

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Марущака Василя Миколайовича**
на тему **«Інформаційні технології оперативного формування звітних документів за результатами дешифрування авіаційних та космічних зображень»**, представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки».

Актуальність теми дисертації.

В умовах сучасних викликів, що стоять перед Україною та світом, інформаційні технології перестають бути лише інструментом наукових досліджень – вони стають основою стратегічної безпеки, управління військовими й цивільними процесами, реагування на кризові ситуації. Обсяги зображувальних даних, які надходять із безпілотних авіаційних комплексів, супутникових систем і сучасних сенсорних платформ, зростають у геометричній прогресії. Традиційні методи їх інтерпретації – з опорою на ручну працю фахівця-дешифрувальника – дедалі частіше виявляються повільними, фрагментарними та недостатньо ефективними. Особливо гостро ця проблема проявляється у сфері оборони й прикордонного контролю, де часовий фактор є критично важливим. Запізнена інтерпретація зображення може призвести до затримки в ухваленні управлінських рішень і, як наслідок, до втрат у людських і матеріальних ресурсах. У цих умовах актуальність завдання розробки інтегрованої інформаційної технології для оперативного формування звітної інформаційних документів (ЗІД) є безсумнівною.

У процесі дослідження було проведено апробацію методики на різних типах місцевості, включаючи урбанізовані, лісові та прибережні зони. Розроблені підходи довели свою ефективність при обробці даних з мікросупутників та малих безпілотних літальних апаратів, що розширює спектр можливих джерел інформації. Особлива увага приділялася питанню кіберзахисту каналів передавання даних, що є критично важливим для військових і розвідувальних операцій. Перспективи розвитку включають інтеграцію з системами штучного прогнозування ризиків для підвищення рівня ситуаційної обізнаності. Тема роботи є актуальною не лише в контексті оборонної сфери, але й для систем цивільного захисту, екологічного моніторингу, управління критичною інфраструктурою, міжнародних місій із

реагування на надзвичайні ситуації. Таким чином, вона повністю відповідає світовим трендам у галузі цифрової трансформації. Достовірність результатів підтверджується багаторівневою перевіркою: математичним моделюванням, програмною реалізацією, порівнянням із відомими підходами та практичною апробацією. Експерименти продемонстрували, що AutoZID скорочує час формування звіту (при ручному аналізі) з 35–40 хвилин до 10 секунд, що у десятки разів підвищує швидкодію процесу й забезпечує принципово новий рівень оперативності управління. Практична цінність полягає у реальному впровадженні системи у підрозділах Державної прикордонної служби України – для контролю територій та аналізу прикордонних ситуацій, у військах РХБЗ – для моніторингу небезпечних об’єктів і своєчасного реагування на загрози. Результати дослідження можуть застосовуватись і в цивільних сферах: моніторинг стану довкілля, контроль техногенних ризиків, аналіз стану інфраструктури, планування територій.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у створенні системи AutoZID – багатофункціональної інформаційної технології, яка реалізує принципи модульності, масштабованості й адаптивності.

До основних результатів, що мають ознаки новизни, можна віднести:

- вперше запропоновано нові алгоритми злиття просторової інформації, що забезпечують підвищену точність і узгодженість результатів аналізу в мультимедійному середовищі;
- вперше розроблено псевдокод функціонування системи AutoZID та формалізовано шаблон структури ЗІД для подальшого автоматизованого наповнення за допомогою модульного підходу;
- розроблено науково-методичні засади предметно-орієнтованої оцінки об’єктів моніторингу на основі даних авіаційного та космічного дистанційного зондування із застосуванням геоінформаційних систем та алгоритмів автоматизованого дешифрування;
- удосконалено методи та моделі виявлення техногенних змін середовища шляхом використання гібридного дешифрування, яке інтегрує лабораторно-польові вимірювання із супутниковими даними в єдиному інформаційному середовищі формування ЗІД;

– подальшого розвитку набули інформаційно-аналітичні моделі оцінки антропогенного впливу в межах локальних зон моніторингу шляхом інтеграції наземних спостережень з даними дистанційного зондування, що сприяє підвищенню точності прогнозування змін екологічного стану територій.

Сукупність цих результатів свідчить про вагомий особистий внесок здобувача у розвиток теорії та практики інформаційних технологій у сфері дешифрування аерокосмічних зображень.

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

Дисертація Марущака Василя Миколайовича за структурою й змістом відповідає сучасним вимогам до робіт за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Вона є завершеним самостійним дослідженням, яке свідчить про глибокі знання здобувача у відповідній сфері та його особистий науковий внесок. Результати перевірки на текстові збіги підтверджують, що дисертація дотримується принципів академічної доброчесності, містить належні посилання та не має елементів плагіату.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертація має логічну структуру, яка повністю відповідає стандартам наукових досліджень. Вона складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Кожен елемент структури взаємопов'язаний і створює цілісну картину дослідження, від постановки проблеми до її вирішення та експериментальної перевірки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, чітко визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження. Автор показав зв'язок своєї роботи з державними та міжнародними програмами цифровізації, оборони та розвитку інформаційних технологій. Тут також викладено наукову новизну, практичне значення результатів і окреслено шляхи їхнього впровадження.

