

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора,
завідувача кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного
університету ПУКАСА Андрія Васильовича на дисертаційну роботу
ФАЙФУРИ Василя Васильовича на тему «Математичне та програмне
забезпечення для моделювання поширення мікропластику в приземному шарі
атмосфери» на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю
121 «Інженерія програмного забезпечення» галузі знань
12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дослідження. Тема дисертаційного дослідження Файфури В. В. є безперечно актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору. Проблема забруднення мікропластиком довкілля, зокрема його поширення, залишається недостатньо вивченою, незважаючи на її стрімке загострення у світовому екологічному дискурсі. Особливо це стосується поширення мікропластику в приземному шарі атмосфери – середовищі, яке є критично важливим для життя людини та функціонування екосистем. На відміну від водного або ґрунтового середовищ, атмосфера залишається найменш дослідженим каналом поширення мікропластичних частинок, особливо у контексті оцінки впливу локальних джерел, таких як полігони твердих побутових відходів, підприємства з переробки пластику та транспортна інфраструктура. Саме на цю прогалину у науковому полі й спрямоване дане дослідження. Воно фокусує увагу не лише на математичному описі процесів поширення, а й на розробці інструментів просторового аналізу та програмної реалізації, що дозволяє інтегрувати результати в інформаційні системи екологічного моніторингу.

Особливої значущості роботі надає поєднання підходів з математичного моделювання, методів оптимізації, аналізу невизначеності та інформаційних технологій. Використання рівняння математичної фізики, адаптивного налаштування параметрів моделі на основі експериментальних вимірювань та інтеграція з джерелами даних у вигляді ГІС дозволяють створити практично

орієнтоване рішення, здатне працювати з малими вибірками даних, що є типовою ситуацією в екологічних вимірюваннях.

Таким чином, дисертаційна робота не лише відповідає актуальним викликам у сфері моніторингу забруднення середовища мікропластиком, а й пропонує нові інструменти для його кількісної оцінки. Її результати мають перспективу використання в наукових дослідженнях, природоохоронній діяльності, а також у системах підтримки прийняття рішень у сфері екологічної безпеки.

Особистий внесок дисертанта в отримані наукові результати. Дисертаційна робота Файфури Василя Васильовича є завершеним науковим дослідженням, що виконане на високому теоретико-методичному рівні й присвячене актуальній проблемі моделювання поширення мікропластику в атмосфері. У роботі розв'язано науково-технічну задачу забезпечення просторового аналізу поширення мікропластику в атмосфері в умовах малих вибірок даних вимірювань шляхом розробки методів просторового аналізу та моделювання забруднення атмосфери мікропластиком з акцентом на основні джерела викидів мікропластику, такі як підприємства з переробки твердих побутових відходів та дорожня інфраструктура. Всі результати дослідження, що виносяться на захист, отримані автором особисто.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі Файфури В. В., є достатньо обґрунтованими та логічно узгодженими з метою й завданнями дослідження. Їх достовірність забезпечується застосуванням сучасного математичного апарату, зокрема методів інтервального аналізу для врахування невизначеності, а також чисельних і оптимізаційних методів для побудови та аналізу моделей. Запропонований здобувачем метод адаптивного налаштування параметрів математичних моделей є коректним і забезпечує гарантовану точність моделювання процесів поширення мікропластику в приземному шарі атмосфери завдяки використанню

комбінованого підходу, що базується на гібридних методах оптимізації та інтервальних оцінках вимірювань концентрації мікропластику в приземному шарі атмосфери.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження. Результати дисертаційного дослідження містять наукову новизну, зокрема слід зауважити наступні пункти:

- вперше розроблено комбінований метод отримання інтервальних оцінок концентрацій мікропластику в точках спостереження, який, на відміну від відомих підходів, поєднує результати польових вимірювань завислих частинок з лабораторними аналізами мікропластику на основі обмежених вибірок. Використання такого підходу є обґрунтованим і дозволило значно скоротити обсяг необхідних вимірювань при побудові й верифікації моделей атмосферного поширення мікропластику;

- вперше запропоновано метод адаптивного налаштування параметрів математичних моделей поширення мікропластику в приземному шарі атмосфери на основі рівняння адвекції-дифузії-реакції. Особливістю методу є використання гібридних оптимізаційних підходів у поєднанні з інтервальними оцінками концентрацій, що забезпечує гарантовану точність моделей;

- набули подальшого розвитку математичні моделі поширення мікропластику в атмосфері, в яких враховано фізичні особливості забруднювача, зумовленого різними типами антропогенних джерел. Це дозволяє підвищити точність моделей і забезпечити їх гарантовані прогностичні властивості;

- набули подальшого розвитку архітектурні рішення побудови інструментального програмного комплексу, що реалізує цикл моделювання поширення мікропластику. Запропоноване поєднання зв'язаних модулів для обробки геопросторових даних та сервісно-орієнтованої структури для підключення обчислювальних компонентів забезпечує масштабованість, розширюваність та ефективність програмного забезпечення реалізації процесів моделювання поширення мікропластику, а також інтеграцію з новими джерелами даних.

