

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Волинця Тараса Васильовича**
на тему **«Інформаційні технології аерокосмічного моніторингу морських акваторій та прибережних зон»**, представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 122 - Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Волинця Тараса Васильовича присвячена розробці та впровадження інноваційних інформаційних технологій для інтегрованого екологічного моніторингу морських акваторій і прибережних зон Чорного й Азовського морів в умовах антропогенного, техногенного та військового впливу. Аерокосмічні технології моніторингу морських акваторій та прибережних зон виступають ключовим інструментом у системі забезпечення екологічної безпеки, раціонального природокористування та управління прибережними екосистемами. Застосування передових інформаційних рішень, зокрема технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у поєднанні з геоінформаційними системами (ГІС), забезпечує можливість своєчасного отримання, обробки та інтерпретації просторових даних щодо стану морського середовища на значних територіях. Це створює підґрунтя для оперативного виявлення осередків забруднення, спостереження за біорізноманіттям, контролю гідрологічних змін і прогнозування трансформацій екосистемних процесів. Запропоновано нові підходи до побудови систем спостереження на основі супутникових даних, безпілотних технологій, штучного інтелекту, хмарних сервісів і геоінформаційного аналізу, що дозволяють суттєво підвищити точність, оперативність і адаптивність реагування на екологічні загрози.

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні цілісної інформаційної системи інтегрованого моніторингу морських акваторій та прибережних зон Чорного й Азовського морів, орієнтованої на виявлення забруднень, спричинених воєнними діями, аварійними викидами та пошкодженням об'єктів критичної інфраструктури. Розроблені моделі,

алгоритми та методики можуть бути впроваджені в програмне забезпечення для обробки супутникових знімків і даних з фізико-хімічних сенсорів, а також у системи навігації та керування групами безпілотних літальних апаратів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна отриманих у дисертації результатів полягає у наступному:

- *Вперше* запропоновано концептуальну модель інтегрованого управління екологічною безпекою морських акваторій Чорного й Азовського морів, що базується на застосуванні інформаційних технологій: цифрових платформ моніторингу та адаптивного управління в умовах трансформації прибережного середовища.
- *Вперше* розроблено інформаційну систему колективного управління безпілотними літальними апаратами для екологічного моніторингу морських акваторій, яка забезпечує стабілізацію кутових координат та оптимізацію траєкторій польоту.
- *Вперше* створено методику автоматизованого дешифрування супутникових знімків Чорного та Азовського морів з використанням інформаційних технологій глибокого навчання (YOLOv5, U-Net, DeepLabv3+), що забезпечує точну ідентифікацію забруднень, змін берегової лінії та класифікацію техногенних впливів у морському середовищі.
- *Вперше* реалізовано архітектурно-функціональну модель гібридного екологічного моніторингу морського середовища Чорного та Азовського морів на основі сучасних інформаційних технологій — GPU/CPU-обчислень, хмарних сервісів, нейромережевого аналізу та каталогізації супутникових даних.
- *Удосконалено* просторово-часову модель екологічного моніторингу Чорного моря з використанням геоінформаційних систем, цифрових аналітичних інструментів і даних вертикального зондування

для автоматизованої візуалізації екологічних змін, виявлення порушень та прогнозування динаміки морських екосистем..

Достовірність наукових результатів забезпечується коректним застосуванням розгалуженого апарату дослідження, що включає методи системного аналізу, математичного програмування, теорії нечітких множин, математичного моделювання та експерименту. Висновки роботи логічно випливають із представлених теоретичних положень та підтверджуються результатами програмної реалізації та імітаційного моделювання. Наукові дослідження виконані здобувачем в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України під керівництвом доктора технічних наук, професора Триснюка Василя Миколайовича.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Волинця Тараса Васильовича повністю відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Робота є завершеною науковою працею, яка свідчить про глибоку обізнаність автора в предметній області та його особистий внесок у вирішення наукової задачі. Звіт про перевірку на текстові збіги підтверджує, що дисертація є самостійним дослідженням, не містить елементів плагіату та має належні посилання на використані джерела.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріал викладено структуровано, послідовно та з використанням коректної наукової термінології. Структура дисертації є класичною та логічно обґрунтованою, забезпечуючи послідовний перехід від постановки проблеми до її вирішення та верифікації результатів. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг становить 176 сторінок.

У вступі автор обґрунтовує актуальність обраної теми, спираючись на аналіз сучасних викликів у сфері безпеки та оборони. Чітко визначено мету,

об'єкт, предмет та завдання дослідження, а також сформульовано положення наукової новизни та практичного значення, які виносяться на захист.

