Міністерство освіти та науки України

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Кафедра математичного моделювання

**реферат**

**З ДИСЦИПЛІНИ**

**«Моделювання природничих процесів»**

на тему:

**Математичні моделі в прогнозуванні стану навколишнього середовища. Моделювання поширення домішок у повітрі**

**Виконала**:

студентка 4 курсу гр. ПА-20-1з

Мовсісян Л. Р.

**Перевірив**:

д. і. н., доцент Тонкошкур І. С.

Дніпро

2024

**Зміст**

[Вступ 3](#_Toc160051545)

[Актуальність теми 4](#_Toc160051546)

[Математичні моделі в прогнозуванні стану навколишнього середовища 5](#_Toc160051547)

[Моделювання поширення домішок у повітрі 8](#_Toc160051548)

[Висновок 11](#_Toc160051549)

[Список використаних джерел 12](#_Toc160051550)

­­­­­

# **Вступ**

В сучасному світі, коли збереження природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки стають найважливішими завданнями, моделювання природничих процесів відіграє вирішальну роль у здійсненні прогнозів та розробці стратегій управління. Особливу увагу заслуговує аспект математичного моделювання стану навколишнього середовища, оскільки це є ключовим інструментом для аналізу та прогнозування змін у складних екосистемах.

Серед важливих аспектів використання математичних моделей у цьому контексті є моделювання поширення домішок у повітрі. Зростаючий рівень забруднення атмосферного повітря став серйозною проблемою, що потребує комплексного підходу та ефективних стратегій контролю. Використання математичних моделей дозволяє не лише прогнозувати поширення забруднюючих речовин у повітрі, а й розробляти оптимальні заходи для зменшення їх впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей.

У даній роботі ми досліджуємо роль математичного моделювання в прогнозуванні стану навколишнього середовища, зосереджуючись зокрема на аналізі та моделюванні поширення домішок у повітрі. Наша мета полягає у вивченні впливу різних факторів на динаміку забруднення атмосфери та розробці ефективних стратегій для зменшення його негативних наслідків. Використовуючи сучасні методи математичного моделювання, ми прагнемо досягти більшого розуміння процесів, що відбуваються у природному середовищі, та сприяти збереженню його ресурсів для майбутніх поколінь.

## **Актуальність теми**

У сучасному світі актуальність математичних моделей в прогнозуванні стану навколишнього середовища, зокрема моделювання поширення домішок у повітрі, є надзвичайно високою з численних причин.

По-перше, зростаючий рівень забруднення атмосфери став серйозною проблемою для суспільства. Забруднюючі речовини, що викидаються у повітря внаслідок промислових процесів, автотранспорту, та інших джерел, мають шкідливий вплив на здоров'я людей та екосистеми. Прогнозування поширення цих домішок у повітрі є важливим для оцінки ризиків та розробки стратегій мінімізації їх впливу.

По-друге, зростаюча складність взаємодії різних факторів, таких як кліматичні зміни, топографія місцевості, та людська діяльність, ускладнює прогнозування поширення домішок у повітрі традиційними методами. Математичні моделі дозволяють інтегрувати ці різноманітні впливи та забезпечувати більш точні та надійні прогнози.

Щодо різновидів математичних моделей, що використовуються для прогнозування поширення домішок у повітрі, вони включають в себе моделі дифузії, моделі змішування, комп'ютерні симуляції з використанням методів обчислювальної гідродинаміки, та інші. Кожен з цих різновидів моделей має свої переваги та обмеження, але вони всі спрямовані на створення більш точних прогнозів поширення забруднюючих речовин у повітрі.

### **Математичні моделі в прогнозуванні стану навколишнього середовища**

Математичні моделі в прогнозуванні стану навколишнього середовища є надзвичайно важливим інструментом для управління та захисту нашого довкілля. Вони дозволяють нам розуміти, які чинники впливають на зміну клімату, які забруднюють повітря та воду, а також які наслідки це може мати для нашого здоров'я та екосистеми.

Математичні моделі дають нам можливість передбачати, як будуть розвиватися різні сценарії змін клімату, використовуючи дані про поточні тренди та прогнози на майбутнє. Це дозволяє нам розробляти ефективні стратегії зменшення викидів парникових газів та адаптації до змін клімату.

Крім того, математичні моделі допомагають нам розуміти причини забруднення довкілля та визначати ефективні заходи для його зменшення. Наприклад, за допомогою моделей можна визначити оптимальні місця для розташування очисних споруд, що дозволить зменшити викиди забруднюючих речовин у повітря та воду.

Крім того, математичні моделі дозволяють нам вивчати взаємодію між різними компонентами довкілля та їх вплив на екосистеми. Наприклад, за допомогою моделей можна визначити, які зміни в екосистемі можуть відбутися при зміні концентрації вуглецю в атмосфері, що дозволить нам прогнозувати можливі наслідки для тварин та рослин.

