

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Галушак Марії Омелянівни

“Математичне моделювання та просторовий аналіз процесів емісії парникових газів від використання палива у промисловості України і Польщі”,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертаційної роботи. Протягом останніх кількох століть концентрація парникових газів в атмосфері постійно зростає. Багато науковців пов'язують цей процес зі збільшенням енергетичних потреб населення у різних сферах людської діяльності. Саме зростання антропогенних викидів парникових газів є однією з основних причин глобальної зміни клімату, наслідки якої можна спостерігати вже сьогодні.

Промисловий сектор є одним з важливих секторів людської діяльності, та у порівнянні з іншими секторами, має великий потенціал для зменшення емісій парникових газів, особливо в країнах, що розвиваються. Характерною рисою цього сектору є те, що він складається з великого числа джерел емісії, отримання статистичної інформації на рівні окремих заводів чи навіть населених пунктів щодо споживання палива є неможливим, оскільки це є статистичною таємницею або такого обліку не ведеться. При плануванні природоохоронних заходів, спрямуванні інвестицій у цей сектор, модернізації та підвищенні енергоефективності промисловості країни, важливо вміти визначати окремі регіони, для яких ці дії будуть найрезультативнішим, тому питання розроблення математичних моделей і геоінформаційної технології для просторового аналізу емісій парникових газів у промисловому секторі та підвищення роздільної здатності просторових кадастрів вказаних емісій, яким присвячена дисертаційна робота Галушак М. О., є актуальним науковим завданням і має велике науково-практичне значення.

Розроблені у дисертаційній роботі підхід, математичні моделі та геоінформаційна технологія дають змогу будувати просторові кадастри емісій парникових газів у промисловому секторі, аналізувати структуру емісій за парниковими газами та видами палив, а також будувати зручні для сприйняття цифрові карти, що представляють отримані результати інвентаризації. Представлені в дисертаційній роботі дослідження виконані в рамках міжнародних науково-дослідних робіт та планових робіт кафедри прикладної математики Національного університету “Львівська політехніка”, в яких виконавцем була дисертант.

Достовірність одержаних результатів, обґрунтованість наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації забезпечується узгодженням отриманих автором розв'язків з результатами інших дослідників, отриманими в часткових випадках; коректною постановкою задач та їх розв'язанням з використанням відомих у літературі математичних підходів. Крім цього про обґрунтованість і достовірність наукових результатів свідчить їх практичне використання при реалізації ряду міжнародних проектів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше, розроблено математичні моделі процесів емісії парникових газів у видобувній та переробній промисловостях, які, на відміну від відомих, базуються на представленні джерел емісії як точкових так і площинних джерел та принципі дезагрегації статистичних даних до рівня елементарних об'єктів. Такий підхід дає можливість врахувати особливості кожного окремо взятого джерела емісій. Розроблено метод ретроспективного аналізу інвентаризаційних звітів та оцінено точність проведеної інвентаризації на основі переглядів кадастрів емісій парникових газів з часом. Здійснено оцінку невизначеностей отриманих результатів.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Основні результати теоретичних та практичних досліджень, отриманих у дисертаційній роботі, отримані автором у рамках виконання кількох міжнародних грантів, зокрема: гранту 7РП ЄС "Геоінформаційні технології, просторово-часові підходи та оцінювання повного вуглецевого балансу для підвищення точності інвентаризацій парникових газів"); українсько-австрійського проекту "Просторово-часове оцінювання невизначеності кадастрів емісії парникових газів: ретроспективний аналіз для Австрії та України та ефективне прогнозування" (номери держреєстрації 0115U006500 та 0116U005309); українсько-китайського проекту "Просторова інвентаризація парникових газів у житловому секторі китайських та українських регіонів для підтримки прийняття ефективних економіко-адміністративних рішень" номер держреєстрації 0113U001997); держбюджетної теми "Геоінформаційні технології аналізу стоку та емісії парникових газів у лісовому господарстві для підтримки прийняття рішень" (номер держреєстрації 0113U003181).

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати мають вагомому практичну спрямованість і цінність, оскільки дають можливість автоматизувати формування баз геопросторових даних емісій парникових газів у промисловому секторі; враховувати специфіку використовуваних видів палива, їх теплотворні характеристики та коефіцієнти емісії; враховувати специфіку подання національної статистичної звітності; формувати зручні для сприйняття просторові кадастри емісій та аналізувати структуру емісій; аналізувати невизначеність результатів просторової інвентаризації з врахуванням симетричних та несиметричних невизначеностей.

Результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі в Національному університеті "Львівська політехніка", у Природному заповіднику "Розточчя" та в Інституті системного аналізу Польської академії наук, м. Варшава. Акти про використання результатів дисертаційних досліджень наведено в Додатку дисертації.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Результати дисертаційної роботи повністю викладено у чотирьох статтях у наукових фахових виданнях із списку МОН України, одній статті у закордонному періодичному виданні та одній монографії. Основні положення та результати дисертаційного дослідження представлені повною мірою в опублікованих роботах та пройшли широку апробацію на міжнародних наукових конференціях.

Оцінка основного змісту дисертації та її структури. В дисертаційній роботі автором досліджено актуальну тему розроблення математичних моделей та програмних засобів для здійснення просторової інвентаризації парникових газів у промисловому секторі.

У першому розділі здійснено аналіз існуючих підходів для оцінювання емісій парникових газів, розроблених як українськими вченими, так і закордоном. Показано, що відомі методи не завжди враховують просторовий розподіл джерел емісії та регіональні особливості домогосподарств, а тому не можуть бути безпосередньо використані для здійснення інвентаризації парникових газів на рівні достатньо малих ділянок території. Обґрунтовано актуальність розроблення підходів для просторового моделювання емісій у промисловому секторі.

