

**СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ
ЗЕМЛІ ДЛЯ КАРТУВАННЯ ЛІСІВ У ЗОНАХ БОЙОВИХ**

ДІЙ ТА ОЦІНКИ ПОШКОДЖЕНЬ ЛІСІВ

Якимчук Д.С., студент IV курсу, спеціальність 193 Геодезія та землеустрій, ВСП «Рівненський фаховий коледж НУБіП України»,

Голенко М.О., студентка V курсу, спеціальність 193 Геодезія та землеустрій, ВСП «Рівненський фаховий коледж НУБіП України».

Науковий керівник: Кушнірук О.М., викладач

Упродовж останніх десятирічь дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) на основі супутникової зйомки стало ключовою технологією для моніторингу динаміки розвитку лісів. Виявлення різних змін лісового покриву (ззеленення) методами ДЗЗ проходить за спектральних властивостях відбивної поверхні, які широко представлені в науковій літературі та відомі як бітемпоральні підходи. Інший аспект цього питання стосується часткових або поступових змін у стані лісових насаджень (деградація лісів) і став можливим завдяки багатому часовим рядам супутникових знімків. Дослідження змін стану лісів у зонах бойових дій виявляється доволі специфічним питанням, яке безпосередньо в цьому контексті недостатньо проаналізоване в науковій літературі за винятком окремих методичних підходів, застосованих для найбільш гарячих точок сучасності. В методичному відношенні воно лежить в площині моніторингу змін стану лісових насаджень на основі аналізу часових рядів супутникових знімків. У зв'язку з цим, існує необхідність узагальнення різних методичних підходів, що дозволить опрацювати ефективні методичні рішення для розв'язання питання моніторингу лісів у зонах проведення бойових дій під час російського вторгнення в Україну 2022 року [1].

Розв'язання проблеми моніторингу лісів передбачає використання даних дистанційного зондування Землі, що забезпечують широке охоплення території за достатньо високого просторового розрізнення. Важливим питанням, що стосується обґрунтування вибору даних ДЗЗ для моніторингу змін в лісах, виступають технології зйомки. Переважна більшість сучасних алгоритмів виявлення змін в лісах орієнтовані на використання даних зйомки в оптичному діапазоні [2], які крім своїх переваг в ідентифікації типу рослинності мають істотні недоліки щодо ефективності в умовах хмарності чи під час пожежі. Ефективність моніторингу лісових насаджень за допомогою радарних систем залежить від довжини хвилі, яку здатний обробляти сенсор. Найбільш ефективними виявляються сенсори, що працюють в L-діапазоні (довжина хвилі 15–30 см). На жаль, найбільш доступний нині сенсор Sentinel-1 оперує С-діапазоном (довжина хвилі 4–8 см). Отже дослідження на території України

стосовно зміни стану лісів внаслідок військових дій буде доречним на основі часових рядів безкоштовних супутникових знімків Landsat та Sentinel [1].

Обидві платформи забезпечують багаторічну зйомку земної поверхню з просторовим розрізненням 10–30 м, що виявляється достатнім для великомасштабного картографування порушень лісів. Просторове розрізнення цих сенсорів дозволяє охарактеризувати за спектральним відгуком стан лісової ділянки розміром від 10×10 м до 30×30 м, що можливо виконувати в автоматизованому режимі. Крім того, їх ефективність проявляється завдяки безкоштовному доступу до матеріалів зйомки, тривалому архіву знімків (близько 40 років для Landsat і сім років для Sentinel-2), якісній калібровці спектральних даних, достатньому просторовому розрізненню для характеристики змін на рівні лісових ділянок і вдалому підбору різних спектральних діапазонів, що дозволяють фіксувати навіть несуттєві порушення лісового покриву. Завдання моніторингу полягає в характеристиці стану лісових насаджень в динаміці, базуючись на спектральних показниках, що є відгуком цього стану. Спектральні змінні можуть бути як окремими спектральними каналами, так і індексами, розрахованими за допомогою відповідних математичних операцій з оригінальними каналами [1].

Забезпечити близький до реального часу моніторинг лісів на основі технологій ДЗЗ дуже складно. Francini та інші [3] презентували класифікацію знімків PlanenScore [4], які поновлюються практично щодня для однієї й тієї ж території. За результатами оцінки ефективності підхід забезпечив 86–92 % точності виявлення найновіших суцільних рубок у лісах Італії. Нова парадигма моніторингу на основі неперервної класифікації останніх супутникових знімків Sentinel-2, що отримала назву Dynamic World працює “на льоту” завдяки підтримки GEE і є дуже цікавим ресурсом для моніторингу лісів у зонах проведення бойових дій в Україні. Дана система ідентифікує дев'ять класів земельного покриву та ймовірність їхньої появи для окремого пікселя: водойми, дерева, трава, затоплена рослинність, сільськогосподарські угіддя, чагарники, забудова, оголений ґрунт, сніг. Класифікація Dynamic World працює на «натренованих» глобальних моделях машинного навчання, які для деревної рослинності в середньому забезпечують 70 % точності [1].

