

УДК 514.18

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ЗАБРУДНЕНЬ ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ ТРАНСПОРТНИХ ШЛЯХІВ

Холковський Ю.Р., к.т.н.

Національний авіаційний університет (м. Київ, Україна)

У роботі розглядається комплексний підхід щодо питань побудови дискретно-інтерполяційних геометричних моделей певних середовищ із характерними для них локальними компонентними забрудненнями на основі дискретно-інтерполяційного методу та з використанням методу Кунса. При цьому важливе значення має прогнозування локальних та інших забруднень довкілля, атмосферного повітря і, зокрема, прилеглих територій автотранспортних магістралей, що може допомогти у прийнятті раціональних управлінських рішень щодо сфери охорони навколишнього повітряного середовища, здоров'я людей.

Очевидно, що з кожним роком відбувається збільшення забруднення атмосферного повітря прилеглих територій та довкілля в цілому завдяки відповідному суттєвому збільшенню транспортних потоків.

У роботі пропонується використати дискретно-інтерполяційний метод, розроблений автором у поєднанні із методом Кунса щодо моделювання відсіків поверхонь.

Оригінальність методу, що пропонується, полягає в трактуванні вузлів інтерполяції, як більш складних, ніж точки, об'єктів, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей і параметрів за певною інтерполяційною схемою. Це дозволяє формувати функціонали, параметри яких мають різну структуру і властивості.

Отримавши результати моніторингу при вимірюванні, наприклад, рівня концентрації певного компонента середовища, можна на основі дискретно-інтерполяційного методу, що пропонується, отримати геометричну модель його розподілення або ж розсіювання.

Метод, що пропонується, має велику варіативність і, а саме це є дуже важливим, дозволяє включити в однопараметричні множини об'єкти та параметри, що мають різну структуру і властивості, що практично не поєднуються у континуальній моделі. Комплексний підхід, що пропонується, дає можливість моделювати просторові поля локальних забруднень придорожніх територій, враховувати певну анізотропність у часі й просторі компонентів забруднення, як

складових багатопараметричних середовищ.

Ключові слова: однопараметричні множини, інтерполяція, дискретно-інтерполяційний метод, вузли інтерполяції, метод Кунса, комплексний підхід.

Постановка проблеми. У теперішній час питання екології довкілля постають все гостріше. Зростає рівень забруднення, зашлакованості, накопичення шкідливих та небезпечних речовин. На жаль, великою складовою у цих проблемах є автотранспортний комплекс, який є одним з найбільш потужних джерел забруднення міського довкілля та атмосферного повітря. Для прикладу, відповідно статистичних даних, у 2000 р у Києві частка забруднення повітряного простору автотранспортом сягала 68,95% від загального обсягу забруднень, у 2013 році ця цифра збільшилася до 84,10%, а у 2015-му році досягла майже 90% [1, 2]. Екологічна ситуація ускладнюється ще й щорічним збільшенням на міських автомагістралях потоків транзитного транспорту, зокрема, вантажного з різних регіонів країни. Ще одна серйозна проблема - так зване старіння автопарку. Згідно зі статистичними даними, середній термін служби автотранспортного засобу в Україні становить близько 14-16 і, навіть, по деяким джерелам, 18 років, тоді як цей же показник в країнах ЄС - всього 8 років. Зрозуміло, що подібна ситуація досить негативно впливає на рівень екологічного забруднення довкілля.

Таким чином, розробка математичних моделей для задач прогнозування забруднення атмосферного повітря і прилеглих до автомагістралей територій є актуальним завданням, з огляду на можливість використання цих даних для контролю і регулювання викидів, а також для розробки заходів щодо мінімізації шкідливого впливу з боку автотранспорту на навколишнє середовище міста і здоров'я людей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У спеціалізованих літературних джерелах питанням дослідження складних багатопараметричних систем приділяється увага. Але треба зазначити, що, в основному, розглядаються питання моніторингу систем та середовищ, статистичної обробки їх результатів. Значно меншою мірою розглядаються питання побудови їх будь-яких моделей. Моделі, якщо й будуються, то, як правило, емпіричні й базуються на основі певних фізико-хімічних характеристик. Питання ж побудови геометричних моделей таких систем та середовищ практично не зустрічаються. У роботах автора [3-6] розглядалися питання моделювання складних технічних об'єктів та середовищ із використанням дискретно-інтерполяційного методу. Підкреслимо, що алгоритми та методи геометричного моделювання складних

багатопараметричних об'єктів, систем та середовищ із побудовою їх дискретних математичних моделей у літературних джерелах практично відсутні. Це дозволяє сформулювати наступні цілі даної роботи.

