досліджень індикативних об'єктів ландшафтного моніторингу з використанням даних ДЗЗ *Географічні дослідження: історія, сьогодні, перспективи* : матеріали щорічної міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського (м. Харків, 11 квітня 2019 року). Харків, 2019. Вип. 12. С. 39-44

18. Черваньов І., **Овчаренко А.**, Залюбовська О. Створення «образів ландшафту» засобами ДЗЗ на прикладі території НПП «Слобожанський». *Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи* : матер. Всеукр. наук. семінару пам'яті проф. А. Мельника (м. Львів-Ворохта, 6-9 жовтня 2022 р.). Львів, 2022. С. 50-54

Особистий внесок здобувача: представлення результатів ландшафтного картографування території НПП з використанням ДЗЗ.

19. Chervanyov I., **Ovcharenko A.** Recognition of indicative landscape objects in protected areas by means of different remote sensing. *Global Journal of Ecology*. Vol. 6. No. 136. P. 001-002

Особистий внесок здобувача: обґрунтування вибору об'єктів ландшафтів для їх індикації.

20. Бодня О. В. Олійников І. А., **Овчаренко А. Ю.** Використання ГІС-технологій у ландшафтних дослідженнях. *ГІС та заповідні території* : матеріали наук.-метод. сем. (НПП «Слобожанський», 30 травня – 01 червня 2015 р.). Харків, 2016. С. 25-30

Особистий внесок здобувача: дешифрування космічних знімків Landsat-8, Sentinel-2 і обґрунтування результатів використання ГІС-технологій.



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК « СЛОБОЖАНСЬКИЙ»

62002, Харківська обл., Богодухівський р-н, смт. Краснокутськ, вул. Зарічна 15А

e-mail: npp_slobozhanskiy@ukr.net тел/факс: (05756) 3-12-61

Код ЄДРПОУ 37447015 Р/р UA158201720343180003000080150 в ДКСУ, м.Київ МФО 820172

вих. № 292/06 від 17 жовтня 2023 року

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
на тему: «Індикативний ландшафтний моніторинг природоохоронних
територій (на прикладі НПП “Слобожанський”))»
Овчаренко Аліни Юріївни

Наукові висновки та результати дисертаційного дослідження Овчаренко Аліни Юріївни на тему «Індикативний ландшафтний моніторинг природоохоронних територій (на прикладі НПП “Слобожанський”))», використані та впроваджені в науково-дослідну роботу національного природного парку «Слобожанський». Зокрема ландшафтні карти національного парку (рівня фазій та урочищ), карти та відповідні бази даних ґрунтового покриву, четвертинних відкладів та рельєфу Парку, а також дані польових ландшафтних досліджень. У 2016 та 2019 роках Аліною Юріївною було підготовано розділи до Літопису природи національного природного парку «Слобожанський».

Проведені Овчаренко А.Ю. наукові роботи під керівництвом наукових співробітників Парку та наукових керівників Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, а також її власні дослідження дозволили більш детально оцінити абіотичне середовище існування, детально описати ландшафтну структуру Парку, продовжити заходи по моніторингу вразливих ландшафтів та в подальшому можуть бути використані для планових наукових досліджень національного парку.

В.о. директора



Олександр. МОТЛЯХ

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 12:57:48 26.10.2023

Назва файлу з підписом: Ovcharenko_diss.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 14.0 МБ

Назва файлу без підпису: Ovcharenko_diss.pdf
Розмір файлу без підпису: 13.9 МБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Овчаренко Аліна Юріївна

П.І.Б.: Овчаренко Аліна Юріївна

Країна: Україна

РНОКПП: 3461202265

Організація (установа): Фізична особа

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 12:12:47
26.10.2023

Сертифікат виданий: КНЕДП АТ "ПУМБ"

Серійний номер: 5B44A5CE61920F83040000003DE9000049170200

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Серійний номер носія особистого ключа: Не визначено

Алгоритм підпису: ДСТУ-4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований