

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук,
доцента кафедри фотограмметрії та геоінформатики
Національного університету «Львівська політехніка»

Четверікова Бориса Володимировича

на дисертаційну роботу

Петрик Юлії Валеріївни

«Моніторинг стану хвойних лісів Прикарпатського регіону за космічними знімками»

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 19 Архітектура та будівництво
за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій

1. Актуальність, мета і задачі дослідження. Зв'язок з науковими програмами, планами та темами.

Хвойні ліси є важливими для екології, водного балансу, біорізноманіття та економіки, однак вони страждають від кліматичних змін, шкідників, пожеж і людського втручання. Однак на ці екосистеми впливають численні негативні чинники, включаючи зміни клімату, поширення шкідників і хвороб, збільшення масштабів та частоти лісових пожеж, а також антропогенний тиск через інтенсивне лісокористування та рекреаційну діяльність. У зв'язку з цим моніторинг стану хвойних лісів стає критично важливим для їх збереження. Застосування супутникових знімків для моніторингу лісів має переваги порівняно з традиційними методами наземного обстеження. Сучасні методи дистанційного зондування дозволяють швидко й точно отримувати інформацію про великі території, включно з важкодоступними місцями, що особливо важливо для гірських регіонів. Особливе значення моніторинг має для Прикарпаття, де складний гірський рельєф і вразливість до кліматичних змін ускладнюють наземний моніторинг. Дані дистанційного зондування допомагають фіксувати зміни у хвойних насадженнях, оцінювати масштаби деградації, прогнозувати поширення проблемних зон і запобігати екологічним та економічним втратам.

Метою дисертаційної роботи є удосконалення методики для виявлення ділянок із пошкодженими хвойними масивами за даними дистанційного зондування середнього та високого розрізнення, даними з БПЛА та з використанням наземного спектрофотометрування. Дисертаційна робота виконана на кафедрі фотограмметрії та геоінформатики Національного університету «Львівська політехніка» і відповідає тематиці наукової діяльності кафедри «Розроблення та дослідження методів фотограмметрії, дистанційного зондування та геоінформаційних технологій для кількісної та якісної оцінки явищ, об'єктів і процесів». Дисертація виконана в межах науково-дослідних

робіт кафедри ФГІ - «Методи, моделі і технології моніторингу стану довкілля та окремих об'єктів засобами фотограмметрії, дистанційного зондування та геоінформатики» (державний реєстраційний номер - 0118U001548) та «Застосування знімання з БПЛА та геоінформатики для моніторингу довкілля та у військовій справі» (державний реєстраційний номер - 0123U101021).

2. Аналіз основного змісту, наукової новизни, вірогідності досліджень, обґрунтованості та рекомендацій.

Дисертаційна робота Петрик Ю.В. складається з анотації, вступу, трьох розділів основної частини, висновків, списку літератури та додатку. Загальний обсяг дисертації становить 145 сторінок, зокрема 110 сторінок основної частини, включаючи 45 рисунків, 24 таблиці та 135 позицій списку літератури.

У *вступі* наведено актуальність теми, визначено мету, зазначено зв'язок роботи з науковими планами, з'ясовано стан дослідження проблеми, на розв'язання якої спрямовується науковий пошук, об'єкт і предмет дослідження, розкрито наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, подано інформацію щодо апробації та публікації результатів дослідження

Перший розділ дисертаційної роботи «Сучасні технології моніторингу лісів Прикарпатського регіону» присвячений огляду сучасних технологій моніторингу лісів Прикарпатського регіону. Розглядаються основні особливості та екологічне значення лісів України, зокрема хвойних насаджень, їхня роль у біорізноманітті, регулюванні клімату та підтримці екологічної стабільності. Тут також описується специфіка лісових масивів Прикарпаття як частини загальноукраїнського лісового ресурсу. Здійснено огляд наукових джерел, присвячених методам та технологіям дослідження лісових насаджень, включно з дистанційним зондуванням і супутниковими технологіями. Цей підрозділ акцентує увагу на різноманітних методах моніторингу, перевагах та обмеженнях традиційних і сучасних підходів. Розглядаються фактори, які призводять до погіршення стану лісів, включаючи зміни клімату, поширення шкідників та захворювань, антропогенний вплив, а також лісові пожежі. Аналізуються чинники, що сприяють деградації лісових екосистем Прикарпаття, і відзначається важливість раннього виявлення та моніторингу цих негативних процесів.

Другий розділ дисертаційної роботи «Теоретичні основи дослідження лісових утворень за спектральними характеристиками» присвячений теоретичним основам дослідження лісів за спектральними характеристиками. Описується процес застосування геоінформаційних систем (ГІС) та технологій дистанційного зондування землі (ДЗЗ) для визначення стану лісових насаджень, що включає збір, обробку та аналіз супутникових даних. Розглядаються особливості спектральних відгуків хвойних дерев, що допомагають в

ідентифікації та моніторингу хвойних лісів. Цей підрозділ аналізує, як різні типи хвойних рослин відображають світло на різних довжинах хвиль і як це використовується в моніторингових дослідженнях. Обговорюються різні вегетаційні індекси, такі як NDVI та інші, які дозволяють оцінювати стан рослинності, зокрема для розпізнавання хвойних лісів та визначення їхньої здоровості. Описуються основи класифікаційних процесів, а також статистичні методи, які застосовуються для відділення класів у рамках цієї класифікації, що дозволяє підвищити точність ідентифікації хвойних лісів.