Формулювання цілей статті. Наразі, побудувати континуальні моделі складних багатопараметричних об'єктів, систем та середовищ практично неможливо, тому раціональним, на нашу думку, може бути комплексний підхід, що базується на використанні дискретно-інтерполяційного методу та методу Кунса, що дозволить побудувати дискретні математичні моделі цих об'єктів та середовищ.

Отже, метою дослідження є побудова дискретних геометричних моделей багатопараметричних об'єктів та середовищ на основі дискретно-інтерполяційного методу із використанням методу Кунса.

Основна частина. Якщо розглядати такі складні багатопараметричні системи та середовища, як екологічні, гідрологічні, енергетичні, геоморфологічні тощо, то з прогнозування їх стану, визначення локальних забруднень цих середовищ – це досить складна задача, яка водночас є й важливою соціально-суспільною. Виникають такі задачі в процесі обробки результатів моніторингу таких середовищ, при розробці методів щодо довгострокового прогнозування їх стану та визначення антропогенного впливу.

Відомо, що екологічний моніторинг використовується для визначення антропогенних складових на фоні суто природних біосферних процесів. У сучасних умовах ми маємо справу фактично з неконтрольованим впливом людини на навколишнє середовище, сучасною глобальною екологічною кризою. Отже, оптимізація екологічного моніторингу та його результатів, прогнозування стану екологічних систем набуває особливої значущості.

У практиці моделювання складних багатопараметричних систем та середовищ, таких як екологічні, гідрологічні, геоморфологічні, енергетичні тощо, неможливо отримати їх континуальні моделі завдяки великій кількості параметрів з різноманітною структурою й різноякісними властивостями і певною анізотропією у часі й просторі. Тобто вони за усіма ознаками відносяться до категорії стохастичних систем.

Для побудови їх дискретних моделей пропонується дискретно-інтерполяційний метод, розроблений автором. Базується цей метод на використанні дискретно-інтерполяційних схем із застосуванням поліномів Лагранжа і є оригінальним завдяки трактуванню вузлів інтерполяції, як більш складних, ніж точки, об'єктів, представлених у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей і параметрів. Це дозволяє формувати функціонали, параметри яких мають різну структуру і властивості, що саме й притаманно

вищезгаданим системам та середовищам. Відповідно, у дискретно-інтерполяційному методі поліноми Лагранжа мають такий вигляд:

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

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, у яких розташовуються певні дискретні функції.

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 n - кількість вузлів інтерполяції, u - параметр $M_i[i, j]$, відповідний проміжному положенню або ж стану, $F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m) = M[i, j]$, а

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

Тобто $M[i, j]$ є вузловою дискретно-інтерполяційною екоматрицею, а вираз (2) є дискретною геометричною моделлю певної системи чи середовища (екологічного, енергетичного, гідрологічного, метеорологічного тощо).

Таким чином, маючи результати моніторингу щодо вимірювання рівня концентрації певного компонента середовища, можна отримати геометричну модель його розподілення або ж розсіювання. Такі моделі можуть бути побудовані для певної кількості компонентів, що дасть змогу отримати відносно повну інтегровану картину щодо ситуації або стану деякої багатопараметричної системи чи середовища.

Проте треба визнати, що результати моніторингу не завжди вкладаються в певну схему. Їх позиційно-просторові параметри можуть бути довільними, наприклад, контурними тощо, тобто не було

можливості здійснити внутрішні вимірювання. Тоді пропонується використати комплексний дискретно-інтерполяційний підхід із використанням методу Кунса для побудови поверхонь на основі відповідного рівняння:

$$r(u, v) = \sum_{i=0}^1 a_i(u) \cdot r(i, v) + \sum_{j=0}^1 a_j(v) \cdot r(u, j) + \prod_{i=0}^1 a_i(u) \cdot a_j(v) \cdot r(i, j),$$

де $a_0(u) = 1 - u$, $a_1(u) = u$,

$a_0(v) = 1 - v$, $a_1(v) = v$, $0 < u < 1$, $0 < v < 1$.

Підставляючи ці рівняння у якості вузлів інтерполяції в (2), ми можемо отримати більш повну дискретну геометричну модель розподілення певних компонентів на деякій локальній території, що і є реалізацією комплексного підходу, що пропонується.

Висновки. Використання комплексного підходу на основі дискретно-інтерполяційного методу та методу Кунса дозволяє будувати дискретні геометричні моделі багатопараметричних систем та середовищ, що, в свою чергу, дозволяє проводити більш ефективний екологічний моніторинг, моделювати прогнозований стан середовищ. Особливістю методу є велика варіативність та можливість включення в однопараметричні множини об'єктів та параметрів, що мають різну структуру і властивості, що неможливо поєднати у континуальній моделі.

