

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка  
Гомельський державний університет імені Франциска Скорини  
Познанський університет імені Адама Міцкевича  
Придністровський державний університет імені Т.Г. Шевченка  
Брянський державний університет імені акад. І.Г. Петровського  
Мезинський національний природний парк  
Всеукраїнська екологічна ліга

**ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНІ  
ЕКОСИСТЕМИ ПРИКОРДОННИХ ТЕРИТОРІЙ  
У ПОСТЧОРНОБИЛЬСЬКИЙ ПЕРІОД**

**Матеріали**

**міжнародної наукової конференції**

«Природні та техногеннозмінені екосистеми прикордонних територій  
у постчорнобильський період» та

**міжнародної науково-практичної студентської конференції**

«Структурно-функціональна організація природних і антропогенно трансформованих  
екосистем прикордонних територій»

*(9-11 жовтня 2014 р., Чернігів, Україна):*

**збірник статей**

Чернігів  
Видавець Лозовий В.М.  
2014

УДК 574.4:504.61:577.34  
ББК Е 081.28  
П 77

*Редакційна колегія:*

доктор біол. наук, проф. Лукаш О.В. (голова), кандидат біол. наук, доц. Карпенко Ю.О., кандидат біол. наук Кириєнко С.В., кандидат біол. наук, доц. Шевченко В.Л., Фокіна Н.В, доктор наук про Землю у галузі географії Поніжи Л., кандидат біол. наук, доц. Дайнеко Н.М.

П 77 **Природні та антропогенно трансформовані екосистеми прикордонних територій у постчорнобильський період:** матер. міжнар. наук. конф. «Природні та техногеннозмінені екосистеми прикордонних територій у пост чорнобильський період» і міжнар. наук.-практ. студ. конф. «Структурно-функціональна організація природних і антропогенно трансформованих екосистем прикордонних територій» (9-11 жовтня 2014 р., Чернігів, Україна): збірник статей. – Чернігів: Видавець Лозовий В.М., 2014. – 240 с.

ISBN 978-617-7223-31-2

До збірника включені статті на основі доповідей, представлених учасниками міжнародної наукової конференції «Природні та антропогенно трансформовані екосистеми прикордонних територій у постчорнобильський період» та міжнародної науково-практичної студентської конференції «Структурно-функціональна організація природних і антропогенно трансформованих екосистем прикордонних територій». У статтях викладено результати досліджень, які проводяться у напрямку вивчення біологічного та ландшафтного різноманіття, природоохоронних територій, а також антропогенної трансформації екосистем прикордонних регіонів та техногенно змінених екосистем у постчорнобильський період. Особлива увага приділена ролі екологічної освіти і виховання для збереження природного різноманіття та збалансованого розвитку прикордонних територій в умовах техногенного впливу на довкілля. У розділі «Студентські наукові студії» наведені результати досліджень молодих науковців з питань структурно-функціональної організації природних і антропогенно трансформованих екосистем.

Розраховано на наукових співробітників, викладачів і студентів вищих навчальних закладів, вчителів загальноосвітніх шкіл, діячів громадського екологічного руху, а також фахівців лісового, сільського та мисливського господарств, працівників природоохоронних установ й організацій міжнародного співробітництва.

*Видання здійснено у рамках виконання спільних наукових досліджень Державного фонду фундаментальних досліджень України та Білоруського республіканського фонду фундаментальних досліджень.*

*Рекомендовано до друку вченою радою Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка (протокол № 1 від 29.08.2014 р.).*

ISBN 978-617-7223-31-2

**УДК 574.4:504.61:577.34**  
**ББК Е 081.28**

© Автори статей, 2014

# ПОБУДОВА ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ, ЯК ОСНОВИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

*Холковський Ю.Р.*

*Національний авіаційний університет, Україна*

**Анотація:** У роботі розглядається метод побудови дискретно-інтерполяційних моделей складних багатопараметричних процесів та екологічних систем. Створені дискретні математичні моделі можуть бути основою щодо здійснення моніторингу та прогнозування стану певного екологічного процесу чи середовища.

