

**ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**  
**кандидата технічних наук, доцента, Цюцюри Миколи Ігоровича**  
**на дисертацію Гусак Олени Михайлівни «Інформаційна технологія раннього**  
**виявлення лісових пожеж за допомогою безпілотних літальних апаратів»,**  
**подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за**  
**спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології**

Аналіз дисертації, автореферату та наукових праць (які опубліковані за темою дисертації) здобувача Гусак Олени Михайлівни, дозволяє зробити висновки.

Дисертація викладена українською мовою на 187 сторінках (145 сторінок основного тексту), містить: 4 розділи, висновки, список використаних джерел із 216 найменувань, три додатки.

*Актуальність обраної теми*

Своєчасне виявлення і захист лісів від пожеж є одним з важливих завдань гарантії безпеки національних природних багатств, оскільки лісові пожежі завдають значної шкоди. Ефективність захисту лісів від пожеж насамперед залежить від раннього виявлення їх осередків та своєчасного оповіщення про небезпеку відповідних служб, а це не можливо здійснити без впровадження новітніх інформаційних технологій, програмного та технічного забезпечення до відповідних підрозділів державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Інформаційні технології, повною мірою не забезпечують повноти вирішення питання надійного раннього виявлення осередків лісових пожеж, тому підлягають удосконаленню в питаннях інформаційного забезпечення протипожежного захисту лісів. Розроблена дисертантом інформаційна технологія раннього виявлення осередків лісових пожеж, передбачає залучення додаткових неспеціальних технічних ресурсів, власниками яких є прості користувачі.

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, дослідження виконано відповідно до наукових напрямів, зокрема, комплексній науково-дослідній темі Приватного вищого навчального закладу «Буковинський університет» – «Розвиток методів і засобів інформаційних технологій складних стохастичних соціально-економічних систем в умовах невизначеності різних типів», Державний реєстраційний № 0112U008316, де здобувач приймала участь як виконавець. В рамках досліджень дисертантом вдосконалено математичні методи автоматизованої обробки інформації переданої з борту БПЛА, з метою адаптації їх до технічних характеристик пристроїв керування, а також розроблено проблемно-орієнтовану інформаційну систему.

*Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна*

Аналіз змісту розділів, використаного методологічного та програмно-алгоритмічного інструментарію та способів його застосування дає підстави зробити висновок про належну обґрунтованість винесених дисертантом на захист основних наукових результатів. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, мають достатнє обґрунтування за рахунок якісно проведеного теоретичного аналізу, підтверджені результатами їх практичного використання, використання відомостей і положень, почерпнутих з сучасної науково-технічної літератури, підтверджені проведенням чисельних комп'ютерних експериментів.

Оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, слід відзначити новизну запропонованого та реалізованого здобувачем підходу до вирішення поставленої перед ним задачі. Отримані у роботі нові наукові результати використано дисертантом як основу для вирішення ряду актуальних прикладних задач з виявлення осередків лісових пожеж на ранніх стадіях запалювання, вчасного оповіщення відповідних підрозділів Державної служби надзвичайних ситуацій України. Достовірність та цінність результатів дисертаційної роботи підтверджена належною практичною їх апробацією та впровадженням.

#### Основні наукові результати досліджень та наукова новизна дисертації

Вирішуючи актуальну наукову задачу розроблення інформаційної технології раннього виявлення лісових пожеж за допомогою безпілотних літальних апаратів автором отримано найважливіші, на мою думку, наукові результати:

- 1) Розроблено метод обробки відеопотоків для автоматизованого пошуку осередків лісових пожеж у фоновому режимі з використанням паралельних обчислень, що забезпечує розподіл та оптимізацію використання ресурсів БПЛА та пристрою керування.
- 2) Розроблено інформаційну технологію сповіщення про пожежну небезпеку залученими неспеціалізованими БПЛА у випадку виявлення осередку лісової пожежі, яка базується на розширенні їх інформаційно-технологічних можливостей, що дасть змогу додатково інформувати ДСНС, а отже, покращити ефективність пожежної безпеки лісу.
- 3) Удосконалені методи вейвлет-перетворення та частоти обробки кадрів шляхом автоматичної адаптації їх параметрів до технічних характеристик пристроїв керування, що дало можливість вести протипожежний моніторинг у фоновому режимі, використовуючи стандартні пристрої керування БПЛА – планшети, мобільні телефони тощо.
- 4) Набув подальшого розвитку метод автоматичного виявлення небезпеки лісової пожежі на основі автоматичного визначення відносної кількості точок зображення, що належать до нечіткого кластеру неприродних кольорів, що дало можливість підвищити оперативність визначення осередків пожежі на цифрових зображеннях.