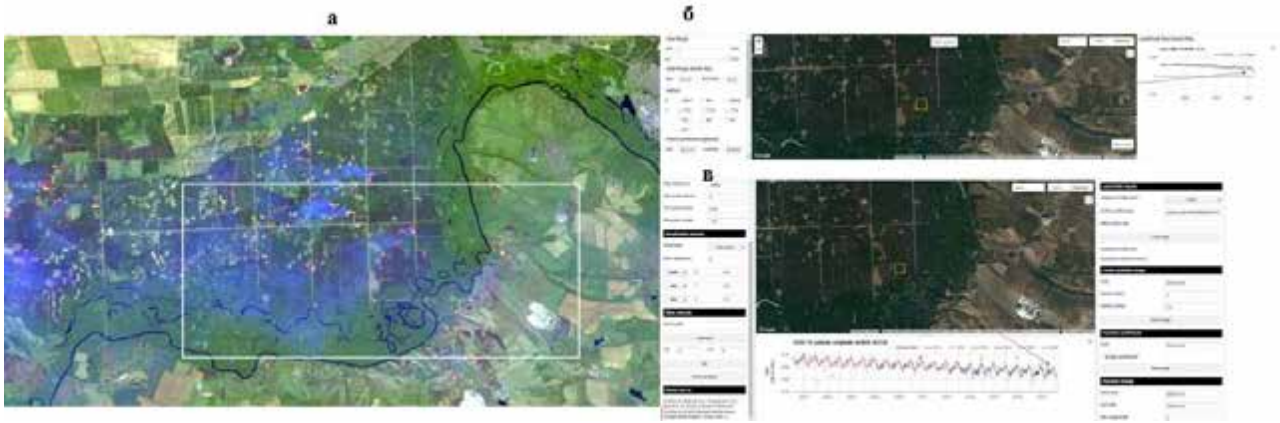


Рис. 2.1. Приклад моніторингу порушень лісових насаджень у зоні бойових дій (Луганська область): а) знімок Sentinel-2 за 8 травня 2022 р.; б) алгоритм LandTrendr станом на червень 2022 року створив сегмент, що пов'язаний з порушенням лісів (пожежа); в) алгоритм CCDC не ідентифікує порушення (відсутній другий сегмент).

В Україні є доцільною можливість розробки системи моніторингу стану лісів у зонах проведення бойових дій, використовуючи безкоштовні дані супутникової зйомки. За відсутності доступу до значної частини територій України в результаті військової агресії, подібна система моніторингу виявляється найбільш економічно доцільною, а застосування апробованих у світовій практиці наукових підходів забезпечить статистично перевірену оцінку стану та динаміки порушених лісових ділянок. Для таких територій система дистанційного моніторингу лісів може стати тимчасовою заміною обліку лісів, який провадиться під час лісовпорядкування та національної інвентаризації лісів, а після завершення бойових дій і розмінування територій – стати їхнім доповненням [1].

Список використаних джерел

1. Лісоуправління на територіях, забруднених вибухонебезпечними предметами. URL: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/forest_management_on_territories_contaminated_ukrainian_ver_interactive.pdf
2. Gómez, C., White, J. C., & Wulder, M. A. (2016). Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 116, 55–72.
3. Francini, S., McRoberts, R. E., Giannetti, F., Mencucci, M., Marchetti, M., Scarascia Mugnozza, G., & Chirici, G. (2020). Near-real time forest change detection using PlanetScope imagery. *European Journal of Remote Sensing*, 53(1), 233–244. URL: <https://doi.org/10.1080/22797254.2020.1806734>

4. Planet Team (2017). Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. (2017). URL: <https://api.planet.com>.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**ЗБІРКА НАУКОВИХ ПРАЦЬ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ
ВЧЕНИХ, СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ
ЗЕМЛЕУСТРІЙ І ТОПОГРАФІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА
ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ І ЗМІНИ КЛІМАТУ"**

**7 - 8 березня 2024 р.
м. Київ, Україна**

УДК 332.3:528.4:551.583 «364» «366»

Друкується за рішенням Вченої ради факультету землевпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України, протокол № 8 від 19 квітня 2024 року

Рецензенти:

Євсюков Т.О. – доктор економічних наук, професор;

Кошель А.О. – доктор економічних наук, доцент;

Мединська Н.В. – доктор економічних наук, доцент.

Землеустрій і топографічна діяльність в умовах війни та післявоєнного відновлення і зміни клімату (GEOPoint - 2024). Збірка наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, студентів та аспірантів (м. Київ, 7-10 березня 2024 р.) / За науковою редакцією проф. Ковальчука І.П. К.: Вид. центр НУБІП, 2024. 223 с.

У збірці наукових праць подаються результати досліджень, присвячених ролі землевпорядкування і топографо-геодезичних та картографічних вишукувань у вирішенні проблем відбудови пошкоджених і зруйнованих російськими військами в період неоголошеної України війни поселень, об'єктів інфраструктури, сільськогосподарських і лісогосподарських угідь, гідротехнічних, енергетичних, водогосподарських та промислових споруд, природозаповідних, історико-культурних та інших складових навколишнього середовища України. Також висвітлюються питання, пов'язані з дослідженням впливу змін клімату на стан і використання земельних та водних ресурсів.

Для фахівців у сфері геодезії, картографії та землеустрою, екологів, географів, працівників аграрного сектору, природоохоронних установ, органів місцевого самоврядування.

За зміст публікацій, достовірність викладених наукових фактів відповідальність несуть автори.

Відповідальний за макетування і друк: доц. **Бутенко Є.В.**

I

S

B

N

©Колектив авторів

© Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2024