

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Пестової Ірини Олександрівни

**«МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ РОСЛИННОСТІ
УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ
БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ»,**

**поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.07.12 - дистанційні аерокосмічні дослідження**

Актуальність теми дослідження.

Сучасна екологічна криза великих міст зумовила перегляд традиційних уявлень про екосистеми та про стан їхнього основного компонента – рослинності. У зв'язку з цим екологічний моніторинг, який проводиться разом із загальними програмами охорони довкілля великих міст, передбачає пошук шляхів і засобів підтримки життєдіяльності рослинності та усунення наслідків впливу на них негативних процесів.

Наразі недостатнім є розроблення методів інтегральної оцінки стану рослинності урбанізованих територій на основі використання даних космічних зйомок. Тому тема обраного дисертаційного дослідження відзначається актуальністю.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.

Основні теоретичні положення дисертації одержані шляхом застосування методів попереднього оброблення даних ДЗЗ, розпізнавання образів, математичної статистики, інтерполяції та апроксимації функцій.

Достовірність результатів підтверджується комп'ютерною реалізацією розроблених алгоритмів з можливістю кількісного та візуального контролю її результатів, а також незалежними польовими дослідженнями.

Усе це свідчить про високий ступінь достовірності та обґрунтованості результатів дисертації.

Структура та обсяг дисертаційної роботи.

Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних наукових літературних джерел (154 найменування), 4 додатків. Робота викладена на 172 сторінках, що містять 116 сторінок основного тексту, 45 рисунків і 11 таблиць.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях.

Основні результати досліджень опубліковані у 18 працях, у тому числі: у фахових виданнях, що внесені до Переліку наукових фахових видань України з технічних наук – 5 (з яких: 1 – виконано одноосібно, 1 – включена у наукометричні бази “РИНЦ” та Scopus); 1 патент на винахід; 12 – у збірниках матеріалів і тез доповідей вітчизняних та міжнародних конференцій.

Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

Загальна характеристика роботи, новизна розроблених наукових положень.

У вступі обґрунтована актуальність досліджень, їх практична цінність, сформульовані мета й задачі дисертаційної роботи, наведено практичну значимість результатів досліджень. Визначено наукову новизну отриманих результатів дисертації та подано інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, публікації, зв'язок роботи з науковими програмами.

У першому розділі – *“Огляд існуючих методів оцінювання стану рослинності урбанізованих територій”* здійснено аналіз наукової літератури, визначено нормативні засади оцінки стану рослинності урбанізованих територій, сформульовано задачі дисертаційної роботи. Проведено аналіз сучасних наземних методів дослідження рослинності та визначено їхні недоліки.

Проаналізовані сучасні методи дистанційного оцінювання стану рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних та гіперспектральних даних.

Визначено завдання дослідження та сформована загальна схема проведення дослідження.

У другому розділі – *“Розробка методів оцінювання стану рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних космічних знімків”* розглянуті методичні засади оброблення багатоспектральних космічних знімків та обґрунтовано вибір методів оцінювання стану рослинності урбанізованих територій та його змін у часі.

Обґрунтовано вибір космічних знімків та розглянуто етапи їх попереднього оброблення. Проведено аналіз основних космічних систем ДЗЗ та визначені постачальники даних, які задовольняють вимогам дослідження стану рослинності.

Встановлено, що при вирішенні задач у межах міських районів та кварталів доцільно використовувати космічні знімки високої просторової розрізненості Pléiades-1A та Kompsat-3, в той час як для дослідження території міста та визначення змін за певний проміжок часу доцільно застосовувати знімки середньої просторової розрізненості, такі як RapidEye та Січ-2.

Розроблено метод оцінювання кількості рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних космічних знімків та якості рослинності.

В ході досліджень було виявлено, що за дистанційними даними кращу кореляцію з наземними показниками якості рослинності урбанізованих територій забезпечує не положення червоного краю рослинності в спектрі REP (red-edge position), яке найчастіше застосовується для такого роду задач, а екстремум першої похідної в зоні червоного краю RET (red-edge tangent).