У першому розділі наведено ґрунтовний аналіз стану проблеми та сучасних підходів до обробки аерокосмічних даних. Розглянуто спектральні та просторові характеристики знімків, алгоритми комп'ютерного зору, структуру метаданих і методи сегментації. Автор критично проаналізував наявні системи та зробив висновок, що жодна з них не забезпечує повної інтеграції всіх етапів

– від первинної обробки до формування звітів. Це обґрунтувало необхідність створення інтегрованої моделі AutoZID.

У другому розділі описано розроблену інформаційну модель AutoZID, яка виступає основою всієї системи. Подано архітектуру, метамодель даних, формалізацію процесів і детальний опис алгоритму AutoZID-Gen. Показано, що розроблена модель є масштабованою та адаптивною, придатною як для локальних задач (наприклад, аналізу окремих знімків), так і для широкомасштабних сценаріїв (регіональний чи державний моніторинг). Особливу увагу приділено можливості інтеграції AutoZID з іншими інформаційними платформами та геоінформаційними системами.

У третьому розділі викладено методи та алгоритми, що становлять основу автоматизованого дешифрування. Описано підходи до попередньої фільтрації, нормалізації та сегментації даних, використання CNN-моделей (YOLOv5, EfficientDet) для класифікації об'єктів. Представлено методи компенсації похибок із застосуванням фільтра Калмана та розрахунок інтегрального індексу довіри IDC^+ , який дозволяє кількісно оцінювати достовірність результатів. Важливим елементом стало впровадження ризик-аналізу у процес дешифрування, що підвищує надійність прийнятих рішень у нестабільних умовах.

У четвертому розділі описано програмну реалізацію системи AutoZID та результати її експериментальної перевірки. Докладно розкрито особливості користувацького інтерфейсу, роботу модулів обробки та механізми QR-верифікації, які гарантують автентичність документів. Автор навів результати випробувань на реальних аерокосмічних знімках, які засвідчили високу ефективність системи. Система забезпечила скорочення часу формування ЗІД у десятки разів та продемонструвала точність розпізнавання понад 90%, що доводить її практичну придатність для впровадження.

Таким чином, структура дисертаційної роботи є цілісною, логічно завершеною та відповідає вимогам до кваліфікаційних досліджень. Виклад матеріалу є послідовним, науково аргументованим і наочним, що підтверджує високий рівень виконання роботи.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Результати дослідження здобувач апробував у науковому середовищі. Опубліковано 13 наукових праць, серед яких:

- 4 статті у фахових виданнях України;
- 1 публікація у журналах, що індексуються в міжнародних базах Scopus;
- матеріали міжнародних конференцій.

Наукові напрацювання автора пройшли належну апробацію, що підтверджується їх оприлюдненням у фахових виданнях та на наукових конференціях. Це свідчить про їх наукову вагомість та позитивне сприйняття у професійному середовищі, а також засвідчує відповідність сучасним тенденціям розвитку інформаційних технологій.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Попри загальну позитивну характеристику дисертації, окремі положення потребують подальшої деталізації, що й зумовлює наведені зауваження.

1. У роботі окреслено правові аспекти використання безпілотних авіаційних комплексів, але на думку рецензента необхідно конкретніше проаналізувати нормативно-правові обмеження щодо збору та обробки даних у цьому контексті.

2. У дисертації описано заходи інформаційної безпеки системи AutoZID, проте рецензент вважає їх недостатніми у світлі сучасних кіберзагроз.

3. У дослідженні розроблено модуль ризик-аналізу, було б доцільно проаналізувати математичні засади та критерії оцінки рівня ризику, що використано в його основі.

4. У матеріалах наведено результати апробації AutoZID у прикордонних підрозділах, але не приведено конкретні переваги отримані користувачами при практичному застосуванні системи.

5. Матеріал роботи містить кілька дрібних друкарських та стилістичних помилок, які не впливають на її зміст.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Марущака Василя Миколайовича є завершеним, самостійним та ґрунтовним дослідженням, у якому вирішено актуальну наукову й прикладну задачу – створення інформаційних технологій для

оперативного формування звітно-інформаційних документів на основі дешифрування авіаційних і космічних знімків. Отримані наукові напрацювання мають важливе значення для систем національної безпеки, прикордонного моніторингу, військової практики та низки суміжних цивільних напрямів. Дисертація вдало поєднує фундаментальні теоретичні положення, нові алгоритмічні рішення та підтверджене практичне впровадження в умовах реального застосування. Дослідження характеризується комплексним міждисциплінарним підходом, що поєднує методи комп'ютерного зору, ГІС-технології та засоби цифрової верифікації. Це свідчить про високий рівень наукової підготовки здобувача та його здатність до комплексного вирішення складних завдань. Результати дослідження можуть бути адаптовані для міжнародних проєктів і сприяти розвитку співпраці у сфері цифрової трансформації та безпеки.

Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 та Порядку присудження ступеня доктора філософії (Постанова КМУ № 44 від 12.01.2022).

Здобувач Марущак Василь Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

Провідний науковий співробітник
Інституту телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАНУ,
доктор технічних наук, доцент



Олександр ТЕРЕНТЬЄВ

Власноручний підпис доктора технічних наук, доцента Олександра Терентьєва
завіряю:

Начальник відділу кадрів



Олена РАДЧУК



« 11 » вересня 2025 року