

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

завідувача кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки
Національного транспортного університету,
доктора технічних наук, професора **АЛЬ-АММОРИ Алі Нурддиновича**
на дисертацію **ШЕВЧЕНКА Дмитра Віталійовича** на тему:
**«Розроблення інтелектуальної інформаційної технології
для оцінювання стану атмосферного повітря»,**
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»
галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність наукової праці. Робота присвячена вирішенню важливої науково-практичної проблеми – забезпеченню ефективного екологічного моніторингу за допомогою інтелектуальних інформаційних технологій. Актуальність дослідження обумовлена глобальними екологічними викликами, зростанням урбанізації та відсутністю в Україні єдиної сучасної системи збору й обробки екологічних даних. Задача інтеграції розрізнених джерел інформації про стан атмосферного повітря є вкрай своєчасною, оскільки використання сучасних технологій дозволяє отримувати достовірні й оперативні дані.

Системи моніторингу аналізують величезні обсяги даних із різних джерел у реальному часі, що дає змогу забезпечити своєчасне інформування фахівців і прийняття рішень в сфері охорони довкілля. До того ж інтелектуальні технології підвищують обсяг та достовірність інформації про стан довкілля, що є особливо актуальним для моніторингу складних природоохоронних систем. Отже, тема дисертації відповідає найсучаснішим трендам у галузі комп'ютерних наук та екології.

Ступінь обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Дисертацію від інших наукових робіт відрізняє ґрунтовний теоретико-методичний підхід. У ній вперше запропоновано комплексну інформаційну технологію, що інтегрує транзакційну обробку даних (OLTP), багатовимірну аналітику (OLAP) та методи штучного аналізу даних (Data Mining) в єдиній системі моніторингу. Автор обґрунтовано використовує сучасні підходи обробки даних та моделювання, демонструючи їх відповідність актуальним науковим стандартам (зокрема можливостям глибинних алгоритмів аналізу екологічних масивів). Проведені експерименти підтверджують достовірність та надійність отриманих результатів: інтеграція методів Data Mining у розроблену модель суттєво підвищила стабільність і точність оцінювання параметрів якості повітря порівняно з традиційними підходами. Ці фактичні підтвердження збігаються з висновками інших дослідників, що застосування методів Data Mining в екологічному моніторингу суттєво покращує об'єктивність вимірювань. Таким чином, дисертаційні результати логічно впливають із теоретичних положень і підкріплені експериментальною перевіркою.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендацій щодо їх можливого використання. Отримані результати мають помітне науково-практичне значення. Практична система моніторингу, реалізована у дисертації, дозволяє підвищити оперативність реагування на екологічні загрози, забезпечуючи прозорість даних і підтримку управлінських рішень в режимі реального часу. Інтегрований підхід, використаний у роботі, дає можливість визначати перевищення граничнодопустимих концентрацій різних забруднювачів, а також розраховувати інтегральні індекси якості повітря (AQI, CAQI, EAQI) з урахуванням світових практик і національних норм. Наукове значення роботи також

полягає у виявленні закономірностей та побудові нових аналітичних моделей забруднення, що становить інтерес для подальших досліджень. Відтак результати дисертації можуть бути використані для модернізації міських і регіональних систем моніторингу довкілля, підтримки управління екологічною ситуацією та навчання у сфері баз даних і екологічного моніторингу.

Оцінка змісту й завершеності дисертації. Дисертація є цілісною й завершеною. Матеріали дисертації повністю висвітлюють заявлену тему: від постановки проблеми збору й інтеграції різнорідних екологічних даних до побудови аналітичної системи прогнозування та верифікації інформації. Зокрема, у практичній частині створено повноцінну інформаційну систему моніторингу, яка включає модулі збору, очищення, інтеграції та зберігання даних; панелі звітів OLAP та модулі KPI-моніторингу. Ця комплексна реалізація свідчить про глибину проробки задачі і завершеність дослідження. Виконано всебічний аналіз даних, розрахунків інтегральних показників та застосовано алгоритми машинного навчання для кластеризації та класифікації. Таким чином, дисертація містить і теоретичну концепцію, і розробку інструментального забезпечення, що робить її змістово повним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано відповідно до планів науково-дослідницької роботи Національного університету біоресурсів і природокористування за темою «Інформаційна та алгоритмічна підтримка інтелектуальних систем в природоохоронній галузі» (номер державної реєстрації №0124U002754).