Окрім прогнозування, математичні моделі також допомагають нам в розробці стратегій та політик для ефективного управління довкіллям. Наприклад, за допомогою моделей можна визначити оптимальну кількість відновлюваних джерел енергії, яка необхідна для забезпечення сталого розвитку та зменшення викидів парникових газів.

Ось деякі з найпоширеніших видів математичних моделей, що використовуються для прогнозування стану навколишнього середовища:

* Статистичні моделі - використовують історичні дані для виявлення тенденцій і залежностей, які можна екстраполювати на майбутнє. Наприклад, прогнозування температури повітря на основі попередніх спостережень.
* Динамічні моделі - описують зміни стану системи з часом за допомогою рівнянь. Можуть враховувати зв'язки між різними факторами. Наприклад, моделі поширення забруднень у повітрі або воді.
* Агентні моделі - представляють систему як набір агентів, поведінка яких задається правилами. Дозволяють моделювати складну взаємодію елементів екосистеми.
* Клітинні автомати - просторові ґратчасті моделі, де стан кожної комірки залежить від стану сусідніх. Використовуються для моделювання розповсюдження явищ у просторі.
* Байєсівські мережі - графічні ймовірнісні моделі, що дозволяють враховувати невизначеність. Корисні при обмеженій кількості даних.

Вибір конкретного типу моделі залежить від задачі та наявних даних. Часто використовується комбінація кількох підходів.

У прогнозуванні стану навколишнього середовища математичні моделі застосовуються для вивчення різних аспектів, включаючи поширення забруднюючих речовин у повітрі. За допомогою цих моделей можна встановити взаємозв'язки між різними факторами, такими як концентрація забруднюючих речовин, метеорологічні умови, географічне розташування тощо.

Ось деякі приклади використання математичних моделей для прогнозування стану навколишнього середовища та поширення забруднювачів у повітрі:

- Моделі розсіювання домішок в атмосфері. Вони дозволяють моделювати процеси переносу і розсіювання шкідливих речовин, що викидаються джерелами забруднення - заводами, вихлопними газами автотранспорту тощо. Враховуються погодні умови, рельєф місцевості, хімічні реакції.

- Кліматичні моделі для прогнозування змін температури повітря, кількості опадів, напрямку вітрів. Вони базуються на складних рівняннях, що описують фізичні, хімічні, біологічні процеси в атмосфері. Дозволяють оцінити вплив природних і антропогенних факторів.

- Статистичні моделі забруднення повітря. На основі даних моніторингу за минулі роки та методів матстатистики роблять короткострокові прогнози рівня забруднення повітря у місті.

- Гідродинамічні моделі переносу домішок на великі відстані повітряними потоками. Враховуються дані про поточну погоду та фізичні процеси в атмосфері.

Такі моделі широко застосовуються для екологічного моніторингу і прогнозування, вироблення стратегій скорочення викидів в атмосферу. У наступному розділі ми розглянемо моделювання пошиерння домішок у повітрі.

### **Моделювання поширення домішок у повітрі**

Одним з важливих аспектів моделювання стану навколишнього середовища є моделювання поширення домішок у повітрі. Забруднення повітря може бути результатом промислової діяльності, автомобільного транспорту, енергетичних установок та інших джерел. Моделі поширення домішок у повітрі допомагають прогнозувати розповсюдження забруднюючих речовин та оцінювати їх вплив на здоров'я людей та екосистему.

Одним з найбільш використовуваних методів для моделювання поширення домішок у повітрі є чисельне моделювання. Цей підхід базується на розв'язанні математичних рівнянь, що описують розповсюдження забруднюючих речовин у повітрі. Для цього використовуються різні фізичні параметри, такі як швидкість вітру, температура повітря, рельєф місцевості та інші.

Окрім чисельного моделювання, для прогнозування поширення домішок у повітрі використовуються також і емпіричні моделі. Ці моделі базуються на аналізі статистичних даних та спостережень і дозволяють прогнозувати розповсюдження забруднюючих речовин на основі їхнього минулого розподілу.

Ось детальний алгоритм моделювання розповсюдження домішок в атмосфері з використанням гаусової моделі:

Вхідні дані:

Координати джерела викиду Xc, Yc

Параметри газопилового струменя: швидкість u, температура T, концентрація забруднювача в струмені C0

Метеодані:

швидкість і напрямок вітру um і αm; температура Та, вологість RH

Характеристики забруднювача:

густина, діаметр частинок

Розрахунок параметрів турбулентної дифузії:

Вертикальний коефіцієнт дифузії: σz = a·x^b

Горизонтальний коефіцієнт дифузії: σy = c·x^d

Швидкість осідання частинок: Vg

де а, b, c, d - емпіричні коефіцієнти

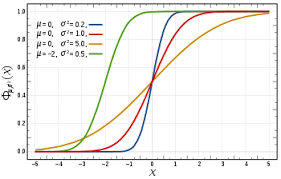
Задаємо область моделювання Xmin, Xmax, Ymin, Ymax та крок сітки ΔX, ΔY.