Література

1. Статистичний щорічник м. Києва за 2013 рік [статистичний довідник]. К.: Консультант, 2014. – 344 с.
2. Статистичний щорічник м. Києва за 2015 рік / Державна служба статистики України. Головне управління статистики у м. Києві; за ред. Р.Г. Віленчук. К., 2016. 23 с.
3. Холковський Ю.Р. Інтерполяція дискретних масивів у загальному випадку як спосіб моделювання багатопараметричних об'єктів та процесів. *Прикладна геометрія та інженерна графіка: праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, ТДАТА, 2011. Вип. 4. Т. 51. С. 156-160.
4. Холковський Ю.Р. Моделювання багатопараметричних процесів та систем на основі дискретно-інтерполяційного підходу в екології. *Праці VIII Всеукраїнських наукових Талійських читань*. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. С.204-208.
5. Холковський Ю.Р. Дискретно-інтерполяційна екоматриця як геометрична модель багатопараметричних процесів та систем в екології. *Збірник наукових праць «Прикладна геометрія та інженерна графіка»*. Мелітополь, ТГАТУ, 2013. Вип.5. С. 183-188.

6. Холковський Ю.Р. Побудова геометричних моделей розподілення компонентів локальних забруднень із використанням дискретно-інтерполяційного методу та рівняння Кунса. *Сучасні проблеми моделювання: збірник наукових праць*. Мелітополь, Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Богдана Хмельницького, листопад 2017 р. Вип 10. С150-154.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ

Холковский Ю.Р.

В работе рассматривается комплексный подход в вопросах построения дискретно-интерполяционных геометрических моделей определенных сред с характерными для них локальными компонентными загрязнениями на основе дискретно-интерполяционного метода и с использованием метода Кунса. При этом важное значение имеет прогнозирование локальных и других загрязнений окружающей среды, атмосферного воздуха, а также прилегающих территорий автотранспортных магистралей, что может помочь в принятии рациональных управленческих решений в области сферы охраны окружающего воздушного пространства, здоровья людей. Очевидно, что с каждым годом происходит увеличение загрязнения атмосферного воздуха прилегающих территорий и окружающей среды в целом благодаря существенному увеличению транспортных потоков.

В работе предлагается использовать дискретно-интерполяционный метод, разработанный автором в сочетании с методом Кунса для моделирования отсеков поверхностей. Оригинальность предлагаемого метода состоит в трактовке узлов интерполяции, как более сложных, чем точки, объектов, которые представлены виде некоторых функционалов, как совокупности их свойств и параметров при определенной интерполяционной схеме. Это позволяет формировать функционалы, параметры которых имеют различную структуру и свойства. Получив результаты мониторинга при измерении, например, уровня концентрации определенного компонента среды, можно на основе дискретно-интерполяционного метода получить геометрическую модель его распределения или рассеивания.

Предлагаемый метод имеет большую вариативность и, что очень важно, позволяет включить в однопараметрические множества объекты и параметры, имеющие различную структуру и свойства, что практически не сочетается в континуальной модели. Предлагаемый комплексный подход дает возможность моделировать пространственные поля локальных загрязнений придорожных

территорий, учитывая определенную анизотропность во времени и пространстве компонентов загрязнения, как составляющих многопараметрических сред.

Ключевые слова: однопараметрические множества, интерполяция, дискретно-интерполяционный метод, узлы интерполяции, метод Кунса.

COMPLEX APPROACH ON GEOMETRIC MODELING OF LOCAL POLLUTANTS IN AWARENED TERRITORIES OF TRANSPORT WAYS

Kholkovsky Yu.

The paper considers an integrated approach in the construction of discrete-interpolation geometric models of certain environments with their characteristic local component contamination based on the discrete-interpolation method and using the Koons method. At the same time, forecasting local and other pollution of the environment, atmospheric air, and the surrounding areas of motorways is important, which can help in making rational management decisions in the field of environmental airspace protection and human health.

It is obvious that every year there is an increase in air pollution in the adjacent territories and the environment as a whole due to a significant increase in traffic flows. It is proposed to use a discrete-interpolation method developed by the author in combination with the Koons method for modeling surface compartments.

The originality of the proposed method consists in the interpretation of interpolation nodes, as more complex than points, of objects that are represented as some functionals, as a combination of their properties and parameters under a certain interpolation scheme. This allows you to form functionals, the parameters of which have different structure and properties.

Having obtained the results of monitoring when measuring, for example, the concentration level of a certain component of the medium, it is possible to obtain a geometric model of its distribution or dispersion on the basis of the discrete-interpolation method.

The proposed method has a large variability and, which is very important, allows you to include objects and parameters that have different structure and properties in one-parameter sets, which is practically not combined in the continual model. The proposed comprehensive approach makes it possible to model the spatial fields of local pollution in roadside areas, taking into account a certain anisotropy in time and space of the components of pollution, as components of multiparameter environment.

Keywords: one-parameter sets, interpolation, discrete interpolation method, interpolation nodes, Koons method.