

ВІДГУК

офіційного опонента 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.

На даний час завдання національної безпеки, оборони та управління критичною інфраструктурою неможливо розглядати без використання технологій дистанційного зондування Землі. Проте ключовим викликом залишається швидкість та достовірність переходу від зображення до аналітичного звіту. Саме ця проблема лежить в основі дослідження здобувача. Дисертація Марущака В. М. присвячена створенню інноваційної системи AutoZID, яка поєднує методи комп'ютерного зору, геоінформаційні технології та алгоритми верифікації даних.

Актуальність теми визначається потребами Збройних Сил України та інших складових Сил Оборони України, а також міжнародними тенденціями у сфері цифровізації розвідданих і автоматизації аналітичних процесів.

Достовірність отриманих у дисертації результатів підтверджується комплексом методів: від математичного моделювання та програмної реалізації до експериментальної перевірки в умовах, максимально наближених до реальних. Автором проведено серію апробаційних випробувань на матеріалах авіаційних і супутникових знімків, отриманих у зонах підвищеної уваги. Результати показали, що система AutoZID здатна забезпечити стабільність роботи незалежно від складних умов зйомки (задимленість, нічні знімки, засніжені території).

Особливої уваги заслуговує скорочення часу формування звітного документа: якщо традиційна ручна підготовка займала 30–40 хвилин, то використання AutoZID дозволило знизити цей показник до 9–10 секунд. Такий ефект підвищує оперативність управлінських рішень і мінімізує вплив людського фактора. Крім того, система дає змогу автоматично перевіряти достовірність даних шляхом QR-кодування та цифрової верифікації, що усуває ризик підробки звітів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна підтверджується відсутністю аналогів серед вітчизняних розробок та близькістю отриманих рішень до світових досліджень у галузі автоматизованого аналізу аерокосмічних знімків. У роботі здобувача отримано наступні вагомні результати:

- вперше сформульовано концепцію інформаційної технології AutoZID для автоматизованого формування звітно-інформаційних документів (ЗІД);
- запропоновано модульний підхід до архітектури системи з чітким розмежуванням функцій (фільтрація, сегментація, класифікація, геоприв'язка, формування звітів);
- удосконалено методи виявлення та розпізнавання військової техніки на основі сучасних моделей глибинного навчання (YOLOv5, EfficientDet, U-Net), що дало змогу підвищити точність розпізнавання понад 90%;
- вперше розроблено інтегральний індекс IDC⁺, який дозволяє кількісно оцінювати рівень довіри до результатів дешифрування;
- впроваджено методику цифрової верифікації ЗІД із застосуванням QR-кодів для захисту від підробок;
- запропоновано алгоритми корекції координат із використанням фільтра Калмана та багатознімкових сценаріїв, що зменшило похибку позиціонування.

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у безпосередньому впровадженні розробленої системи в діяльність прикордонних підрозділів. Це не лише підтверджує затребуваність дослідження, а й свідчить про його стратегічне значення для підвищення обороноздатності держави. Окрім того, результати можуть бути адаптовані для екологічного моніторингу, контролю критичної інфраструктури та реагування на надзвичайні ситуації, що значно розширює сферу їх застосування.

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

Зміст дисертаційної роботи Марущака Василя Миколайовича відповідає всім встановленим вимогам до кваліфікаційних наукових праць за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Робота підтверджує глибоку обізнаність здобувача у предметній сфері та його індивідуальний внесок у вирішення поставленої наукової задачі. Проведена перевірка на плагіат засвідчила коректність використання джерел та відсутність неправомірних текстових запозичень.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертація вирізняється чіткою логікою побудови та структурованим викладом матеріалу, що відповідає вимогам до кваліфікаційних наукових

праць. Загалом дисертаційна робота відзначається завершеністю, логічністю та відповідністю академічним стандартам.

У вступі автор вмотивовано обґрунтовує актуальність теми, формулює мету, завдання, наукову новизну та практичне значення дослідження, а також демонструє зв'язок роботи з державними програмами цифровізації та оборонними ініціативами.

У першому розділі здійснено огляд сучасних підходів до дешифрування аерофотознімків та супутникових даних, розглянуто існуючі системи автоматизації аналізу, виявлено їхні обмеження. Автор аргументовано доводить необхідність створення інтегрованої системи нового покоління, яка поєднує оброблення даних, геопросторову прив'язку та автоматизоване формування звітів.