Існує багато структур та систем, що мають велику, неоднорідну та різноманітну кількість параметрів. Більш того, деякі їх параметри ще й можуть мати анізотропний характер. Екологічні процеси, системи та середовища, як правило, відносяться саме до таких систем. Побудувати континуальну математичну модель таких систем практично неможливо, що є очевидним. Відповідно, виникає задача створення таких математичних моделей, які б враховували перелічені вище параметри та давали можливість вирішувати цілу низку задач щодо моделювання, моніторингу, прогнозування складних багатопараметричних екологічних систем та середовищ.

Якщо екологічний моніторинг – це інформаційна система спостережень, оцінювання й прогнозування змін у стані компонентів довкілля, яка призначена для виокремлення антропогенної складової на фоні природних біосферних процесів, то в умовах сучасної глобальної екологічної кризи та неконтрольованого впливу людини на навколишнє середовище робота з організації екологічного моніторингу набуває особливої значущості.

Природні екосистеми тісно взаєпов'язані одна з одною, тому моделювання, прогнозування й контроль стану компонентів довкілля є складним, багатопараметричним і стохастичним процесом. Запропонований автором підхід полягає у виборі оптимальних методів моделювання складних багатопараметрових екологічних процесів і систем, прогнозування екологічної безпеки певної території та процесів, що відбуваються на ній.

На нашу думку, досить плідною є ідея побудови саме дискретних геометричних моделей екологічних систем чи середовищ на основі дискретно-інтерполяційного підходу, який передбачає побудову одно чи багатопараметричних множин певних математичних об'єктів, наприклад, певного дискретного масиву параметрів, що характеризують деяке екологічне середовище. Власне кажучи, саме такою й є, наприклад, задача моніторингу екологічного середовища чи прогнозування його екологічної безпеки. Також необхідно додати, що дискретний спосіб представлення інформації про об'єкт, чи систему, яка моделюється, є одним з досить поширених та раціональних. Дискретний підхід можна вважати більш загальним, тому що від неперервно-аналітичної моделі практично завжди можна перейти до дискретної, а в нашому

випадку до дискретно-інтерполяційної. Побудована дискретно-інтерполяційна множина й є моделлю складних екологічних систем та середовищ.

Автором у попередніх роботах розглядалися різні схеми створення однопараметричних множин різних дискретних масивів за допомогою інтерполяційних поліномів Лагранжа. Оптимальність вибору, на нашу думку, саме таких інтерполяційних поліномів серед інших, продиктована такими положеннями:

- необов'язкове рівномірне розташуванням вузлів інтерполяції,
- можливістю представлення по кожній змінній своєї кількості вузлів інтерполяції тощо.

Введемо деякі базисні поняття: надалі під *вузлами інтерполяції* ми будемо розуміти не точки, як у випадках класичної інтерполяції, а більш складні математичні об'єкти (масиви, матриці), або ж навіть певні процеси та цілі системи, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей та параметрів, що мають неоднорідну різноманітну структуру. Під *схемою інтерполяції* надалі будемо розуміти схему розташування саме таких вузлів інтерполяції.

Нетрадиційність та оригінальність підходу полягає, власне, саме у цьому. Зазначимо, що такий підхід щодо моделювання екологічних систем, процесів чи екологічних ситуацій у літературі практично відсутній.

Отже, однопараметричні множини, отримані на основі даного дискретно-інтерполяційного підходу, є дискретними математичними моделями екологічних процесів, систем та середовищ, і елементом таких множин є деяка дискретна функція, що у загальному випадку може бути представлена, як певний дискретний чисельний масив, розмірність якого може варіюватись.

Це дає можливість отримати деякий функціонал  $\Phi(p_{i,j})$ , з вектором параметрів, що включає в себе інтерполяційний параметр, координатні змінні, параметри, що характеризують стан, структуру, положення екологічних об'єктів, певні параметричні характеристики процесів та систем.

