

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 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 ландшафтно-ї 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

якогома більш великому масштабі, який доступний на сучасному рівні польової та дистанційної зйомки.

Було удосконалено традиційну методику 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 дапазонах 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 апріорі 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 Scope (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 геопозиціювання (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 тематикаю 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.*