Вперше отримано регресійні залежності NDVI від LAI, VQF від RET для території Києва та Київської агломерації з коефіцієнтами детермінації від 0,81 до 0,96, що робить можливим їх практичне застосування.

Розроблено метод оцінювання трендів просторово-часових змін рослинності урбанізованих територій.

У третьому розділі – *“Розробка методики дослідження кількісно-якісних характеристик рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних космічних знімків”* розроблено методику оцінювання кількості та якості рослинності, визначення інтегрального показника стану рослинності та аналізу часових серій багатоспектральних космічних знімків.

До здобутків автора можна віднести розроблення алгоритму оцінювання кількості рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних космічних знімків, які спираються на визначення індексу листової поверхні.

Розроблено алгоритм оцінки якості рослинності, який спирається на визначення величини екстремуму першої похідної функції спектрального відбиття в зоні червоного краю 0,68-0,73 мкм.

Розроблено алгоритм виявлення просторово-часових тенденцій змін рослинного покриву з використанням довготривалих часових серій багатоспектральних космічних знімків.

Розроблено комплексну методику автоматизованого оцінювання стану рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних космічних знімків, яка поєднує в собі всі вищерозроблені проміжні методики та алгоритми, що істотно підвищує практичну значимість результатів досліджень.

У четвертому розділі – *“Валідація розробленої методики та рекомендації щодо її використання”* проведено перевірку створеної методики шляхом оцінювання стану рослинності тестових ділянок у межах м. Києва. Перевірено методику визначення індексу листової поверхні за космічними знімками середньої просторової розрізненості.

На основі показників ландшафтної оцінки було проведено нормалізацію статистичних вибірок та побудовано робастну регресійну залежність. Одержана регресія дозволила обчислити значення VQF в тих частинах знімка, де наземні завіркові дані відсутні.

В результаті оброблення зображення для Голосіївського лісопарку отримано кількісні показники стану рослинності: загальну площу зелених насаджень, повну площу з урахуванням LAI, інтегральну площу з урахуванням LAI та якісного стану рослинності.

Проведено оцінку довготривалих змін рослинності київської міської агломерації. Виявлено довготривалі зміни кількості рослинності із середньою прогнозованою швидкістю $-0,3\%$ на рік. Від’ємний щорічний приріст кількості рослинності пов’язаний не тільки зі зменшенням її загальної площі, зумовленим забудовою території, але й з недостатньо екологічно обґрунтованими підходами до ведення лісового та міського господарства.

Проведено оцінку точності визначення параметрів рослинності за розробленою методикою. Розроблено рекомендації щодо впровадження методики оцінювання стану рослинності урбанізованих територій, які можуть бути опрацьовані організаціями по захисту навколишнього середовища та розвитку зелених насаджень міста, а також міськими державними адміністраціями для прийняття управлінських рішень. Запропонована дисертантом методика є досить гнучкою, універсальною, і може бути адаптована для застосування для урбанізованих територій та ряду

інших природних рослинних угруповань - об'єктів лісового фонду, заповідників, заказників і біорезерватів, лісозахисних та стабілізаційних насаджень. Особливо ефективною розроблена методика може бути для оцінювання стану рослинності територій з обмеженим доступом.

Наукова цінність дисертації.

У роботі вирішена науково-прикладна проблема об'єктивного кількісного оцінювання поточного стану рослинності урбанізованих територій на основі даних багатоспектрального космічного знімання для підвищення його оперативності, інформативності та об'єктивності.