Третій розділ дисертаційної роботи «Експериментальні роботи для моніторингу засихання хвойних лісів Прикарпаття» присвячений експериментальним дослідженням, спрямованим на моніторинг засихання хвойних лісів у Прикарпатті. Описується об'єкт дослідження, а саме хвойні ліси Прикарпаття, їхні екологічні особливості, загрози та специфіка кліматичних умов, що сприяють їх деградації. Розглядаються результати польових досліджень, проведених для збору даних про фізичний стан лісів та їх деградаційні процеси, включаючи спостереження за пошкодженнями та ознаками засихання дерев. Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для зйомки тестових ділянок дозволяє точніше визначати ділянки пошкодженої рослинності та підвищити ефективність моніторингу. Проведено спектрофотометрування, що забезпечує вимірювання спектральних характеристик рослинності, дозволяючи оцінити здоров'я та стан хвойних дерев. Аналізуються результати застосування вегетаційних індексів, таких як NDVI, для виявлення пошкоджених ділянок лісу, що дозволяє ефективно ідентифікувати зони деградації. Обговорюються методи контрольованої класифікації для моніторингу стану лісів. Зазначається, що застосування даних із супутників PlanetScore для отримання детальних зображень дозволяє більш точно моніторити зміни в стані хвойних насаджень.

У висновках дисертаційної роботи наведено основні результати, що розв'язують важливу науково-практичну задачу щодо проблеми моніторингу стану хвойних лісів Прикарпатського регіону за космічними знімками.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертаційній роботі.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які сформульовані в дисертаційній роботі відповідають вимогам до такого виду досліджень. Високий рівень обґрунтованості наукових положень, висновків та їх вірогідність забезпечені використанням широкої бази літературних джерел за темою дисертаційної роботи, список яких становить 135 джерел.

Практичне значення роботи полягає у застосуванні лісовими господарствами, природоохоронними організаціями та місцевою владою для ефективного контролю хвойних лісів у регіоні запропонованого методу. Він

дозволяє порівнювати дані за різні роки для виявлення змін у стані лісів, що є важливим для довгострокового планування лісогосподарських дій. Аналіз динаміки лісів допомагає оцінити вплив кліматичних змін на хвойні насадження та розробити адаптивні підходи до управління лісами. Отримані дані можна інтегрувати в національні інформаційні системи, що сприятиме прийняттю обґрунтованих рішень у сфері екологічної безпеки та сталого розвитку, покращуючи контроль за екологічною ситуацією та підвищуючи рівень екологічної відповідальності.

4. Дискусійні положення і зауваження щодо змісту дисертаційної роботи.

На основі вивчення та аналізу теоретичних і експериментальних досліджень Петрик Ю. В. слід звернути увагу на деякі окремі зауваження:

- 1) В пункті 2 наукової новизни написано: *«Використано методикку спектрофотометрування для дослідження стану хвойної рослинності»*, саме по собі використання методики не є науковою новизною. А в пункті 4 зазначено *«Подано аналіз методів розділення класів при класифікації лісових масивів на основі матриць помилок сигнатур з використанням евклідової відстані, відстані Джефріса-Матусіти, дивергенції та трансформованої дивергенції»*, аналіз методів не є науковою новизною.
- 2) На нашу думку таблиця 1.2 *«Територіальні органи Державного агентства лісових ресурсів України»* (стр. 34, 35) є зайвою, оскільки в ній подаються тільки назви держагенств та їх URL адреси, що є динамічною інформацією і може змінитися вже завтра.
- 3) В розділі 3.3 здобувачка коротко описує процес аерознімальних робіт з БПЛА та створення ортофотомозаїки, проте не наведено формули для розрахунку апріорної та апостеріорної оцінки точності, що є обов'язковим для такого виду робіт.
- 4) Перша таблиця параграфу 3.4 *«Вегетаційні індекси для виявлення сухої рослинності»* повністю дублює інформацію з параграфу 2.3. На нашу думку вона зайва.
- 5) Висновки до розділу 3 в пунктах 1 і 2 мають суто декларативний характер, це не анотація.
- 6) Необхідно доопрацювати загальні висновки 2-5, що мають декларативний характер без опису результатів вказаних дій.

Зазначені зауваження не знижують загальний рівень дисертаційної роботи, її актуальність, цінність та важливість отриманих результатів.

5. Висновок

Беручи до уваги актуальність, наукову новизну та практичну значущість одержаних результатів, їхню обґрунтованість і надійність, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Петрик Юлії Валеріївни «Моніторинг стану хвойних лісів Прикарпатського регіону за космічними знімками» є самостійним, завершеним дослідженням, яке містить нові теоретичні положення і результати експериментальних досліджень направлені на розв'язання важливої науково-практичної задачі щодо проблеми моніторингу стану хвойних лісів Прикарпатського регіону за космічними знімками.

Представлена дисертаційна робота відповідає вимогам чинного законодавства, зокрема, Постанові Кабінету Міністрів України № 261 від 23 березня 2016 р. «Про затвердження Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)» із змінами та доповненнями, Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» зі змінами та доповненнями та Постанові Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Авторка дисертаційної роботи Петрик Юлія Валеріївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій (галузь знань 19 Архітектура та будівництво).

Рецензент

доктор технічних наук, доцент
кафедри фотограмметрії та геоінформатики
Національного університету
«Львівська політехніка»



Борис ЧЕТВЕРІКОВ