Другий розділ присвячено розробці інформаційної моделі AutoZID. Тут наведено формалізований опис задачі у вигляді множини вхідних та вихідних даних, розроблено метамодель структури документа, визначено основні етапи функціонування системи. Окрему увагу приділено модульності архітектури, що дозволяє масштабувати систему та інтегрувати її з іншими інформаційними ресурсами.

У третьому розділі висвітлено методичний апарат для оброблення зображень: попередня фільтрація, нормалізація, сегментація, класифікація об'єктів із використанням нейронних мереж. Продемонстровано можливості ручної перевірки результатів через інтеграцію з QGIS. Також реалізовано функціонал автоматичного оновлення бази даних після кожного оброблення нового зображення. Окрім технічних аспектів, описано методики навчання операторів і аналітиків, що працюють із системою, що сприяє швидкій адаптації персоналу до роботи. Передбачено механізми логування подій для аудиту дій користувача та контролю якості результатів. Запропоновано індекс IDC⁺ як інтегральний критерій довіри, що підвищує якість прийняття рішень.

Четвертий розділ демонструє практичну реалізацію системи та результати її випробувань. Автор наводить приклади роботи користувацького інтерфейсу, демонструє функціонування модулів, аналізує експериментальні дані. Показано, що система стабільно працює в умовах реальних завдань прикордонної та військової практики.

Дисертація оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» й відзначається структурованістю, академічною логікою викладу та науковою обґрунтованістю запропонованих рішень.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Результати дослідження здобувач широко апробував у науковому середовищі. Опубліковано 13 праць, серед яких: статті у фахових виданнях України, матеріали міжнародних конференцій, а також статті у виданнях, що індексуються в наукометричних базах Scopus. Це свідчить про міжнародне визнання актуальності дослідження та підтверджує його вагомий науковий рівень.

Апробація результатів відбулася також у вигляді виступів на міжнародних науково-практичних форумах, що забезпечило їх обговорення в середовищі як вітчизняних, так і зарубіжних фахівців.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

За умови позитивного загального враження від роботи, доцільно зазначити кілька дискусійних моментів, які викликають додаткові запитання.

1. У першому розділі дисертації подано аналіз світових тенденцій цифрової трансформації, здійснено порівняльний аналіз сучасних підходів до побудови звітно-інформаційних систем, виявлено їх переваги та обмеження. проте не приведено приклади зарубіжних аналогів для повнішого порівняння.

2. У другому розділі роботи представлено інформаційну модель AutoZID. Бажано б було деталізувати можливості інтеграції цієї моделі із зовнішніми базами даних (кадастровими, екологічними, топографічними) передбачені та як таке збагачення інформації впливає на якість звітів?

3. У третьому розділі дисертації описано використання різних архітектур нейронних мереж. В роботі не достатньо описано результати порівняння моделей YOLOv5 та EfficientDet у різних погодних і нічних умовах, і як вони впливають на універсальність системи?

4. У четвертому розділі роботи наведено результати продуктивності AutoZID. На думку опонента бажано б конкретизувати як оцінювалась ефективність системи при одночасному обробленні кількох потоків зображень та які кількісні результати були отримані.

5. У дисертації зафіксовано незначні редакційні похибки й окремі стилістичні неточності.

Озвучені зауваження є предметом наукової дискусії та не применшують вагомості отриманих у дисертації результатів.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Марущака Василя Миколайовича є цілісним, завершеним і самостійним науковим дослідженням, яке успішно вирішує актуальне наукове завдання автоматизації формування звітно-інформаційних документів на основі аерокосмічних зображень. Робота поєднує теоретичні

напрацювання з практичними результатами, підтвердженими експериментами та впровадженням у діяльність оборонних і прикордонних структур держави.

Отримані результати мають вагомий науковий і прикладний потенціал, відповідають сучасним тенденціям розвитку інформаційних технологій і можуть бути використані як у сфері національної безпеки, так і в суміжних галузях (екологічний моніторинг, надзвичайні ситуації, контроль інфраструктури).

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».

Офіційний опонент:

Професор кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки
Державного університету «Житомирська політехніка»,
лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,
доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Сергій КОВБАСЮК

«08» вересня 2025 року

