

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата сільськогосподарських наук, доцента

ГАВРИЛЮКА Сергія Анатолійовича

на дисертаційну роботу

ПЕТРИК Юлії Валеріївни

на тему: **«Моніторинг стану хвойних лісів Прикарпатського регіону за
космічними знімками»**,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 19 Архітектура і будівництво

за спеціальністю 193 Геодезія і землеустрій

Актуальність теми дослідження. Обрана тема дисертаційного дослідження пов'язана із вивченням хвойних лісів Прикарпатського регіону, які виконують важливу екологічну роль у регіоні, забезпечують регулювання водного режиму, виконують захисні функції та мають значний рекреаційний потенціал. Сьогодні ліси перебувають під постійним тиском внаслідок впливу кліматичних чинників, масового поширення шкідників і хвороб аборигенних деревних видів, а також значного антропогенного навантаження через проведення інтенсивного лісокористування та забруднення навколишнього середовища. Сукупність цих чинників спричиняє серйозні екологічні наслідки, зокрема деградацію ґрунтів, втрату біорізноманіття та зниження здатності лісових екосистем до відновлення природним шляхом.

У зв'язку з цим виникає об'єктивна потреба у впровадженні ефективних методів оперативного моніторингу стану лісів, що дозволяють своєчасно виявляти зміни у лісовому вкритті та для оперативного прийняття обґрунтованих управлінських рішень прогнозувати розвиток лісових екосистем. Використання даних дистанційного зондування Землі та ГІС забезпечують можливість отримання достовірної та актуальної інформації про стан та динаміку змін на значних територіях, дозволяють ідентифікувати ділянки, де проходять зміни, оцінити рівень їх деградації та провести прогнозування розвитку цих процесів та оцінити їх вплив на суміжні ділянки. Такий підхід є надзвичайно важливим для запобігання масштабним

екологічним та економічним збиткам і забезпечення сталого управління лісовими ресурсами.

Тому вважаю, що дисертаційна робота Петрик Юлії Валеріївни, яка присвячена вивченню змін у хвойних деревостанах з використанням даних дистанційного зондування Землі, опрацьованих у спеціалізованих програмних продуктах, актуальною. Ця тема має важливе практичне значення та можливості її поширення на деревостани інших деревних видів та інші території, оскільки підходи та методики, застосовані у цьому дослідженні, можна застосовувати у значно ширших масштабах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

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 фотограмметрії та геоінформатики – «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).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукові положення та висновки, що містяться у дисертації і винесені на захист, можна вважати достатньо обґрунтованими. Для вирішення поставлених у дисертаційній роботі завдань здобувачка використала дані з різноманітних вітчизняних та закордонних джерел, проаналізувала дисертаційні роботи за подібною тематикою, застосувала як загальнонаукові, так і спеціалізовані наукові

методи досліджень, що ґрунтуються на сучасних розробках та підходах до використання даних дистанційного зондування Землі. Тому основні наукові положення, викладені в дисертаційній роботі, висновки можна вважати достатньо обґрунтованими. Використання статистичних методів для аналізу отриманих результатів дає можливість порівняти застосовані підходи та методики із даними інших дослідників за темою дисертації. Основні результати пройшли апробацію на наукових конференціях як в Україні, так і за кордоном.

Достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій підтверджується достатньою кількістю польових досліджень, їх опрацювання із застосуванням статистичних методів та оцінка точності класифікацій, що базується на загальноприйнятому у світі підході. Використання різної просторової розрізняювальної здатності матеріали дистанційного зондування Землі, зокрема і власні дані із знімання з безпілотного літального апарату, проведення польових досліджень на території інтересу вказують на повноту та багатогранність підходів для отримання достовірних наукових результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна отриманих дисертанткою результатів полягає у використанні методики спектрофотограметрування для вивчення відбивної здатності хвойних деревостанів із різним ступенем санітарного стану, на основі чого проведено аналіз актуальних вегетаційних індексів, що дозволяють оцінити ступінь пошкодження деревостанів. На основі проведеного аналізу була удосконалена методика оцінки санітарного стану хвойних деревостанів за матеріалами дистанційного зондування Землі, до яких додатково долучено синтетичні канали вегетаційних індексів. Такий підхід дозволив не тільки удосконалити методику дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі, але й отримати задовільні результати виявлення хворої рослинності на ранніх стадіях зараження шкідниками та хворобами.

Практичне значення результатів дослідження. Практична цінність дисертаційного дослідження полягає у вдосконаленні методів моніторингу стану лісових масивів із використанням технологій дистанційного зондування Землі, даних, отриманих із безпілотних літальних апаратів, та результатів спектрофотометричного аналізу. Запропоновані підходи можуть бути ефективно впроваджені як державними, так і приватними організаціями для своєчасного виявлення ушкоджених територій, оцінки ступеня деградації та прогнозування подальшого розвитку негативних процесів. Реалізація отриманих результатів сприятиме підвищенню ефективності лісогосподарської діяльності, удосконаленню заходів зі збереження лісових ресурсів, а також мінімізації екологічних і економічних наслідків деградації лісових біоценозів. Результати дисертаційної роботи також можуть бути впроваджені у навчальних процес для підготовки фахівців із лісового господарства, екологів, геодезистів та інших спеціальностей.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Основні теоретичні положення та практичні результати дисертаційного дослідження апробовані на 8 міжнародних наукових конференціях, а саме: XXII Міжнародній науково-технічній конференції «Геофорум 2017» (Львів-Брюховичі-Яворів, Україна, 2017 р.); VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Моніторинг довкілля, фотограмметрія, геоінформатика – сучасні технології та перспективи розвитку» (Львів-Східниця, Україна, 2017 р.); Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «GeoTerrace-2017» (Львів, Україна, 2017 р.); XXIII Міжнародній науково-технічній конференції «Геофорум 2018» (Львів-Брюховичі-Яворів, Україна, 2018 р.); Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «GeoTerrace-2018» (Львів, Україна, 2018 р.); XXIV Міжнародній науково-технічній конференції «Геофорум 2019» (Львів-Брюховичі-Яворів, Україна, 2019 р.); The 9th International Scientific-Technical Conference «Environmental Engineering, Photogrammetry, Geoinformatics Modern Technologies and Development Perspectives», (Lublin,

Poland, 2019); та на X Міжнародній науково-технічній конференції «Моніторинг довкілля, фотограмметрія, геоінформатика – сучасні технології та перспективи розвитку» (Львів, Україна, 2023 р.).

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 13 наукових працях, зокрема:

- 3 публікації у наукових періодичних виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз даних;
- 1 публікація у науковому періодичному виданні іншої держави, яке внесено до міжнародних наукометричних баз даних;
- 3 публікації у наукових фахових виданнях України;
- 6 публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації та опубліковані у матеріалах та тезах міжнародних і вітчизняних науково-технічних та наукових конференцій.

Дисертація є завершеною науковою працею, зміст якої відповідає поставленій меті та завданням. Кількість та якість наукових публікацій відповідають встановленим критеріям щодо публікацій основного змісту дослідження, необхідних для захисту дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Структура дисертаційної роботи та зміст її основних положень.

Дисертаційна робота 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, 1 додаток та 135 джерел у списку літератури.

У *вступі* дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність обраної теми дослідження, висвітлено його зв'язок із загальними науковими програмами та планами. Авторка проаналізувала стан вивчення питання у науковій літературі, сформулювала мету дослідження із конкретними завданнями, які підлягали вивченню; визначила об'єкт і предмет дослідження; обґрунтувала наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів. Особливу

увагу у вступі приділено практичному значенню отриманих результатів та їх апробація на конференціях і публікація у науковій літературі.