Повнота висвітлення результатів в опублікованих працях. Основні результати дисертації опубліковані в авторитетних наукових виданнях та матеріалах конференцій. Автор і співавтори оприлюднили низку статей у міжнародних виданнях і збірниках, які безпосередньо відображають ключові етапи досліджень. Такий комплекс публікацій підтверджує значний науковий внесок і охоплює всі розроблені методи: від регресійного аналізу екологічних даних до побудови мультирівневої моделі даних та прикладних алгоритмів Data Mining. Таким чином, результати дисертації висвітлено повно і системно в публікаціях.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. При аналізі матеріалів дисертації та пов'язаних публікацій не виявлено фактів плагіату чи інших порушень академічної доброчесності. Робота містить власні результати, які належним чином оформлені та ангажовані у дослідницький контекст. Зазначена інформація супроводжується відповідними посиланнями на джерела.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертації. Дисертація в цілому є добре обґрунтованою та завершеною. Водночас окремі положення можуть становити інтерес для наукової дискусії та подальшого розвитку дослідження:

1. У роботі описано підхід до розрахунку інтегральних індексів якості повітря, однак питання впливу методики агрегування на підсумкову інтерпретацію результатів висвітлено стисло. Зокрема, хотілось би побачити, як зміна способу розрахунку (домінуючий забруднювач, інтервали усереднення) може позначатися на управлінських висновках і пріоритетах реагування.

2. В умовах безперервного моніторингу важливим є питання надійності та відмовостійкості системи. Чи передбачено у запропонованій інформаційній технології резервування каналів передачі даних і механізми відновлення після збоїв мережі або сенсорних вузлів?

3. Дисертація описує процеси ETL та очищення даних, однак у реальних умовах можливі пропуски, шум і хибні вимірювання сенсорів. У цьому контексті доцільно порушити питання впровадження адаптивних методів виявлення аномалій, відновлення пропущених значень, а також забезпечення цілісності даних під час передачі з віддалених датчиків.

Які додаткові методи контролю якості даних могли б підвищити надійність результатів системи?

4.3 огляду на практичну спрямованість роботи та потенціал її використання в державному екологічному контролі, становить інтерес питання подальшого впровадження розробленої технології. Які сценарії впровадження Ви вважаєте найбільш доцільними для національних систем моніторингу, і які вимоги важливо врахувати при такій інтеграції?

Зазначені положення мають дискусійний та рекомендаційний характер, не знижують наукової новизни й практичної значущості отриманих результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації. Їх розгляд може слугувати підґрунтям для подальшого вдосконалення запропонованої інформаційної технології та розширення її функціональних можливостей у межах наступних наукових досліджень і практичних впроваджень.

Загальний висновок. Проведене дослідження заслуговує позитивної оцінки. У дисертації відображено важливі наукові результати з розробки інтелектуальної інформаційної технології для моніторингу стану атмосферного повітря, що мають новизну та практичну значущість. Отримані висновки відповідають меті і завданням роботи, методологія обґрунтована, а апробація результатів підтверджена експериментально. Зміст, науковий рівень, актуальність, новизна та практична цінність роботи повністю відповідають вимогам, які висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії (згідно з 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 № 44 від 12 січня 2022 р.).

Здобувач Шевченко Дмитро Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний опонент завідувач кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки Національного транспортного університету, доктор технічних наук, професор Алі АЛЬ-АММОРИ