

УДК 514.18

**ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЛЬНОГО
ЗАБРУДНЕННЯ ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ
АВТОТРАНСПОРТНИХ МАГІСТРАЛЕЙ ІЗ
ВИКОРИСТАННЯМ ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО
МЕТОДУ**

Холковський Ю.Р., к.т.н.

Національний авіаційний університет (м. Київ, Україна)

У роботі розглядаються питання розробки раціональних методів моделювання багатопараметричних систем та середовищ із урахуванням сукупності певних компонентів різного роду локальних забруднень, що є досить важливою інженерною та соціальною задачею. Також важливе значення має прогнозування локальних, регіональних та інших забруднень атмосферного повітря і, зокрема, прилеглих територій автотранспортних магістралей щодо вироблення управлінських рішень в сфері охорони навколишнього повітряного середовища. Суттєве збільшення з кожним роком транспортних потоків приводить до відповідного збільшення забруднення атмосферного повітря прилеглих територій та довкілля в цілому.

У даному дослідженні питання розробки ефективних методів моделювання багатопараметричних систем та середовищ пропонується здійснити на основі використання дискретно-інтерполяційного методу, розробленого автором. Оригінальність даного методу полягає в трактуванні вузлів інтерполяції не як точок, а як більш складних об'єктів, які представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей і параметрів за певною інтерполяційною схемою.

Маючи результати моніторингу щодо вимірювання, наприклад, рівня концентрації певного компонента середовища, можна на основі дискретно-інтерполяційного методу з використанням вузлових дискретно-інтерполяційних матриць отримати геометричну модель його розподілення або ж розсіювання.

Дискретно-інтерполяційний метод має велику варіативність і дозволяє включати в однопараметричну множину об'єкти, що мають різну структуру і властивості, які практично неможливо поєднати у континуальній моделі. Це дає можливість моделювати просторові поля забруднення придорожніх територій, враховувати структурність та певну анізотропність компонентів забруднення, як складових багатопараметричних середовищ.

Ключові слова: інтерполяція, однопараметрична множина, вузол інтерполяції, дискретно-інтерполяційний метод, моделювання придорожного повітряного простору.

Постановка проблеми. Геометричне моделювання складних багатопараметричних систем та середовищ, таких, як екологічні, гідрологічні, енергетичні, геологічні, геоморфологічні тощо, з прогнозуванням їх стану та визначенням локальних забруднень таких середовищ – досить важлива інженерно-практична, суспільно-соціальна задача, яка постає в процесі обробки результатів моніторингу таких систем та середовищ та розробці певних рекомендацій та раціональних методів щодо довгострокового прогнозування стану, середовищ, визначення антропогенного впливу.

Відомо, що автотранспортний комплекс є одним з найбільш потужних джерел забруднення міського довкілля і, особливо, атмосферного повітря. Наприклад, в 2000 р. у Києві частка забруднення повітряного простору автотранспортом становила 68,95% від загального обсягу, а до 2015-го року досягла майже 90%. Додамо, що на міських автомагістралях щороку збільшуються потоки й транзитного транспорту, а також зростає об'єм пасажироперевезення. Тому сьогодні особливе значення відіграє прогнозування локальних, регіональних та інших забруднень атмосферного повітря.

Добре відомо, що такі системи та середовища, як екологічні, геологічні, гідрологічні, геоморфологічні, енергетичні тощо, характеризуються великою кількістю параметрів, що мають різноманітну структуру й різноякісні властивості, а також певну анізотропію у часі й просторі. Тому вищезгадані системи та середовища відносяться до такого класу об'єктів, які практично неможливо описати аналітично у вигляді континуальної моделі.

Стає зрозумілим, що задача розробки раціональних методів моделювання таких систем та середовищ, прогнозування у часі й просторі їх стану, є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У спеціалізованих літературних джерелах, в основному, розглядаються питання моніторингу систем та середовищ, статистичної обробки їх результатів. Меншою мірою розглядаються питання побудови їх моделей, які, як правило, хімічні чи фізико-хімічні. Певною мірою такі моделі надають можливість вирішувати ті чи інші завдання моніторингу забруднень повітряного басейну міст [6-10]. Широке поширення отримали моделі, засновані на статистичних і синоптичних даних, а також на методах хімічного і фізико-хімічного аналізу [11]. Питання ж побудови геометричних моделей таких систем та середовищ практично не зустрічаються. У роботах [1-4] автора

розглядалися питання моделювання багатопараметричних середовищ із використанням дискретно-інтерполяційного методу. Наведені міркування дозволяють сформулювати наступні цілі даної роботи.