Автором вперше розроблено методику комплексного автоматизованого оцінювання стану рослинності урбанізованих територій з використанням космічних знімків, яка відрізняється від існуючих новим фізично обґрунтованим інтегральним кількісним показником стану рослинності; одержано статистично значимі регресійні залежності між показником кількості рослинності та вегетаційними індексами, між нормованою якістю рослинності за даними таксації та космічної зйомки; отримали подальший розвиток методи дистанційного оцінювання якості рослинності на основі апроксимації спектрального відбиття в області червоного краю методом оптимальної сплайн-інтерполяції; розроблені алгоритми, адаптовані до конкретних багатоспектральних сенсорів (Landsat/ETM+, Landsat/OLI, RapidEye/JSS, "Січ-2"/МСУ, Pléiades-1/VHR).

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.07.12 - дистанційні аерокосмічні дослідження.

Прикладна цінність дисертації.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у розвитку методів оперативного та об'єктивного оцінювання стану рослинності урбанізованих територій, які включають не тільки площу насаджень, але й оцінку їх якості; отриманні інструменту виявлення просторово-часових тенденцій рослинного покриву, який є корисним для підтримки науково-обґрунтованих управлінських рішень; розробленні геоінформаційної технології для оперативного та достовірного забезпечення інформацією щодо стану рослинності в місті. Алгоритми оцінювання кількості рослинності урбанізованих територій на основі побудови робастної регресії та використанні індексу листової поверхні апробовані та використовуються науковим і рекреаційним відділами Національного природного парку (НПП) «Голосіївський» при оцінюванні загального екологічного стану території,

стану рослинності, моніторингу змін екосистем під впливом рекреаційних навантажень та впроваджуються у наукову діяльність НПП «Голосіївський».

Рекомендації щодо впровадження результатів дисертації. Коло практичних застосувань результатів роботи, на наш погляд, не обмежується розглянутими в ній впровадженнями. Результати, які були одержані автором роботи, можуть бути використані для комплексного оцінювання стану зелених насаджень урбанізованих територій.

Зауваження по роботі.

1. В роботі не виокремлено концептуальної та функціональної моделей досліджень, а тому не в повній мірі вдалося дотриматися системного підходу до виконання програми досліджень.
2. Форма подання різноманітних схем не відповідає сучасним вимогам опису геоінформаційного забезпечення. Зокрема, у відповідності до вимог серії стандартів ISO 19100 “Географічна інформація / Геоматика” та гармонізованого стандарту ДСТУ ISO 19101 “Географічна інформація. Еталонна модель ” вказується, що всі моделі подаються універсальною мовою моделювання у вигляді UML – діаграм.
3. В ряді випадків зустрічаються неточності щодо віднесення класифікації даних ДЗЗ до етапу попереднього оброблення.
4. Некоректним є дослідження міської рослинності лише на прикладі великих лісових масивів. Дослідження невеликих структурних елементів зелених зон міста з різними умовами росту рослинності практично не описані.
5. Відсутність умовних позначень для ряду одержаних у роботі геозображень ускладнює їх аналіз та інтерпретацію.

Наведені зауваження мають окремий характер, не знижують достатньо високий науковий рівень дисертаційної роботи і не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Висновок про відповідність дисертації вимогам ДАК України до кандидатських дисертацій.

У цілому дисертаційна робота Пестової Ірини Олександрівни «Методика оцінювання стану рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних космічних знімків», є завершеною науковою працею, яка містить нові теоретичні положення. У роботі одержані

нові науково обґрунтовані результати та запропоноване нове вирішення наукової задачі, що полягала у розробці комплексної геоінформаційної методики об'єктивного кількісного оцінювання поточного стану рослинності урбанізованих територій на основі даних багатоспектрального космічного знімання для підвищення його оперативності, інформативності та об'єктивності.

Вважаю, що дисертаційна робота «Методика оцінювання стану рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних космічних знімків» задовольняє вимогам ДАК України до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.07.12 - дистанційні аерокосмічні дослідження.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри геоінформаційних систем
і технологій Національного університету
біоресурсів і природокористування України
д-р техн. наук, доцент

С.С. Кохан

Підпис С.С. Кохан засвідчую