У другому розділі здійснено аналіз та класифікацію основних джерел емісії парникових газів у секторі "Видобувна промисловість". Представлено основний підхід до просторового моделювання емісійних процесів у видобувній промисловості для точкових джерел емісії. На основі цього підходу розроблено математичні моделі емісійних процесів, які враховують регіональну специфіку та територіальне розміщення досліджуваних об'єктів. Ці математичні моделі охоплюють леткі емісії та емісії, які виникають внаслідок видобування палива та використання палива на переробних заводах у видобувній промисловості, залежать від коефіцієнтів емісії та коефіцієнтів глобального потепління. Такі математичні описи процесів емісії парникових газів розроблено для усіх точкових джерел емісії у кожній із аналізованих категорій.

У третьому розділі здійснено аналіз джерел емісії парникових газів від використання викопного палива у промисловому секторі; представлено розроблені підходи до математичного моделювання емісійних процесів у досліджуваному секторі з врахуванням доступних статистичних даних. Оскільки статистичні дані про спалювання викопного палива доступні тільки на

національному рівні, розроблено математичні моделі та алгоритми дезагрегації цих даних до рівня міст чи промислових об'єктів з використанням інших статистичних даних у ролі проксі (непрямих) даних, зокрема даних про валову додану вартість, площі промислових об'єктів/територій, кількості мешканців міст тощо).

У четвертому розділі представлено розроблену геоінформаційну технологію моделювання та просторового аналізу емісій парникових газів, які виникають при видобуванні та переробці різних видів палива, а також під час спалювання палива у промисловості Польщі та України. Введено поняття ретроспективного аналізу інвентаризаційних звітів та обґрунтовано актуальність такого типу аналізу. Оцінено точність проведеної інвентаризації на основі переглядів кадастрів емісій парникових газів з часом. У розділі проаналізовано загальні підходи до аналізу невизначеностей просторового моделювання процесів емісії парникових газів у видобувній та переробній промисловості та обґрунтовано доцільність використання методу Монте-Карло для оцінювання невизначеностей емісій парникових газів. У результаті обчислювальних експериментів отримано значення невизначеності емісій парникових газів для 95 % довірчого інтервалу. Проаналізовано невизначеності результатів просторового моделювання емісій парникових газів у промисловості України та Польщі.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам. За своєю структурою, об'ємом і оформленням дисертація та автореферат цілком відповідають вимогам, встановленим до кандидатських дисертацій. Автореферат за змістом ідентичний основним положенням, що викладені в дисертації, та не містить інформації, яка не відображена в самій роботі. Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень і рекомендацій забезпечує їх адекватне і належне сприйняття.

Особистий внесок автора в отриманні наукових результатів, представлених у роботі. Усі положення, що становлять суть дисертації, були сформульовані та вирішені автором самостійно.

Загальна оцінка роботи. Дисертація та автореферат написані грамотно, послідовно, коректно та мають завершену логічну структуру. Поставлену автором мету досягнуто, сформульовані задачі вирішено, а висновки повністю відображають основний зміст роботи. Зміст дисертаційної роботи відповідає паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи. Згідно із паспортом спеціальності робота відповідає таким напрямом: розроблення або розвиток теорії математичного моделювання реальних явищ, об'єктів, систем чи процесів як сукупності формалізованих дій (операцій) для складання ефективних математичних описів досліджуваних об'єктів.

Недоліки та зауваження до роботи:

1. У першому розділі методи моделювання емісій парникових газів, які виникають внаслідок видобування і переробки різних видів палива та при спалюванні палива у промисловості подані тільки на описовому рівні без висвітлення власне їх специфічних математичних особливостей.

2. Термін невизначеність, на мою думку, вибраний не зовсім вдало, для цього можна використати інший статистичний термін.

3. Процеси емісії парникових газів слід розглядати як випадкові процеси, характеристики яких залежать від часу. В першому наближенні аналіз процесів емісії можна зводити до вивчення елементів їх реалізації, тобто випадкових величин, однак про це в роботі нічого не говориться.

4. Формули (3.3) та (3.4) на стор. 88 в дисертаційній роботі, а також формули (10) та (11) в авторефераті мають надто складний нижній індекс, що ускладнює сприйняття самої формули.

5. З рис. 4.7 на стор. 117 не зрозуміло, яким чином відображено покращення знань про емісійні процеси в діагностичному контексті.

Загальний висновок по роботі. У цілому дисертація Галушак М. О. виконана на високому науковому рівні, містить коректно і повно обґрунтовані математичні підходи до здійснення просторової інвентаризації парникових газів у промисловому секторі. У роботі отримано важливі для практики науково-обґрунтовані результати, які становлять суттєвий внесок у розв'язання завдання побудови математичних моделей для оцінки емісій парникових газів. Перелічені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи в цілому.

За своїм змістом, науковим рівнем, обґрунтованістю висновків та рекомендацій, практичним значенням дисертація відповідає усім вимогам "Порядку присудження наукових ступенів", зокрема п. 11 щодо кандидатських дисертацій. Робота задовольняє усім вимогам МОН України, які ставляться до кандидатських дисертацій, а автор Галушак М. О. за проведені дослідження заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

**Офіційний опонент,
завідувач лабораторії вібродіагностики
Фізико-механічного інституту
ім. Г. В. Карпенка НАН України,
к. т. н., доц., с. н. с.**

Р. М. Юзефович