Перший розділ **«Сучасні технології моніторингу лісів Прикарпатського регіону»** присвячений комплексному огляду сучасних підходів до моніторингу лісових екосистем регіону. У розділі детально описано загальну характеристику лісів України, лісистість регіонів, вікову та видову структури лісового фонду, проведено порівняння із іншими країнами. Авторка проаналізувала структуру управління галуззю лісового господарства, визначила основні нормативні документи із функціонування лісового господарства, на основі загальнодоступних даних проаналізувала втрати лісів в межах країни. Особливо слід відмітити аналіз літературних джерел із моніторингу змін у лісових масивах, де основний акцент зроблено на використанні даних дистанційного зондування та ГІС-технологіях, які впроваджуються у практику ведення лісового господарства. Питання всихання лісів в межах держави знайшло чільне місце у даному розділі, де детально проаналізовано обсяги, причини, поширення та методи оцінки як на регіональному, так і на загальнодержавному рівнях. Наголошено на важливості оперативного виявлення перших ознак погіршення стану лісових екосистем за допомогою сучасних засобів та технологій.

Другий розділ **«Теоретичні основи дослідження лісових утворень за спектральними характеристиками»** висвітлює теоретичні аспекти моніторингу лісів з використанням спектрального аналізу зразків хвойних дерев та спектральних характеристик об'єктів на матеріалах дистанційного зондування Землі. Обґрунтовано загальну технологічну схему проведення досліджень із вивчення стану хвойних лісів із використанням даних дистанційного зондування та ГІС-технологій. Детально авторка проаналізувала спектральні властивості хвойних дерев за різних довжин хвиль електромагнітного спектру, що дозволяє оцінити стан деревної рослинності на даних ДЗЗ. Особливу увагу приділено вивченню вегетаційних індексів, які широко використовуються для оцінювання біофізичних

параметрів рослинності. Проведено статистичну оцінку розподілюваності класів на фрагменті космічного знімка із визначенням оптимальної їх чисельності згідно поставлених завдань дослідження. Наведено теоретичні підходи до проведення класифікації даних ДЗЗ, зокрема наголошено на тих алгоритмах, які доцільно застосовувати для потреб екологічного моніторингу.

Третій розділ **«Експериментальні роботи для моніторингу засихання хвойних лісів Прикарпаття»** розкриває основний науковий доробок дисертантки. Нею описано умови району досліджень, структуру лісового фонду підприємства, де проводилися польові дослідження. На основі проведеного знімання з БПЛА, вибрано 5 ділянок для наземного дослідження, результати яких наведено у даному розділі. Результати проведеного знімання з БПЛА у вигляді ортофотоплану слугували завірковими даними для аналізу зображень із супутників. Проведено спектрофотометричні вимірювання рослинності, що дало змогу об'єктивно оцінити фізіологічний стан хвойних насаджень. Застосування різних вегетаційних індексів у вигляді окремих каналів дозволило ефективно провести класифікацію космічних знімків із виділенням класів, що дають інформацію про стан лісових насаджень. Авторка проаналізувала ефективність різних методів контрольованої класифікації за даними отриманих площ всихання хвойних деревостанів. Особливої уваги заслуговує аналіз різночасових знімків, що дало змогу прослідкувати зміни у стані лісових масивів аналізованого регіону від 2007 до 2022 років.

У **висновках** дисертаційної роботи, які складаються із 5-ти позицій, підсумовано основні результати власних досліджень авторки.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації.

До зауважень та дискусійних положень дисертаційної роботи можна віднести:

1. У анотації (стор. 3) та у висновках до розділу 1 (стор. 60) до антропогенних чинників всихання лісів віднесені «...діяльність

шкідників та патогенних організмів...», що очевидно є біотичним чинником.