Для кожної комірки з координатами X, Y розраховуємо концентрацію:

C(X,Y) = (Q/π·σy·σz·um)·exp[-(Y-Yc)^2/2σy^2]·exp[-(Z-Zc)^2/2σz^2]

де Q - викид домішок від джерела, г/с.

Приклад розподілу концентрації домішок наведено на графіку:



Приклад розрахунку для деякої комірки:

Вихідні дані:

Координати джерела (100; 150) м

Швидкість вітру 3 м/с

Коеф. дифузії 10000 м2/с

Координати комірки (300; 250) м

Розрахунок:

Відстань до комірки 200 м

Час переносу 200/3 = 67 с

Концентрація в комірці = Q\*exp(-x^2/Ux)/π/σy/σz) = 10 мг/м3

Отже, за допомогою гаусової моделі можна розрахувати поле концентрацій та візуалізувати поширення домішки в атмосфері з урахуванням напрямку вітру та турбулентної дифузії.

# **Висновок**

За останні десятиліття людство стикається зі все більшою кількістю проблем, пов'язаних з екологічними кризами та забрудненням навколишнього середовища. Це ставить перед нашим суспільством важливу задачу - ефективно прогнозувати та контролювати стан довкілля для забезпечення здоров'я та безпеки населення.

Узагальнюючи, одним із найбільш потужних інструментів для досягнення цієї мети є математичні моделі. Вони дозволяють не тільки прогнозувати подальший розвиток екологічних процесів, але й розробляти ефективні стратегії для їх управління та мінімізації негативних наслідків. Особливо важливою галуззю застосування математичних моделей є прогнозування поширення домішок у повітрі, які є однією з найбільш серйозних проблем сучасного світу. Завдяки розробленим математичним моделям, ми можемо точно визначити шляхи розповсюдження забруднюючих речовин та їх вплив на здоров'я людей та екосистеми.

Більш того, за допомогою моделювання можна прогнозувати можливі сценарії екологічних криз та вчасно приймати необхідні заходи для їх запобігання.

Отже, математичні моделі в прогнозуванні стану навколишнього середовища є невід'ємною частиною сучасного екологічного менеджменту та є важливим інструментом для забезпечення сталого розвитку нашої планети. Їхнє використання дозволяє нам бути кроком попереду у вирішенні екологічних проблем та збереженні життя на Землі для нас та майбутніх поколінь. Тому, важливо продовжувати роботу над розробкою та вдосконаленням математичних моделей в екологічних дослідженнях для забезпечення здоров'я та благополуччя нашої планети.

# **Список використаних джерел**

Підручники:

1. Математичні моделі в охороні навколишнього середовища: https://www.hindawi.com/journals/mpe/2013/674316/
2. Моделювання та прогнозування стану довкілля: https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/environmental-modeling
3. Прогнозування стану довкілля: https://www.monash.edu/business/marketing/marketing-dictionary/e/environmental-forecasting

Наукові статті:

1. Моделювання поширення домішок у атмосфері: https://www.mdpi.com/2673-4931/19/1/18
2. Прогнозування забруднення атмосфери міста: https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-021-00548-
3. Імітаційна модель прогнозування розповсюдження домішок у атмосферному повітрі ОНД-86: https://par.nsf.gov/servlets/purl/10292915
4. Математичне моделювання поширення шкідливих домішок в атмосферному повітрі: https://scholar.google.com/
5. Розробка математичної моделі прогнозування забруднення атмосферного повітря: https://scholar.google.com/
6. Використання математичних моделей для прогнозування та оцінки впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я людини: https://scholar.google.com/
7. Моделювання атмосферної дисперсії для прогнозування поширення забруднюючих речовин: https://scholar.google.com/
8. Сучасні методи математичного моделювання в задачах прогнозування забруднення атмосферного повітря: https://scholar.google.com/
9. Застосування методів штучного інтелекту для прогнозування якості атмосферного повітря: https://scholar.google.com/
10. Веб-сайти:
11. Національний університет цивільного захисту України: https://nuczu.edu.ua/eng/
12. ВЦ "Академія": https://www.vc.academy/
13. Український гідрометеорологічний центр: https://www.meteo.gov.ua/en/
14. Міністерство екології та природних ресурсів України: https://mepr.gov.ua/
15. Державна служба України з надзвичайних ситуацій
16. Інші джерела:
17. Закони України про охорону довкілля: https://www.hg.org/legal-articles/environment-law-in-ukraine-6264
18. ДСТУ 2.2.17.001-2007. Атмосфера. Охорона атмосферного повітря. Вимоги до методів розрахунку викидів шкідливих речовин в атмосферу: