Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005228

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-09-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ковтун Артем Дмитрович
2. Artem D. Kovtun

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 113

Назва наукової спеціальності: Прикладна математика

Галузь / галузі знань: математика та статистика

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна математика

Дата захисту: 11-09-2026

Спеціальність за освітою: Математика

Місце роботи здобувача: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16588

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 27.35.45, 27.35.46, 27.35.46

Тема дисертації:

1. Математичне моделювання забруднення навколишнього середовища з використанням інтерлінації функцій

2. Mathematical Modeling of Environmental Pollution Using Function Interlination

Реферат/анотація:

1. Метою дисертаційної роботи є розробка та обґрунтування математичних моделей і чисельних методів їх аналізу при дослідженні процесів поширення забруднювачів у повітряному середовищі та реконструкції просторових полів за-бруднення ґрунту за неповними даними спостережень. Об'єктом дослідження є процеси формування, перенесення та просторового розподілу забруднювальних речовин у повітряному середовищі та ґрунті. Предметом дослідження є математичні моделі дифузійно-реакційного та конвективно-дифузійно-реакційного перенесення забруднювачів з локалізованими джерелами, чисельні методи їх аналізу, моделі та методи реконструкції просторових полів забруднення ґрунту. У дисертаційній роботі розглянуто задачі математичного моделювання забруднення навколишнього середовища та реконструкції просторових полів екологічних характеристик за неповними даними спостережень. Дослідження поєднує два взаємопов'язані напрями. Перший напрям присвячений побудові й дослідженню математичної моделі поширення газоподібних забруднювачів у повітряному середовищі від локалізованих

трубчастих джерел. Другий напрям стосується відновлення просторових полів забруднення ґрунту за дискретними вимірюваннями із застосуванням методів інтерлінації та узагальненої інтерполяції. У першій частині роботи побудовано систему рівнянь для опису перене-сення двох компонентів забруднення в атмосферному середовищі. Як модельні компоненти розглянуто вуглекислий газ (перша компонента) та триоксид сірки (друга компонента). Вихідна постановка враховує дифузійне перенесення, можливий конвективний внесок, реакційно-кінетичні перетворення між компонентами, а також точкові джерела викидів, що моделюються за допомогою дельта-функцій Дірака. Для опису обміну із зовнішнім середовищем використовуються крайові умови Робіна. Показано, що повна конвективно-дифузійно-реакційна модель у загальному випадку несамоспряженою, тому для побудови варіаційної постановки та використання принципу Рітца доцільно переходити до редукованої дифузійно-реакційної схеми, у якій домінує дифузійний механізм перенесення. На основі концепції локального потенціалу Гланс-дорфа-Пригожина сформульовано редукований функціонал дифузійно-реакційної задачі. Для чисельного розв'язання застосовано метод скінченних елементів у одномірній постановці з кусково-лінійними базисними функціями. Побудовано двоступеневу обчислювальну схему. На першому етапі визначається друга компонента, для якої виникає нелінійна дифузійно-реакційна задача; її розв'язання здійснюється модифікованим методом Ньютона з регуляризацією, демпфуванням і контролем збіжності. На другому етапі, після знаходження профілю другої компоненти, розв'язується лінійна скінченно-елементна система для першої компоненти, де вплив другої компоненти враховується через зв'язувальний реакційний член. Така схема дозволяє узгодити фізичну модель з варіаційною постановкою і водночас спростити чисельну реалізацію. Окрему увагу приділено постобробці скінченно-елементного розв'язку. Для відновлення вузлових значень похідних концентрацій та побудови дифузійних потоків використано середньоквадратичну проєкцію похідної у той самий скінченно-елементний простір. Це дало змогу побудувати допоміжну лінійну систему для вузлових похідних та обчислити вузлові значення потоків для кожної компоненти. Запропонований підхід узгоджується з основною схемою методу скінченних елементів і є зручним для подальшого аналізу, візуалізації та застосування в оптимізаційних процедурах. Другий напрям дослідження пов'язаний із реконструкцією просторових полів забруднення ґрунту за дискретними даними спостережень. У роботі використано апарат інтерлінації функцій багатьох змінних, який дозволяє відновлювати невідомі функції за їх значеннями на системах точок, ліній або профілів. Такий підхід є особливо важливим в екологічних задачах, оскільки реальні моніторингові дані, як правило, є неповними, нерегулярно розміщеними та не покривають усю досліджувану область. Тому задача полягає у побудові наближеного просторового поля, яке узгоджується з експериментальними даними та зберігає основні риси просторового розподілу забруднення. Як приклад досліджено реконструкцію тривимірних полів концентрацій важких металів у ґрунті. Розглянуто концентрації важких та потенційно токсичних металів або металоїдів, які характеризують техногенне навантаження на ґрунтове середовище. Для побудови наближених полів застосовано інтерлінаційні оператори, узагальнені інтерполяційні схеми та метод Шепарда для випадку нерегулярно розміщених точок спостереження. Проаналізовано можливості використання різних схем відновлення в залежності від структури вхідних даних. Побудовані тривимірні поверхні, контурні карти та просторові профілі концентрацій дозволили виявити локальні зони підвищеного забруднення, оці-нити характер просторової неоднорідності й порівняти результати різних підходів до реконструкції.