2. Дискусійним є питання вживання терміну «засихання лісів». У більшості наукової літератури вживають термін «всихання лісів» («усихання лісів»). У цьому контексті у списку літературних джерел публікація «Дебринюк, Ю.М. (2011). Засихання смерекових лісів: причини та наслідки. Науковий вісник НЛТУ України, Вип. 21.16, с. 32-38.» має неправильну назву статті.
3. Визначення регіону дослідження як «Прикарпатський регіон» належить до історико-географічного району під назвою «Прикарпаття». У Розділі 3 (стор. 95) авторка наводить фізико-географічне та лісогосподарське районування. На мою думку для визначення регіону досліджень тут слід використовувати згадані фізико-географічне районування (Передкарпатська височинна область) або лісогосподарське районування (Передкарпаття).
4. Термін «здоров'я дерев/лісу» (стор. 43) є невдалим, доцільно використовувати «санітарний стан дерев/деревостанів». У табл. 1.4 авторка наводить категорії стану дерев за офіційним документом «Санітарні правила в лісах України».
5. У розділі 2.3.1 (стор. 83) авторка аналізує розподілюваність класів статистичними методами на основі супутникового зображення QuickBird на територію Яворівського району Львівської області. Доцільно детальніше описати підходи до визначення класів – чи вони представляють реальні об'єкти земної поверхні, чи вони мають тільки статистичне обґрунтування.
6. У табл. 3.3 (стор. 102) наведено результати польових досліджень на 5-ти ділянках. Поняття «зрілий ліс» у лісівничій практиці не застосовують, натомість доцільно використовувати поняття груп віку (молодняки, середньовікові, пристигаючі, стиглі та перестійні деревоостани). Термін «посадка» доцільно замінити на «походження

деревостанів» (штучне та природне). Термін «частота виду» та його значення потребують пояснення.

7. На рис. 3.17 (стор. 111) наведено зображення вегетаційних індексів. Зображення EVI має значення від -2468 до +2492, тоді як значення EVI може приймати значення від -1 до +1?
8. Для згладжування класифікованих зображень застосовано фільтр Majority Filter. Доцільно вказати розмірність фільтру, оскільки від цього залежить ступінь згладжування.
9. Для класифікації знімків Landsat та Sentinel виділено один із класів «стежки». Доцільно оголосити, що включено до цього класу, оскільки на результатах класифікації цей клас не має лінійної форми. Клас «засихання» раціональніше назвати «пошкоджені деревостани» («ослаблені деревостани» або «всохлі деревостани»).
10. Формули 3.1 та 3.2 (стор. 121) дозволяють оцінити точність визначення площі на знімках, а не точність класифікації.
11. Для класифікації знімків із сузір'я супутників PlanetScore виділено клас «зарослі». Що включено до цього класу? На рис. 3.34 (стор. 126) переважно цей клас виділено на затінених частинах схилу.
12. На мою думку висновки викладено досить загальними формулюваннями згідно поставлених завдань. Вважаю, що проведені дослідження та отримані результати більш ґрунтовні, ніж це висвітлено у висновках.

В цілому, викладені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи та можуть бути використані для подальших наукових досліджень.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Петрик Юлії Валеріївни на тему «Моніторинг стану хвойних лісів Прикарпатського регіону за космічними знімками» є завершеною кваліфікаційною науковою роботою, спрямована на вирішення

важливого з наукової та практичної сторін завдання оцінки стану хвойних деревостанів за матеріалами дистанційного зондування Землі.

Подана до захисту дисертація написана науковим стилем, матеріал викладений у логічній послідовності, висновки науково обґрунтовані та підтверджені власними дослідними результатами.

Підсумовуючи вище наведене, вважаю, що дисертаційна робота Петрик Юлії Валеріївни на тему «Моніторинг стану хвойних лісів Прикарпатського регіону за космічними знімками», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій, за обґрунтованістю наукових положень, науковою новизною та практичним значенням отриманих результатів, відповідає вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261, вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 01 лютого 2021 року № 128 та Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Вважаю, що здобувачка Петрик Юлія Валеріївна заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 19 Архітектура та будівництво за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій.

Офіційний опонент:

кандидат сільськогосподарських наук,

доцент, доцент кафедри лісової таксації та

лісовпорядкування НЛТУ України



Сергій ГАВРИЛЮК

ЗАВІРЯЮ

Начальник відділу кадрів
Національного лісотехнічного
університету України

05.05.2025 р. Підпис

О.Юськів