Нехай  $F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m)$  – багатопараметрична неявно задана функція. Сформуємо її у вигляді деякого функціонала  $\Phi(p_{i,j})$ , що заданий матрицею  $M[i, j]$ .

$$\Phi(p_{i,j}) = F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m) = M[i, j],$$

де  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m$  – екологічні різноструктурні та різноякісні параметри (показники забруднення, рівень концентрації певних речовин, врахування природних особливостей середовищ тощо), а

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

Важливо зазначити, що  $M[i, j]$  і є вузловою дискретно-інтерполяційною екологічною матрицею.

Розглядаючи (1) у якості певного вузла інтерполяції, використаємо інтерполяційний поліном Лагранжа і в випадку одновимірної інтерполяції отримаємо  $\Phi(p_{i,j})$  як

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

де  $u$  – параметр інтерполяції, наприклад, певний вектор спрямованості;  $n$  – кількість вузлів інтерполяції.

Вираз  $\Phi(p_{i,j})$ , що являє собою *узагальнену дискретно-інтерполяційну екоматрицю*, і є дискретною геометричною моделлю певного екологічного процесу, системи чи середовища.

Фактично функціонал  $\Phi(p_{i,j})$  являє собою однопараметричну множину екоматриць. Елементами таких множин є деякі дискретні функції, що у загальному випадку можуть бути представлені, як дискретні чисельні масиви з варіативною розмірністю. Інтерполювання таких функцій, що можуть бути задані неявно чи параметрично, зводиться до розміщення у вузлах інтерполяції рівнянь, якщо це можливо, чи дискретних масивів і отримання деякого функціонала з вектором параметрів, що включає в себе інтерполяційний параметр, координатні змінні, параметри, що характеризують форму та положення об'єктів, певні параметричні характеристики процесів.

Запропонований підхід дозволяє включити в одно чи багатопараметричну множину системи та процеси, що мають різну структуру і навіть властивості. Відповідно, надзвичайно цікавим є застосування такого підходу щодо моделювання різних явищ і середовищ, що характеризуються великою кількістю різноякісних параметрів, які часто просто неможливо функціонально-аналітично поєднати у звичайній математичній моделі. А, власне кажучи, саме такими й є, наприклад, задачі моніторингу, прогнозування екологічної безпеки та стану екологічного середовища. Наприклад, якщо йдеться про якість та кількісну оцінку впливу екологічного забруднення на навколишнє середовище.

У таких випадках можуть бути поставлені такі перспективні задачі щодо моделювання та прогнозування стану екологічної ситуації на певній території:

1. Побудова динамічних дискретних математичних моделей, та на їх основі довгострокове прогнозування забруднення навколишньої території.
2. Визначення оптимальних схем розташування систем вимірювання екологічних параметрів для оцінки забруднення певної території.
3. Визначення рівней шкідливостей по певним показникам: у часі й за напрямком у просторі.
4. Прогнозування стану певного екологічного середовища із використанням побудованих дискретно-інтерполяційних моделей на основі екоматриць.

**Висновки:** На основі дискретно-інтерполяційного підходу побудовані дискретні математичні моделі багатопараметричних процесів та екологічних систем, що є інформаційно-параметричною базою щодо проведення моніторингу або прогнозування стану різноманітних екологічних середовищ.

Моделі у вигляді дискретно-інтерполяційних екоматриць дають можливість моделювати складні процеси, системи та середовища, які характеризуються великою кількістю параметрів та властивостей, що мають різноманітну структуру.

#### Література

1. *Ю.Р. Холковський*. Інтерполяція дискретних масивів у загальному випадку як спосіб моделювання багатопараметричних об'єктів та процесів // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип.4 – Т51.
2. *Ю.Р. Холковський*. Дискретно-інтерполяційна екоматриця як геометрична модель багатопараметричних процесів та систем в екології // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип.4 – Т55. – Стор. 308-311.