2. The aim of the dissertation is to develop and substantiate mathematical models and numerical methods for their analysis in studying the processes of pollutant dispersion in the air environment and reconstructing spatial fields of soil contamination from incomplete observational data. The object of the study is the processes of formation, transport, and spatial distribution of pollutants in the air environment and soil. The subject of the study includes mathematical models of diffusion-reaction and convection-diffusion-reaction transport of pollutants with localized sources, numerical methods for their analysis, as well as models and methods for reconstructing spatial fields of soil contamination. The dissertation addresses problems of mathematical modeling of environmental pollution and reconstruction of spatial fields of ecological characteristics from in-complete observational data. The research combines two interrelated directions. The first direction is devoted to the construction and analysis

of a mathematical model of gaseous pollutant dispersion in the air from localized tubular sources. The second direction concerns the reconstruction of spatial fields of soil contamination from discrete measurements using interlineation methods and generalized interpolation. In the first part of the work, a system of equations is constructed to describe the transport of two pollutant components in the atmosphere. Carbon dioxide (the first component) and sulfur trioxide (the second component) are considered as model sub-stances. The formulation accounts for diffusion transport, a possible convective contribution, reaction-kinetic transformations between components, and point emission sources modeled by Dirac delta functions. Robin boundary conditions are used to de-scribe exchange with the external environment. It is shown that the full convection-diffusion-reaction model is generally non-self-adjoint; therefore, for constructing a variational formulation and applying the Ritz method, it is reasonable to consider a reduced diffusion-reaction scheme in which the diffusion mechanism dominates. Based on the Glansdorff-Prigogine local potential concept, a reduced functional for the diffusion-reaction problem is formulated. For numerical solution, the finite element method is applied in a one-dimensional setting with piecewise linear basis functions. A two-stage computational scheme is developed. At the first stage, the second component is determined by solving a nonlinear diffusion-reaction problem using a modified Newton method with regularization, damping, and convergence control. At the second stage, after obtaining the profile of the second component, a linear finite element system is solved for the first component, where the influence of the second component is incorporated through a coupling reaction term. This scheme en-sures consistency between the physical model and the variational formulation while simplifying numerical implementation. Special attention is paid to post-processing of the finite element solution. To recover nodal values of concentration derivatives and construct diffusion fluxes, a least-squares projection of the derivative onto the same finite element space is used. This leads to an auxiliary linear system for nodal derivatives and enables computation of nodal flux values for each component. The proposed approach is consistent with the main finite element scheme and is convenient for further analysis, visualization, and application in optimization procedures. The second research direction is related to reconstructing spatial fields of soil contamination from discrete observational data. The work employs the theory of inter-lineation of multivariate functions, which allows reconstructing unknown functions from their values on sets of points, lines, or profiles. This approach is particularly important in environmental problems, as real monitoring data are usually incomplete, irregularly distributed, and do not cover the entire domain. Therefore, the problem consists in constructing an approximate spatial field consistent with experimental data while preserving the main features of pollutant distribution. As an example, reconstruction of three-dimensional fields of heavy metal concentrations in soil is investigated. Concentrations of heavy and potentially toxic metals or metalloids characterizing anthropogenic impact on soil are considered. Interlineation operators, generalized interpolation schemes, and Shepard's method for irregularly distributed observation points are used to construct approximate fields. The capabilities of different reconstruction schemes depending on the structure of input data are analyzed. Constructed three-dimensional surfaces, contour maps, and spatial profiles of concentrations allow identifying local zones of increased pollution, assessing spatial heterogeneity, and comparing different reconstruction approaches.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. Першина Ю. І., Ковтун А. Д. Математичне моделювання розподілу за-бруднюючих речовин у повітрі від промислового забруднення. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. 2025. Вип. 27. С. 53–68. DOI: 10.32626/2308-5878.2025-27.53-68
- . Kovtun A., Pershyna I., Mezhuev V. Mathematical Model of the Process of Air Pollutant Distribution for Multiple Point Sources of Industrial Pollution. Interna-tional Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) – 2025. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 1592. Springer, Cham, 2025. P. 409–420. DOI: 10.1007/978-3-032-02508-1_35
- 3. Pershyna I., Ptashny O., Kovtun A. Restoration of the Internal Structure of Three Dimensional Discontinuous Objects Using Discontinuous Constructions. 3rd International Conference on Smart Technologies in Urban Engineering – 2024. Lec-ture Notes in Networks and Systems. Vol. 1658. Springer, Cham, 2026. P. 279–287. DOI: 10.1007/978-3-032-06829-3_25

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Першина Юлія Ігорівна

2. Iuliia I. Pershyna

Кваліфікація: д.т.н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4719-8195

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сидорук Володимир Антонович

2. Volodymyr A. Sydoruk

Кваліфікація: к.т.н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0210-6020

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417176

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, Київ, 03187, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бомба Андрій Ярославович

2. Andrii Bomba

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5528-4192

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7003388832; https://scholar.google.com/citations?user=rH7QKLwAAAAJ&hl=uk

Повне найменування юридичної особи: Національний університет водного господарства та природокористування

Код за ЄДРПОУ: 02071116

Місцезнаходження: вул. Соборна, Рівне, Рівненський р-н., 33028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Славік Олексій Валерійович

2. Oleksii V. Slavik

Кваліфікація: к.т.н.

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0007-3944-9082

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ламтюгова Світлана Миколаївна
2. Svitlana Lamtyugova

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Сидоров Максим Вікторович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Сидоров Максим Вікторович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Іванова Олена Олександрівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна