

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Західноукраїнського національного університету  
доктору технічних наук, професору  
Саченку Анатолію Олексійовичу

## **РЕЦЕНЗІЯ**

кандидата технічних наук, доцент

Пітуха Ігора Романовича

на дисертаційну роботу

**ТИМЧИШИНА Василя Степановича**

на тему: «Методи та програмні засоби для моделювання забруднення ґрунтів  
шкідливими викидами у вихлопних газах автотранспорту»

на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні  
технології» зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»

**Актуальність теми дослідження.** Останнім часом безупинно зростає кількість транспортних засобів на дорогах України. Водночас, відносна частка електромобілів, щодо загальної кількості транспортних засобів і досі є дуже малою. При цьому інтенсивний дорожній трафік призводить до викидів значних обсягів шкідливих речовин у повітря і їх подальшого накопичення у ґрунті та ґрунтових водах. Що в свою чергу, має, як прямий, так і опосередкований негативний вплив на здоров'я людей. Із одного боку, шкідливі викиди автотранспорту містять діоксид азоту і окисли вуглецю, які безпосередньо потрапляють у повітря, а з іншого боку, ці речовини можуть мігрувати у ґрунтові води через опади та інші атмосферні умови, що може призвести до забруднення водних джерел і впливати на якість питної води.

Забруднення ґрунту та ґрунтових вод може мати серйозний вплив на здоров'я людей. Подальші процеси дифузії діоксиду азоту пов'язані із міграцією у ґрунтові води, перетворенням на азотну кислоту і вимиванням її солей у водойми, спричиняють насичення їх нітратами, які, як відомо, є надзвичайно шкідливими для людини та фауни. Підвищена концентрація цих шкідливих речовин, може призвести до отруєння, різних захворювань та навіть загрози життю. Крім того, забруднення ґрунтів та ґрунтових вод може завдати шкоди

екосистемам, порушити екологічний баланс та знизити якість ґрунтів для сільського господарства.

Зазначене вище засвідчує актуальність обраної теми дисертаційної роботи Тимчишина В. С., коректність визначення предмету та об'єкту, мети та завдань представленого дослідження. Об'єктом дослідження є процеси забруднення ґрунтів шкідливими викидами автотранспорту, а предметом дослідження є методи та програмні засоби для моделювання забруднення ґрунтів шкідливими викидами у вихлопних газах автотранспорту.

**Особистий внесок дисертанта в отримані наукові результати.** Дисертація Тимчишина В.С. є завершеною науковою працею, виконаною особисто на високому теоретико-методичному рівні, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують завдання підвищення ефективності та спрощення процедур моделювання процесів забруднення ґрунтів внаслідок шкідливих викидів автотранспорту.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.** На підставі аналізу змісту дисертації можна зробити висновок, що наукові положення, сформульовані автором у результаті виконаних досліджень, є достатньо обґрунтованими, оскільки базуються на теорії систем, на теорії математичного моделювання, на оптимізаційних та на чисельних методах, на методах інтервального аналізу даних, на коректному використанні експериментів для підтвердження та інтерпретації результатів. Вірогідність висновків та рекомендацій дослідження забезпечено завдяки коректному застосуванню математичного апарату, адекватності побудованих математичних моделей, несуперечністю з досягнутим рівнем знань в цій галузі, кваліфікованій програмній реалізації, детальному аналізу та практичному впровадженню результатів дисертаційної роботи.

**Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження.** Результати дисертаційного дослідження містять елементи наукової новизни, серед яких варто виокремити наступні:



- уперше запропоновано та обґрунтовано метод математичного моделювання процесів забруднення ґрунтів шкідливими викидами вихлопних газів автотранспорту, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на диференціальних рівняннях в частинних похідних із початковими умовами, заданими за результатами вимірювань концентрацій забруднюючих речовин у газоподібному стані на поверхні ґрунтів, що у сукупності забезпечило спрощення процесів моделювання забруднення ґрунтів;

- уперше розроблено архітектуру програмної системи для моделювання процесів забруднення ґрунтів шкідливими викидами вихлопних газів автотранспорту, яка, на відміну від існуючих, інтегрує програмне забезпечення інформаційно-вимірювального комплексу та засоби відображення поточної ситуації щодо забруднення ґрунтів, що у сукупності забезпечило спрощення процесів моделювання забруднення ґрунтів.

Набули подальшого розвитку:

- програмно-технічні комплекси та технології для моніторингу забруднення ґрунтів, які, на відміну від існуючих, забезпечують опосередковану оцінку концентрацій забруднюючих речовин у ґрунтах за результатами вимірювань концентрацій газоподібних шкідливих речовин на поверхні ґрунтів, що забезпечує зниження вартості процесів контролю забруднення ґрунтів;

- математичні моделі розподілу концентрації сполук азотної кислоти та супутніх солей у ґрунтах у вигляді диференціальних рівнянь з розподіленими параметрами за початкових умов, визначених за результатами вимірювань концентрацій діоксиду азоту у вихлопних газах автотранспорту.