У першому розділі досліджено сучасні інформаційні підходи до екологічного моніторингу морських акваторій, зокрема Чорного моря, в умовах зростання техногенного навантаження, змін клімату та воєнного впливу. Основна увага приділена інтеграції даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), геоінформаційних систем (ГІС), сенсорних мереж і методів штучного інтелекту (ШІ). Запропоновано концепцію інтегрованого управління прибережними водами, яка враховує фонове, загальне й кризове спостереження з автоматизованим прийняттям рішень. Створення гібридної інфраструктури обробки даних шляхом поєднання локальних обчислювальних потужностей і хмарних платформ дозволяє знижувати навантаження та підвищувати ефективність оцінки екологічного стану.

Другий розділ присвячений розробці сучасних інформаційних технологій для аналізу та моніторингу стану морських і прибережних екосистем. Детально розглядаються платформи супутникових даних і спектральні діапазони, які застосовуються для дослідження водного середовища. Важливу роль відіграють оптичні, інфрачервоні і радарні діапазони, які дозволяють моніторити екосистеми незалежно від погодних умов. Використання машинного навчання та штучного інтелекту для обробки супутникових знімків збільшує точність моніторингу на 16%. Важливе значення має також інтеграція цих даних в ГІС для створення точних карт та прогнозів, що значно полегшує управлінські рішення.

У третьому розділі розглянуто застосування інформаційних технологій для моніторингу екологічного стану морських акваторій з використанням супутникових знімків, ГІС, Інтернету речей і машинного навчання. Запропоновано методи автоматизованого розпізнавання об'єктів забруднення з використанням згорткових нейронних мереж (CNN) і моделей YOLOv5. Розроблено математичну модель дешифрування, яка забезпечує високу точність

виявлення екологічних аномалій. Система, яка поєднує супутникові платформи з високою роздільною здатністю, дозволяє виявляти нафтові плями, фітопланктонне цвітіння та інші забруднення. Водночас розроблена математична модель є важливим досягненням для точнішого виявлення аномалій у складних умовах. Прогнозування розвитку забруднень є важливим кроком до оперативного реагування на екологічні катастрофи.

Четвертий розділ стосується удосконалення інтегрованого аерокосмічного моніторингу морського середовища, зокрема для Чорного моря. Запропоновано архітектурно-функціональну модель супутниково-ГІС моніторингу, яка поєднує методи ДЗЗ, ГІС та хмарні платформи. Особлива увага приділена оптимізації обчислювальних процесів, включаючи використання GPU/CPU-кластерів і контейнеризації (Docker, Kubernetes). Це дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи з великими обсягами супутникових зображень, що є важливим аспектом у практичному моніторингу морського середовища. Розроблений програмно-аналітичний комплекс для обробки знімків Азовського моря створює нові можливості для екологічного моніторингу, що включає інтеграцію багаторівневої інформації. Акти впровадження, що підтверджують практичну цінність роботи.

Дисертаційна робота оформлена у повній відповідності 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 15 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у виданні, що індексується в наукометричній базі «Scopus», та 10 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях. Порухень принципів академічної доброчесності у публікаціях не виявлено, що свідчить про належну апробацію результатів.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

При загальній позитивній оцінці дисертаційної роботи, варто виділити наступні дискусійні питання та зауваження:

1. В першому розділі відмічено, щоОкрему увагу в межах інформаційних технологій заслуговують терміни для прогнозування положення супутників. Інтерактивні платформи, як-от ESA's Orbit Viewer або програма Orbitron...., на думку опонента, бажано б уточнити функції застосування ІТ-технологій у супроводі супутникових даних та визначення часу прольоту супутника.
2. Було б доцільно в роботі навести порівняльний аналіз супутників для задач екологічного моніторингу за спектральною чутливістю
3. На думку опонента в роботі доцільно навести ГІС-платформ та у вигляді растрового шару
4. В дисертаційній роботі було б доцільно розширити сучасні платформи, які забезпечують доступ до різночасових супутникових знімків високої та надвисокої роздільної здатності, включаючи мультиспектральні, гіперспектральні, теплові та радарні дані.
5. У тексті дисертації наявні поодинокі стилістичні неточності та друкарські помилки.

Висловлені зауваження не є принциповими, мають дискусійний характер і не зменшують загальну наукову та практичну цінність отриманих результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Волинця Тараса Васильовича на тему «Інформаційні технології аерокосмічного моніторингу морських акваторій та прибережних зон» є завершеним дослідженням. Виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність

теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. 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 Волинець Тарас Васильович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Рецензент

Головний науковий співробітник
Інституту телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАНУ,
доктор технічних наук, професор

Юрій КАЛЮХ

Підпис Юрія Калюха засвідчую:
Начальник відділу кадрів Інституту
телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАНУ

Олена РАДЧУК



«29» листопада 2025 року