

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. Аерокосмічний моніторинг морських акваторій і прибережних зон є ключовим інструментом для забезпечення екологічної безпеки, раціонального використання природних ресурсів і управління прибережними територіями. Завдяки сучасним інформаційним технологіям, зокрема дистанційному зондуванню Землі (ДЗЗ) та геоінформаційним системам (ГІС), стає можливим оперативне отримання та обробка даних про стан морського середовища на великих територіях. Це забезпечує ефективне виявлення і контроль забруднень, оцінку біорізноманіття, моніторинг гідрологічних процесів та прогнозування змін екосистем. Застосування таких технологій є особливо важливим для України, зокрема для моніторингу екологічного стану Чорного та Азовського морів, що піддаються значному антропогенному навантаженню. Дослідження присвячене розробці та впровадженню сучасних інформаційних технологій для екологічного моніторингу прибережних вод Чорного моря, спрямованих на підтримку управлінських рішень у сфері екологічної безпеки та раціонального природокористування. Основою запропонованих рішень є методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космічних платформ у поєднанні з інструментами геоінформаційних систем (ГІС).

Розробка та впровадження інтегрованих інформаційних систем, що використовують аерокосмічні дані, дозволяє підвищити ефективність управління прибережними зонами та забезпечити сталий розвиток морських ресурсів. Дистанційні дослідження передбачають збір та збереження космічної інформації у вигляді архівів, що забезпечує зручний доступ до даних для подальшого аналізу. Чорне море є стратегічно важливим для України, оскільки його порти, такі як Одеса, Іллічівськ, Південний, Миколаїв і Херсон,

забезпечують важливі транспортні зв'язки. Крім того, його узбережжя має значний рекреаційний потенціал, а води багаті на морепродукти, сировину для хімічної промисловості, будівельні матеріали та корисні копалини, що підкреслює важливу геополітичну роль України.

Однак, з початком російської військової агресії екологічний стан Чорного моря та прилеглих територій значно погіршився. Військові дії призводять до забруднення моря токсичними речовинами від затопленої техніки та зруйнованої інфраструктури, що негативно впливає на морські екосистеми та прибережні території.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Вперше запропоновано концептуальну модель інтегрованого управління екологічною безпекою морських акваторій Чорного й Азовського морів, що базується на застосуванні 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 глибокого навчання (YOLOv5, U-Net, DeepLabv3+), що дозволяє точно ідентифікувати забруднення, зміни берегової лінії та класифікувати техногенні впливи.

Вперше реалізовано архітектурно-функціональну модель гібридного екологічного моніторингу на основі сучасних інформаційних технологій, включаючи GPU/CPU обчислення, хмарні сервіси та нейромережевий аналіз.

Удосконалено просторово-часову модель екологічного моніторингу Чорного моря, що включає геоінформаційні системи, цифрові інструменти і дані вертикального зондування для автоматизованої візуалізації змін та прогнозування динаміки морських екосистем.

Достовірність наукових результатів забезпечується правильним використанням комплексного інструментарію дослідження, що охоплює методи системного аналізу, математичного програмування, теорії нечітких множин, математичного моделювання та експериментальних досліджень. Висновки роботи логічно випливають із представлених теоретичних положень

та підтверджуються отриманими результатами. Обґрунтованість і логічна узгодженість наукових підходів гарантуються проведенням імітаційного моделювання в умовах, наближених до реальних, що дало змогу перевірити ефективність запропонованих рішень на прикладах морських акваторій Чорного та Азовського морів. Отримані результати є внутрішньо несуперечливими, взаємопов'язаними та підтверджують наукову новизну і практичну значущість дисертаційного дослідження. 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 обґрунтованою, забезпечуючи послідовний перехід від постановки проблеми до її вирішення та отриманих результатів. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг становить 176 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження в контексті пріоритетних напрямів науково-технічної політики України, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет роботи. Висвітлено наукову новизну та практичну значущість результатів, окреслено структуру й логіку дисертаційного дослідження.

Перший розділ присвячено аналізу сучасних інформаційних підходів до екологічного моніторингу морських акваторій, зокрема Чорного моря, в умовах техногенного навантаження, кліматичних змін та збройного впливу.

Акцент зроблено на інтеграції даних ДЗЗ, ГІС, сенсорних мереж, хмарних сервісів та методів штучного інтелекту в єдину цифрову платформу моніторингу. Запропоновано концепцію управління прибережними водами на основі багаторівневого спостереження (фонове, загальне, кризове) з автоматизованим прийняттям рішень. Розроблено модель системи з урахуванням чинної нормативної бази України та особливостей воєнного часу. Гібридна інфраструктура обробки, що поєднує локальні ресурси з хмарними, дозволяє підвищити ефективність оцінки стану акваторій.

