

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу  
Бандурки Олени Іванівни  
на тему «Методи і алгоритми аналізу геоданих для рішення задачі  
антропогенного впливу на довкілля»  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 12 – Інформаційні технології  
за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

### **Актуальність теми дисертації.**

Людська діяльність за останні десятиріччя призвела до катастрофічних наслідків, які проявляються в незворотних процесах, що роблять навколишнє середовище непридатним до життя. Негативний антропогенний вплив має глобальні наслідки, такі як зміна клімату внаслідок зміни балансу газів в атмосфері, забруднення ґрунтів важкими металами, нафтопродуктами, радіоактивними речовинами, вирубка лісів, яка сягає катастрофічних планетарних масштабів. Але найбільшою техногенною катастрофою є масштабні лісові пожежі.

Основний об'єкт дослідження в даній роботі – це алгоритмічне та програмне забезпечення для моніторингу лісових пожеж на основі обробки космічних знімків в інтеграції з геоінформаційною складовою, що є основою для прийняття управлінських рішень в даній сфері.

Дослідження існуючих науково-обґрунтованих підходів в аналізі геоданих для рішення задач оцінки антропогенного впливу на довкілля та, безпосередньо, пов'язаних з розробкою методів та моделей дослідження лісових пожеж, дозволили зробити висновок про формування, за останні роки, нового пріоритетного підходу, пов'язаного із забезпеченням інформаційним системам модульності, універсальності, можливості обробки великих об'ємів статистичних даних та проведення складних розрахунків. Проблеми моделювання лісових пожеж розглянуті в роботах С.Ю. Антонова, Ю.А. Абрамова, Д.С. Воробйова та інших. Розробці геоінформаційних систем присвячені роботи Х.М. Бурштинської, О.В. Барабаша, І.Л. Долинської, В.В. Шпурика, С.С. Кохана, Г.А. Кучука, Г.В. Худова, В.В. Гнатушенка, Я.В. Шидловської, О.В. Ковалю, І.В. Рубана та інших. Отримані в цьому напрямку результати можуть слугувати базою для побудови нових моделей, алгоритмів та методів з потрібними властивостями.

Тому дисертація Бандурки О.І. є продовженням зазначених досліджень та є актуальною.



## Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше розроблено архітектуру програмного забезпечення системи прогнозування виникнення лісових пожеж на основі статистичної моделі Байєса, яка відрізняється від існуючих використанням математичної моделі оцінки впливу температури навколишнього середовища на імовірність виникнення лісових пожеж, методу дешифрування супутникових знімків та математичної моделі прогнозування виникнення лісових пожеж. Використання зазначеного програмного забезпечення дозволяє розробити інформаційну систему прогнозування лісових пожеж.

2. Вперше розроблено математичну модель оцінки впливу температури навколишнього середовища на ймовірність виникнення лісових пожеж, яка базується на аналізі довгострокового періоду кліматичних статистичних даних за допомогою Data Science. Модель дозволяє проводити дослідження впливу глобальних змін температури на виникнення лісових пожеж.

3. Удосконалено метод дешифрування супутникових знімків для ідентифікації пожежонебезпечних місць та визначення територій, уражених пожежами, яка заснована на спектральному аналізі температур яскравості. Зазначений метод при дешифруванні дозволяє виключити із знімків фрагменти, які покриті хмарами та зайняті водними об'єктами для встановлення просторово-часових характеристик пожеж. Реалізація даного методу також дозволить встановити території, уражені пожежами та визначити їх клас пожежної небезпеки.

4. Вперше розроблено математичну модель прогнозування виникнення лісових пожеж на основі статистичної моделі Байєса, яка заснована на оцінюванні апостеріорних імовірностей таксаційних характеристик лісових виділів. Зазначена математична модель є основою для розробки програмного забезпечення прогнозування виникнення лісових пожеж та підвищує точність оцінювання зазначених апостеріорних імовірностей в середньому на 12-18 %.

5. Удосконалено методику оцінки наслідків пожеж за даними дистанційного зондування Землі, яка на відміну від існуючих адаптована на обробку знімків низької роздільної здатності та базується на встановленні пожежного індексу. Реалізація зазначеної методики дозволить підвищити точність оцінювання породного складу та площ уражених ділянок лісових угідь в середньому на 8-12 %, а також підвищити оперативність вирішення завдань у порівнянні з традиційними методиками у 25-30 разів.

Достовірність наукових результатів забезпечується використанням перевірених математичних моделей, в основі яких лежить теорія баєсівського



оцінювання, а також не протиріччям теоретичних результатів дисертаційних досліджень з результатами практичної діяльності певних підприємств та установ.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі інженерії програмного забезпечення в енергетиці КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР, в яких автор приймала особисту участь, а саме:

- «Теоретико-методичні основи аналізу ризику в контексті розробки механізмів захисту критичної енергетичної структури в Україні» № 0117U006080, що виконувалась в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у 2017 – 2020 р.;

- «Управління ризиками сталого розвитку території з використанням методів штучного інтелекту» № 0120U105256, що виконується в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в 2020-2022 р.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання щодо розробки науково-методичного апарату прогнозування виникнення лісових пожеж на основі статистичної моделі в інтеграції з геододатками для підтримки управлінських рішень, виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Бандурки О.І. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121– Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям розробки програмного забезпечення прогнозування випадкових процесів та явищ для підтримки управлінських рішень.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Бандурки Олени Іванівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело. Принципи академічної доброчесності не були порушені.



## **Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота Бандурки О.І. написана українською мовою. За своїм змістом дисертація відповідає діючим вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії і являє собою наукову працю, яка містить сукупність наукових положень та результатів, виставлених автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора у науку.

Оформлення дисертації відповідає вимогам Державних стандартів України. Текст дисертації написані грамотною технічною мовою, ясно та зрозуміло. Автор вірно та однозначно використовує загальновідомі технічні терміни та поняття. Матеріал викладений у логічній послідовності відповідно до поставленої мети та завдань дослідження.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 199 сторінок.

У вступі наведено основну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність дослідження.

У першому розділі дисертантка розглядає існуючі системи дослідження негативних впливів лісових пожеж, сучасні геоінформаційні системи для відслідковування змін в довкіллі, а також порівнює існуючі математичні моделі оцінювання лісових пожеж.

Другий розділ присвячено алгоритмічному забезпеченню методів обробки даних для оцінки негативного впливу лісових пожеж. Автором було зроблено оцінку впливу температури навколишнього середовища на виникнення лісових пожеж та описано особливості дешифрування космічних знімків з подальшим виявленням територій, уражених пожежею.

Третій розділ присвячений засобам розробки для аналізу геоданих для рішення задачі оцінки антропогенного впливу на довкілля. Представлена архітектура програмної системи, фізична модель бази даних обробки космічного знімку та геоінформаційна база даних.

Четвертий розділ присвячений опису результатів дисертаційного дослідження, а саме реалізація: моделі дослідження впливу температури виникнення лісових пожеж, методу дешифрування супутникових знімків для ідентифікації пожежонебезпечних місць з подальшим виявленням територій, уражених пожежами, та математичній моделі прогнозування лісових пожеж на основі статистичної моделі Байеса. Описано вдосконалену методику оцінки наслідків пожеж за даними дистанційного зондування Землі, яка на відміну від існуючих адаптована на обробку знімків низької роздільної здатності та базується на встановленні пожежного індексу.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».



### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації висвітлені у 7 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях за спеціальністю, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus, віднесеного до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank. Додатково результати досліджень відображені в 2 статтях у фахових виданнях України за спеціальністю 122. Також результати дисертації були апробовані на 10 наукових фахових конференціях.

Рівень наукових публікацій достатньо високий. Всі результати наукових досліджень висвітлені в статтях з повним обґрунтуванням та підтвердженням достовірності. Немає порушень принципу академічної доброчесності. Особистий внесок здобувача у всіх наукових публікаціях є вагомим.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. Для моделювання температури повітря на досліджуваній території було обрано декілька варіантів різних моделей, які мають певні переваги і недоліки між собою. Автором було обрано першу, третю та п'яту моделі. Разом із тим, потрібно було більш детально описати взаємодію цих окремих моделей при розробці єдиної моделі оцінки впливу температури навколишнього середовища на ймовірність виникнення лісових пожеж, яка базується на аналізі довгострокового періоду кліматичних статистичних даних за допомогою Data Science.

2. Автор дисертації зазначає, що ймовірність виникнення лісових пожеж залежить від декількох факторів, серед яких є кліматичні умови. Проте, в статистичній моделі Байєса вказується чотири ознаки, серед яких метеорологічних даних не вказано, хоча і зазначається, що вони суттєво впливають на ймовірність виникнення пожеж.

3. У дисертаційній роботі автором було показано, що реалізація зазначеної методики оцінки наслідків пожеж за даними дистанційного зондування Землі дозволить підвищити точність оцінювання породного складу та площ уражених ділянок лісових угідь в середньому на 8-12 %, а також підвищити оперативність вирішення завдань у порівнянні з традиційними методиками у 25-30 разів. Проте, не було зазначено, для яких саме типів лісів може бути використаний даний програмний продукт.



Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Бандурки Олени Іванівни на тему «Методи і алгоритми аналізу геоданих для рішення задачі антропогенного впливу на довкілля» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого вирішує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 12 – Інформаційні технології. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9 «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 р. № 44.

Здобувач Бандурка Олена Іванівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

В.о. завідувача кафедри  
інженерії програмного забезпечення в енергетиці  
навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

доктор технічних наук, доцент

« 18 » травня 2023 року



Підпис г. Олександр КОВАЛЬ

**ЗАСВІДЧУЮ**

**Відділ кадрів**

підпис

пр-ще