Формулювання цілей статті. Наразі, метою дослідження є розробка раціонального методу геометричного моделювання багатопараметричних систем та середовищ на основі дискретно-інтерполяційного методу (ДІМ).

Основна частина. Багатопараметричні системи та середовища, такі, як екологічні, енергетичні, гідрологічні, метеорологічні, геоморфологічні, енергетичні тощо за усіма ознаками можна віднести до категорії стохастичних систем, тому що такі системи та середовища взаємопов'язані й неможливо ізольовано розглядати окрему конкретну систему. Створити їх континуальну модель практично неможливо, і це приводить до використання дискретних математичних моделей, а саме геометричних, у вигляді дискретних чисельних масивів, елементами яких є певні компоненти систем та середовищ. Для побудови таких моделей пропонується використати, розроблений автором, ДІМ моделювання, що базується на використанні певних дискретно-інтерполяційних схем.

Оригінальність ДІМ є в трактуванні вузлів інтерполяції не як точок, а як більш складних об'єктів, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей і параметрів за певною інтерполяційною схемою. Такий підхід щодо моделювання багатопараметричних систем та середовищ дозволяє включити в однопараметричну множину функціонали, параметри яких мають різну структуру і властивості. Для побудови моделей на основі ДІМ використовуються інтерполяційні схеми, за допомогою яких можливо отримати певні однопараметричні множини, що і будуть саме такими моделями. Зокрема, відповідно ДІМ отримуємо:

$$\Phi(u)_n = \sum_{i=0}^{n-1} F_i(p_1, p_2, \dots, p_m) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j}, \quad (1)$$

де u – параметр інтерполяції, $F_i(p_1, p_2, \dots, p_k)$ – вузлова функція, p_1, p_2, \dots, p_k – параметри вузлової функції (показники забруднення, рівень концентрації певних речовин, врахування природних особливостей середовищ тощо), n – кількість вузлів інтерполяції.

Якщо $F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m)$ – багатопараметрична неявно задана функція, то формування її у вигляді деякого функціонала $\Phi(p_{i,j})$, що заданий матрицею $M[i, j]$ приводить до такого виразу:

$$\Phi(p_{i,j}) = \sum_{i=0}^{n-1} M_i(i, j) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j}, \quad (2)$$

де де \mathbf{n} - кількість вузлів інтерполяції, \mathbf{u} - параметр $\mathbf{M}_i[\mathbf{i}, \mathbf{j}]$, а

$$M [i, j] = \begin{pmatrix} P_{1,1} & P_{1,2} & \dots & \dots & P_{1,n} \\ P_{2,1} & P_{2,2} & \dots & \dots & P_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m,1} & P_{m,2} & \dots & \dots & P_{m,n} \end{pmatrix} .$$

$\mathbf{M}_i[\mathbf{i}, \mathbf{j}]$ є вузловою дискретно-інтерполяційною, наприклад, екоматрицею, а вираз (2) є дискретною геометричною моделлю певної системи чи середовища (екологічного, енергетичного, гідрологічного, геологічного тощо).

Отже, маючи результати моніторингу щодо вимірювання рівня концентрації певного компонента середовища, можна отримати геометричну модель його розподілення або ж розсіювання. Побудова таких моделей для певної кількості компонентів дасть змогу отримати відносно повну інтегровану картину щодо стану деякого середовища.

Слід зазначити, що за відсутності сильного вітру швидкість руху газоподібних речовин на висоті до 3 м від рівня землі можна прийняти рівній швидкості транспортного потоку із збіганням напрямку. Це, головним чином, відноситься до повітряного простору по краях дороги і на пішохідних тротуарах. За таких умов на рис. 1 надані результати геометричного моделювання розподілу концентрації певного газоподібного компонента X відпрацьованих газів на ділянці автодорожньої магістралі, що розглядалася.