**Повнота опублікування основних положень дисертації.** Основні результати дисертаційного дослідження достатньо повно викладено в 12 опублікованих наукових працях, з них: 4 статті у наукових фахових виданнях та 8 публікацій у матеріалах конференцій. Наявні публікації автора достатньо відображають зміст усіх розділів дисертаційної роботи. Видання, в яких опубліковано наукові праці, відповідають профілю спеціальності й дають змогу науковій громадськості та фахівцям у галузі інженерії програмного забезпечення

та математичного моделювання ознайомитися з отриманими автором науковими результатами.

**Теоретична та практична значущість отриманих результатів дослідження.**

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні програмної системи для моделювання забруднення ґрунтів шкідливими викидами у вихлопних газах автотранспорту. Архітектура програмного забезпечення включає необхідні модулі для введення початкових умов моделювання, виконання обчислень, візуалізації результатів та можливості внесення коректив в математичні моделі.

Теоретичні та прикладні результати дисертаційної роботи використано:

- у державній установі «Тернопільський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» при удосконаленні системи контролю та моніторингу ґрунтів та ґрунтових вод у Тернопільській області (акт про впровадження результатів дисертаційної роботи від 23 серпня 2023 р);
- в НДЧ ЗУНУ при виконанні держбюджетних прикладних досліджень на тему:
  - «Математичне та програмне забезпечення для ідентифікації та моніторингу особливо небезпечних джерел забруднення ґрунту та ґрунтових вод» (державний реєстраційний номер 0120U102040);
  - Методи, засоби та інформаційна технологія ідентифікації джерел забруднень приземистого шару атмосфери на основі їх математичних моделей» (державний реєстраційний номер 0120U100880);
  - «Розробка методів та алгоритмів захищеного зберігання даних» (державний реєстраційний номер 0121U114705).
  - «Онлайн система «Терногаз»» (державний реєстраційний номер 0119U102841, замовник – ТзОВ «Терногаз»).

(акт про використання результатів дисертаційної роботи від 5 вересня 2023 р.);



- в ІТ компанії «Forte Group», при розробці програмно-технічних комплексів, які інтегрують апаратні та програмні компоненти реалізовані в різнорідних середовищах, (акт про впровадження результатів дисертаційної роботи від 10 травня 2023 р);

- в освітньому процесі Західноукраїнського національного університету на кафедрі комп'ютерних наук при викладанні дисциплін: «Конструювання програмного забезпечення», «Якість програмного забезпечення та тестування», «Архітектура та проектування програмного забезпечення (акт про впровадження в навчальний процес від 7 вересня 2023 р.)

#### **Оцінка структури дисертації, мови та стилю викладення матеріалу.**

Дисертаційна робота Тимчишина В. С. беззаперечно заслуговує позитивної оцінки з огляду на її логічну структуру та викладені у ній теоретичні положення, прикладні розробки. Текст роботи повністю відповідає меті та сформульованим завданням дослідження. Робота викладена у логічній послідовності та оформлена відповідно до чинних вимог.

#### **Дискусійні положення та зауваження до дисертаційного дослідження.**

1. У роботі часто вживається поняття «поточна структура  $S_j$ », але ніде не зазначено, який зміст закладено саме у поняття поточної структури моделі.
2. У блок-схемах із рис. 2.7-2.10 частково відсутні стрілки, що ускладнює розуміння послідовності їх виконання.
3. Із тексту роботи не зовсім зрозуміло, яким чином під час «побудови моделі прогнозування динаміки концентрацій діоксиду азоту в точці» (Рис. 3.15) використовується «Сховище моделей та умов моделювання» та що саме знаходиться у цьому сховищі і яким чином воно туди потрапляє.
4. У роботі зустрічаються мовні недоліки:
  - зустрічаються некоректні конструкції-русизми: «виходячи із», «розподілення по висоті», «мова йде», «разом з тим» та ін.;

- зловживання сполучником «із»: «пов'язані із», «в порівнянні із», «лінії із» та ін.

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

**Загальний висновок.** Дисертаційна робота «Методи та програмні засоби для моделювання забруднення ґрунтів шкідливими викидами у вихлопних газах автотранспорту» є оригінальною завершеною науково-дослідною 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 «Методи та програмні засоби для моделювання забруднення ґрунтів шкідливими викидами у вихлопних газах автотранспорту» відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор – Тимчишин Василь Степанович – заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 121 – «Інженерія програмного забезпечення».

**Рецензент:**

Кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри спеціалізованих  
комп'ютерних систем ЗУНУ

Ігор ПІТУХ