У другому розділі проаналізовано технології супутникового моніторингу водного середовища: розглянуто типи платформ, спектральні діапазони (оптичний, інфрачервоний, радарний), що забезпечують контроль незалежно від погодних умов. Використання ШІ та машинного навчання підвищило точність і швидкість обробки зображень на 16%, що сприяє ефективному виявленню змін, автоматичній класифікації об'єктів та створенню карт. Інтеграція з ГІС дозволила формувати прогностичні моделі для прийняття стратегічних рішень у сфері охорони довкілля та реагування на НС.

Третій розділ присвячений застосуванню супутникових знімків, ГІС, ШІ та IoT для моніторингу стану акваторій. Запропоновано методи автоматизованого розпізнавання забруднень за допомогою згорткових нейронних мереж (CNN) і моделей YOLOv5. Розроблено математичну модель дешифрування, яка дозволяє точно і швидко виявляти нафтопродукти, цвітіння фітопланктону, ерозійні процеси тощо. Обґрунтовано використання платформ Sentinel-2, Landsat 8, PlanetScope для моніторингу температури, хлорофілу, каламутності та інших параметрів водного середовища. Система не лише виявляє забруднення, а й прогнозує їх розвиток, що критично важливо для екологічної безпеки.

Четвертий розділ стосується вдосконалення технологій інтегрованого моніторингу Чорного моря. Запропоновано архітектурну модель, яка об'єднує ДЗЗ, ГІС, ШІ, хмарні сервіси. Оптимізація обчислень здійснюється за рахунок GPU/CPU-кластерів, контейнеризації (Docker, Kubernetes) і багатопоточності. У межах тематичного дешифрування реалізовано векторизацію джерел забруднення, побудову карт у ГІС, використано дані з Sentinel, MODIS, Landsat. Застосування нейронних мереж U-Net і DeepLabv3+ дозволяє автоматизовано розпізнавати пляжі, прибережну інфраструктуру та зони ризику. Розроблено програмно-аналітичний комплекс обробки знімків

Азовського моря та створено ГІС-модель природоохоронних і рекреаційних об'єктів. Обґрунтовано доцільність використання комбінованих технологій для створення повноцінної аналітичної платформи моніторингу морських акваторій.

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.

1. Автор якісно аргументував актуальність дослідження в контексті воєнної агресії та екологічної деградації. Водночас, доцільно було б ширше показати, як саме запропонована система може бути інтегрована у державні або міжнародні екосистеми моніторингу (наприклад, «ЕкоЗагроза», EMODnet, HELCOM). Це посилює практичну значущість запропонованих підходів.

2. При аналізі сучасних інформаційних технологій моніторингу бажано було б представити більшу кількість порівняльних прикладів застосування ГІС у морських умовах, у т.ч. для інших морів (Балтійське, Північне, Середземне), що дозволило б краще співвіднести міжнародний досвід із українським контекстом.

3. Третій розділ є ключовим у контексті прикладної реалізації і заслуговує високої оцінки, однак слід було б надати більше прикладів практичних сценаріїв застосування алгоритмів у кризових ситуаціях. Наприклад, наскільки швидко система здатна виявити розливи нафти або руйнування прибережних об'єктів після обстрілів?

4. Автор міг би ширше розглянути потенціал використання розробленої системи для аналізу та картографування руйнувань морської

інфраструктури, спричинених військовими діями. Зокрема, йдеться про автоматизовану побудову тематичних карт змін берегової лінії, знищення природоохоронних об'єктів або поширення забруднень.

5. У тексті дисертації наявні поодинокі випадки стилістичної розмитості або варіативного вживання термінів. З урахуванням складності тематики це не є критичним недоліком, проте усунення подібних неточностей у фінальній редакції покращить загальну академічну якість роботи.

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

Дисертаційна робота Волинця Тараса Васильовича на тему «Інформаційні технології аерокосмічного моніторингу морських акваторій та прибережних зон» є завершеним комплексним науковим дослідженням, виконаним на високому професійному рівні та відповідає сучасним вимогам академічної доброчесності. У роботі обґрунтовано наукові підходи до розробки інноваційної інформаційної системи для екологічного моніторингу морських територій, яка інтегрує супутникові технології, геоінформаційний аналіз, штучний інтелект та безпілотні авіаційні платформи.

Комплекс теоретичних напрацювань та практичних реалізацій, зокрема розроблені моделі, алгоритми, програмні модулі та архітектура інтегрованої системи моніторингу, забезпечує ефективне вирішення актуального науково-прикладного завдання, що має значний внесок у розвиток галузі інформаційних технологій, охорону довкілля та підвищення екологічної безпеки. Отримані результати мають як наукову новизну, так і високу практичну значущість, а сама робота відповідає критеріям, необхідним для присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки». 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:

Старший науковий співробітник
Інституту телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАНУ,
кандидат технічних наук



Владислав ВАСИЛЕНКО

Власноручний підпис кандидата технічних наук Владислава Василенка завіряю:

Начальник відділу кадрів



Олена РАДЧУК



08 серпня 2025 року