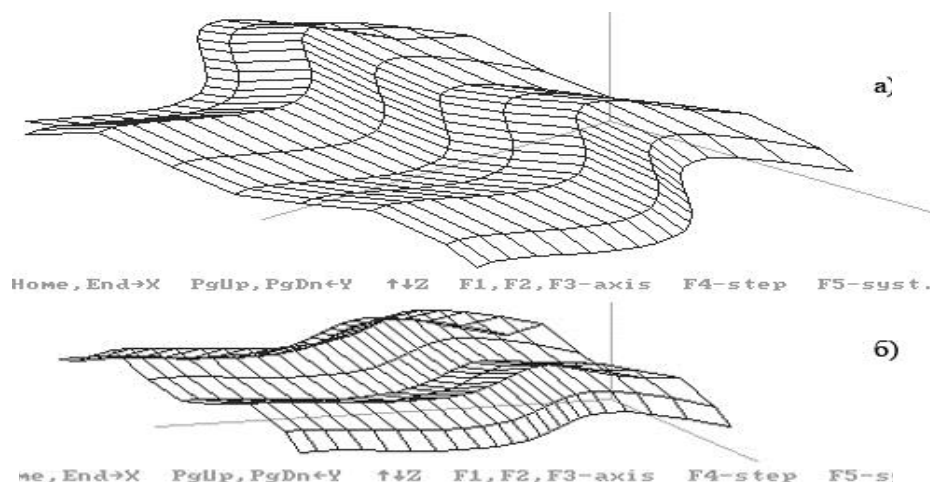


Рис. 1. Результати (ракурси а і б) моделювання розподілу концентрації газоподібного компонента X відпрацьованих газів

Висновки: Побудовані на основі ДІМ дискретні геометричні моделі багатопараметричних систем та середовищ дозволяють на

основі моніторингу здійснити моделювання їх прогнозованого стану. Метод має велику варіативність і дозволяє включати в однопараметричну множину об'єкти, що мають різну структуру і властивості, які практично неможливо поєднати у континуальній моделі. Такий підхід дозволяє моделювати такі складні багатопараметричні системи та середовища, як екологічні, гідрологічні, енергетичні, геологічні, геоморфологічні тощо.

Література

1. Холковський Ю.Р. Моделювання багатопараметричних процесів та систем на основі дискретно-інтерполяційного підходу в екології / Ю.Р. Холковський // Праці VIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – С.204-208.
2. Холковський Ю.Р. Дискретно-інтерполяційна екоматриця як геометрична модель багатопараметричних процесів та систем в екології / Ю.Р. Холковський // Збірник наукових праць «Прикладная геометрия и инженерная графика». – Вип.5 – Мелітополь, ТГАТУ, 2013. – С. 183-188.
3. Холковський, Ю.Р. Моніторинг екологічних процесів і систем із застосуванням дискретно-інтерполяційного підходу / Ю.Р. Холковський, О.В. Кофанова, М.Ю. Березівський // Efektivní nástroje moderních věd – 2013: Materiály IX mezinárodní vědecko-praktická konf. Díl 37. Ecologie. Zeměpis a geologie, Praha / Publishing House "Education and Science" s.r.o. – S. 35-37.
4. Холковский Ю.Р. Геоэкологические аспекты моделирования локального загрязнения приземного атмосферного воздуха отработавшими газами автотранспортных средств / Ю.Р. Холковский, А.Е. Кофанов // Горная механика и машиностроение. – Минск, 2017 – № 4. – С. 20-33.
5. Старченко, А.В. Численная модель для оперативного контроля уровня загрязнения городского воздуха / А.В. Старченко, Д.А. Беликов // Оптика атмосферы и океана, 2003. – № 7. – С. 657-665.
6. Свинухов, В.Г. Физико-статистический способ прогноза загрязнения атмосферы в городе / В.Г. Свинухов // Метеорология и гидрология, 1993. – № 8. – С. 41-47.
7. Кузниченко, С.Д. Географические информационные системы: области применения, сравнительный анализ ГИС-пакетов / С.Д. Кузниченко, Н.Г. Сербов, Ю.А. Кругляк // Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 2002. – Вип. 45. – С. 153-161.
8. Беляев, Н.Н. Методы экспресс расчета уровня загрязнения атмосферы / Н.Н. Беляев, Е.Д. Коренюк, В.К. Хрущ. – Днепропетровск: Наука и образование, 2002. – 192 с.