Повнота викладу основних положень дисертації в наукових публікаціях. Основні результати дисертаційного дослідження достатньо повно висвітлено у 10 опублікованих наукових працях. Серед них: 3 статті у фахових наукових виданнях, одна з яких індексована в міжнародній наукометричній базі Scopus і віднесена до квартилю Q3 згідно з класифікацією SCImago Journal and Country Rank; 5 публікацій у матеріалах конференцій, з яких 4 – міжнародні, що індексуються наукометричною базою Scopus та є періодичними виданнями, а також 2 статті у наукових журналах України. Видання, в яких опубліковано наукові праці, відповідають профілю спеціальності й дають змогу науковій громадськості та фахівцям у галузі інженерії програмного забезпечення і математичного моделювання ознайомитися з отриманими автором науковими результатами.

Проведений аналіз наукових публікацій здобувача засвідчує їх відповідність змісту дисертаційної роботи та узгодженість із сформульованими у ній науковими положеннями, висновками й результатами.

Оцінка структури дисертації, мови та стилю викладення матеріалу. Дисертаційна робота Файфури В. В. має чітку та логічно побудовану структуру, що відповідає вимогам до кваліфікаційних наукових праць. Робота складається з чотирьох розділів, у яких послідовно викладено етапи дослідження: від аналізу проблеми моніторингу мікропластику в атмосфері (розділ 1), запропонованих методів моделювання та побудови математичних моделей на основі джерел антропогенного походження (розділи 2 і 3), до розробки, реалізації та апробації програмного забезпечення для моделювання процесів поширення (розділ 4). Матеріал подано у зрозумілій стилістично грамотній формі, з дотриманням наукового стилю викладення. Термінологія є сталою та коректною, а використані таблиці, графіки, структурні схеми та рисунки доречно доповнюють текст і сприяють кращому розумінню результатів. Робота справляє враження завершеного, методично вивіреного й ретельно підготовленого наукового дослідження.

Дискусійні положення та зауваження до дисертаційного дослідження.

1. У дисертаційній роботі підкреслюється важливість достовірних вхідних даних для побудови моделей, однак недостатньо розкрито, яким чином автор планує діяти у випадках неповноти, похибок або відсутності таких даних. Доцільно було б окреслити можливі підходи до роботи з нечіткою або фрагментарною інформацією.

2. Побудовані моделі орієнтовані на конкретні типи антропогенних джерел мікропластику, що є обґрунтованим у межах роботи. Проте ефективність таких моделей у складних міських середовищах без явно виражених джерел залишається відкритим питанням. Це потребує чіткого окреслення меж застосовності моделей та потенціалу їх адаптації до нових умов.

3. Представлені результати моделювання подаються в абсолютних кількісних показниках (концентрація / кількість частинок у повітрі). Для посилення прикладної придатності запропонованої системи в екології доцільним було б (за наявності у відкритих джерелах або регламентах) навести або обговорити можливі орієнтовні порогові чи граничні значення (референтні рівні, умовні критерії ризику), що дало б користувачеві інтерпретаційні рамки.

4. У викладі формули (2.3) відсутнє пояснення для члена u (йдеться про горизонтальну складову швидкості потоку, вектор поля швидкості, чи параметр перенесення).

5. У дисертації трапляються незначні мовні недоліки – окремі стилістичні неточності, описки, а також випадки варіативного використання термінів. Зокрема, одне й те саме поняття позначається різними термінами (наприклад: «налаштування», «доналаштування», «калібрування»), що дещо ускладнює сприйняття матеріалу.

Вказані недоліки не впливають на в цілому позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Відсутність порушення академічної доброчесності. У дисертації Файфури В.В. відсутні порушення академічної доброчесності. Використання

ідей, результатів і текстів інших авторів містять посилання на відповідні джерела.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Файфури Василя Васильовича на тему «Математичне та програмне забезпечення для моделювання поширення мікропластику в приземному шарі атмосфери» є оригінальною завершеною науковою працею, у якій отримано нові наукові результати, що мають теоретичну та практичну цінність.

За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною та практичною значущістю отриманих результатів дисертаційна робота «Математичне та програмне забезпечення для моделювання поширення мікропластику в приземному шарі атмосфери» відповідає вимогам «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 12.01.2022 р. № 44, а її автор – Файфура Василь Васильович – заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 – «Інженерія програмного забезпечення» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Рецензент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри комп'ютерних наук,
Західноукраїнського національного
університету



Андрій ПУКАС

Підпис	
Завіряю:	
НАЧАЛЬНИК ЗАГАЛЬНОГО ВІДДІЛУ	