#### Аналіз змісту дисертаційної роботи та її розділів

**У Вступі** наведено відомості про зв'язок роботи з науковими темами, а також про апробацію роботи, особистий внесок дисертанта, публікації, обсяг і структуру дисертації.

**Перший розділ** присвячений аналізу інформаційних джерел, який підтверджує, що переважна кількість пожеж виникає через масові порушення вимог пожежної безпеки з боку населення, в період найбільшого рекреаційного навантаження на ліси.

У результаті проведеного аналізу наявних інформаційних систем управління безпілотними літальними апаратами встановлено, що існуючі інформаційні системи для задач навігації та пошуку осередків лісових пожеж, розраховані на спеціалізовані дороговартісні безпілотні літальні апарати і не використовують технічні ресурси індивідуальних користувачів.

**У другому розділі** найважливішим, на мою думку, з точки зору інформаційних технологій здобувачка запропонувала алгоритм розрахунку, згідно з запропонованим методом.

*Етап навчання:* 1. Кожен кадр отриманого відеопотоку проходить попередню обробку на першому ядрі процесора та наповнює навчальну вибірку для навчання нейронної мережі. 2. Після формування початкової навчальної вибірки з  $n$  кадрів, вона подається на друге ядро для навчання нейронної мережі. 3. Поки триває навчання нейронної мережі, перше ядро доповнює навчальну вибірку.

*Етап прийняття рішень* складається з циклів донавчання та кластеризації: 1. Після завершення навчання навчена нейронна мережа передається на третє ядро для проведення кластеризації кадрів та формування вихідного відеоряду. Відеодані для цього надходять в режимі реального часу з першого ядра. 2. Отримана доповнена навчальна вибірка з першого ядра передається на донавчання на друге ядро, після чого формує наступну навчальну вибірку. 3. Друге ядро проводить донавчання мережі. Після закінчення навчання цикл повторюється.

**В третьому розділі** розглядаються шляхи вдосконалення системи протипожежної безпеки, проводиться аналіз інформаційно-технічних характеристик БПЛА та пристроїв управління з використанням нових технологій обробки відеозображень. Модифікована функціональна схема інформаційно-технологічного забезпечення моніторингу лісових пожеж з використанням пропонованої інформаційної технології. Розраховано площі, які можуть бути проскановані одним квадрокоптером. Обґрунтовано мінімальний набір технічних характеристик, необхідних для включення безпілотних літальних апаратів до інтеграції в систему моніторингу.

**У четвертому розділі** авторка розробила програмне забезпечення, яке реалізує розроблену інформаційну технологію. Описані результати проведених натурних експериментів з верифікації отриманих результатів.

Приведені результати опрацювання цифрових зображень (Додаток В) вказують на те, що авторка з поставленою задачею справилася і має позитивні практичні рішення з моніторингу лісових пожеж. Наведені результати тестування дозволяють зробити висновок, що запропонована автором ІТ дає достатню швидкість і якість розпізнавання осередків лісових пожеж і здатна підвищити ефективність моніторингу та протипожежного захисту лісу.

#### *Практичне значення результатів дисертаційної роботи*

Отримані в дисертації нові результати мають наукове і практичне значення. Розроблена інформаційна технологія визначення осередків лісових пожеж надає можливість:

- 1) Розширення функціональних інформаційно-технологічних можливостей залучених безпілотних літальних апаратів за рахунок мультипроцесорної та мультимашинної архітектури, що забезпечить своєчасне сповіщення про осередок лісової пожежі. Це дасть можливість запобігти виникненню та поширенню широкомасштабних лісових пожеж.
- 2) Створювати системи підтримки прийняття рішень на основі розширення функціональних інформаційних можливостей неспеціалізованих інформаційно-технічних ресурсів, які можуть бути залучені до складу систем оцінки поточної оперативної пожежної обстановки, прогнозування пожежної небезпеки, проведення робіт з класифікації лісів за ступенем пожежонебезпеки тощо.
- 3) Підвищити ефективність інформаційних систем протипожежного моніторингу лісових насаджень шляхом використання залучених безпілотних літальних апаратів, обробки та виведення інформації в on-line режимі, що дасть

змогу вирішити інформаційно-технологічне завдання забезпечення оперативності отримання інформації про наявність осередків лісових пожеж.

#### Рекомендації щодо використання результатів дисертації

Практична значущість результатів дисертаційної роботи дає можливість застосувати на практиці систему підтримки прийняття рішень з неспеціалізованими інформаційно-технічними ресурсами, під час відпрацювання тактико-спеціальних навчань з ліквідації великих лісових пожеж як на території Чернівецької області та моніторингу лісових масивів в пожежонебезпечний період підрозділами Управління Державної служби надзвичайних ситуацій (ДСНС) України в Чернівецькій області так і на інших важкодоступних ділянках лісів інших областей.

#### Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Зміст автореферату повністю відображає основні положенням викладені в дисертаційній роботі.

Наведені в дисертації положення та результати повною мірою висвітлені в опублікованих працях. Основні результати роботи викладено в 24 наукових працях, серед яких: 4 статті в наукових періодичних виданнях інших держав, які включені до наукометричних баз даних, 7 статей у наукових фахових виданнях України, 2 статті в наукових виданнях України, які додатково відображають основні результати дисертації та 11 тез доповідей – у збірниках міжнародних конференцій.

#### Зауваження

Не зважаючи на новизну, важливість, високу якість та повноту одержаних дисертанткою наукових та практичних результатів, робота має ряд недоліків:

1. В першому розділі на стор. 26 доцільно було б розширити опис термінів та означень галузі інформаційних технологій протипожежного моніторингу лісу.
2. В другому розділі дисертаційна робота дещо переобтяжена аналізом існуючих систем і відомих рішень, які в подальшому не використовуються у дослідженні (на приклад стор. 73,74 та ін.).
3. В розділі три на рис. 3.4 – «Функціональна схема інформаційно-технологічного забезпечення моніторингу лісових пожеж» сторінка 110 (рис. 4 автореферату) доцільно було б додати блок 2.4. – пристрій ІТ-обробки відео зображень наявності осередків пожеж в лісі для формування відповідних рішень.
4. В четвертому розділі роботи бажано було б зазначити можливість адаптації створеної інформаційної системи для інших платформ.
5. В роботі недостатньо описані особливості програмної реалізації розроблених методів. Варто було б навести діаграми станів системи або схеми взаємозв'язків програмних модулів.
6. У тексті дисертаційної роботи зустрічаються незначні граматичні та стилістичні неточності.

#### Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Основні результати роботи достатньо повно подані в опублікованих статтях, пройшли належну апробацію на наукових конференціях та семінарах. Автореферат відповідає змісту дисертації та повно його відображає.

Перелічені зауваження не знижують позитивного враження про роботу і не впливають на достовірність та обґрунтованість висновків дисертантки. Загальна ж оцінка роботи є незмінною.

Дисертаційна робота є закінченим науковим дослідженням, відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології, а саме пунктам 1, 3, 4 та частково 6, 10, 11.

Вважаю, що дисертаційна робота за обсяг, оформленням, рівнем наукової новизни, якістю досліджень, достовірністю та обґрунтованістю висновків, теоретичною і практичною цінністю відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів...» (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567) та іншим нормативним вимогам які висуваються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата наук, а її автор **Гусак Олена Михайлівна** заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

**Офіційний опонент,  
кандидат техн. наук, доцент,  
доцент кафедри інформаційних технологій  
Київського національного університету  
будівництва і архітектури**

**М.І. Цюцюра**

Підпис к.т.н., доц.. Цюцюри М.І. підтверджую

Вчений секретар  
Вченої ради КНУБА



**О.С.Петренко**