9. Шмандій, В.М. Сучасні методи контролю забруднення атмосферного повітря при управлінні техногенною безпекою на регіональному рівні / В.М. Шмандій, О.М. Касімов, А.М. Кучук. – Харків: КДПУ, 2001. – 136 с.
10. Системний підхід при прогнозуванні стану атмосферного повітря / А.Г. Шапар [та ін.]. – Дніпродзержинськ: Дніпродзерж. держ. техн. ун-т., 2004. – 164 с.
11. Берлянд, М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 182 с.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВА- НИЕМ ДИСКРЕТНО-ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МЕТОДА

Холковский Ю.Р.

В работе рассматриваются вопросы разработки рациональных методов моделирования многопараметрических систем и сред с учетом совокупности определенных компонентов разного рода локальных загрязнений, что является весьма важной инженерной и социальной задачей. Также важное значение имеет прогнозирование локальных, региональных и других загрязнений атмосферного воздуха и, в частности, прилегающих территорий автотранспортных магистралей по выработке управленческих решений в сфере охраны окружающей воздушной среды. Существенное увеличение с каждым годом транспортных потоков приводит к соответствующему увеличению загрязнения атмосферного воздуха прилегающих территорий и окружающей среды в целом.

В данном исследовании вопросы разработки эффективных методов моделирования многопараметрических систем и сред предлагается осуществить на основе использования дискретно-интерполяционного метода, разработанного автором. Оригинальность данного метода заключается в трактовке узлов интерполяции не как точек, а как более сложных объектов, которые представлены в виде некоторых функционалов, как совокупности их свойств и параметров по определенной интерполяционной схеме.

Опираясь на результаты мониторинга измерения, например, уровня концентрации определенного компонента среды, можно на основе дискретно-интерполяционного метода с использованием узловых дискретно-интерполяционных матриц получить геометрическую модель его распределения или рассеивания.

Дискретно-интерполяционный метод имеет большую вариативность и позволяет включать в однопараметрическим

множество объекты, имеющие различную структуру и свойства, которые практически невозможно объединить в континуальной модели. Это дает возможность моделировать пространственные поля загрязнения придорожных территорий, учитывать структурность и определенную анизотропность компонентов загрязнения, как составляющих многопараметрических сред.

Ключевые слова: интерполяция, однопараметрическое множество, узел интерполяции, дискретно-интерполяционный метод, моделирование придорожного воздушного пространства.

GEOMETRICAL MODELING OF LOCAL POLLUTION OF ADJUSTING TERRITORIES OF MOTOR TRANSPORT TRAILERS USING THE DISCRETE-INTERPOLATION METHOD

Kholkovsky Yu.

The paper discusses the development of rational methods for modeling multiparameter systems and environments, taking into account the combination of certain components of various kinds of local pollution, which is a very important engineering and social problem. Also important is the prediction of local, regional and other air pollution and, in particular, the surrounding areas of highways for the development of management decisions in the field of environmental air protection. The significant increase in traffic flows each year leads to a corresponding increase in air pollution in the adjacent territories and the environment as a whole.

In this article, the development of effective modeling methods for multiparameter systems and environments is proposed based on the use of the discrete-interpolation method developed by the author. The originality of this method lies in the interpretation of interpolation nodes not as points, but as more complex objects that are represented as some functionals, as a set of their properties and parameters according to a certain interpolation scheme.

Based on the results of monitoring the measurement, for example, the concentration level of a certain component of the medium, it is possible to obtain a geometric model of its distribution or scattering using the discrete-interpolation matrix nodal using the discrete interpolation matrix.

The discrete-interpolation method has a large variability and allows you to include in one-parameter set of objects with different structures and properties that are almost impossible to combine in the continuum model. This makes it possible to simulate the spatial pollution fields of roadside areas, to take into account the structure and a certain anisotropic nature of the pollution components as components of multi-parameter environment.

Keywords: interpolation, one-parameter set, interpolation node, discrete-interpolation method, modeling of near-road airspace.