

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ФРАКТАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ

Волчук В.М.

Державний вищий навчальний заклад
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
д.т.н., професор кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів,
доцент (<https://orcid.org/0000-0001-7199-192X>, volchuky@gmail.com)

Дубров Ю.І.

Державний вищий навчальний заклад
«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
д.т.н., професор кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів,
професор (<https://orcid.org/0000-0002-3213-4893>, volchuky@gmail.com)

Доволі часто дослідники зіштовхуються з певними труднощами, що пов'язані з вибором моделі при ідентифікації об'єкту [1, 2]. Це в багато чому пов'язане зі складністю самого досліджуваного об'єкту чи технології. Особливо це спостерігається при дослідженні фрактальних об'єктів, що мають дробну розмірність своєї структури, та тільки в певному масштабному діапазоні володіють властивістю самоподібності, на відміну від традиційних математичних фракталів (сніжинка Коха, множина Кантора та ін.), для яких самоподібність зберігається при їх різних геометричних розмірах [3-8].

Неадекватний вибір об'єкту моделювання тип математичної моделі призводить до втрати її кардинальності, що відбивається на всіх наступних дослідженнях. Це, ймовірно, може відбуватися з вини дослідника, який іноді в «гонитві» за відносно модним напрямком в науці, призначає неадекватний об'єкту моделювання тип проекрованої математичної моделі.

Подібних помилок, ймовірно, можна уникнути, якщо на стадії встановлення типу математичної моделі, буде застосовуватися «трафарет», орієнтовна схема якого приведена на рисунку [1, 9].

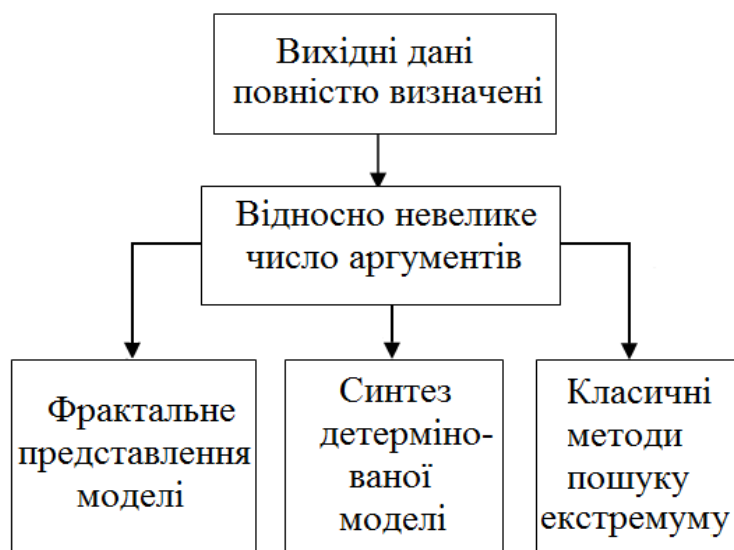


Рис. Схема застосовуваних методів математичного моделювання при умові, що вихідні дані повністю визначені

Нижче наведені окремі стратегії організації фрактального моделювання, що враховують такі умови:

- математична модель фрактального типу повинна ґрунтуватися на визначенні фрактала: «фракталом називається структура, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні цілому і одна одній» Б. Мандельброт [3];

- починати встановлення типу проектованої математичної моделі потрібно з перевірки її відповідності умовам, які відповідають критеріям Таккенса [10] або Большакова-Дуброва [1];

- призначаються визначальний параметр та змінні з їх граничними чисельними значеннями [1];

- визначається фрактальна розмірність структури як: $D = \log n / \log (1 / r)$, де n - число самоподібних частин, які спостерігаються при збільшенні лінійних розмірів вихідної фігури в r разів; D - фрактальна розмірність [3];

- призначається масштаб подання вихідної фігури фрактала [9];

- визначається фундаментальна властивість фрактала – геометрична регулярність, відома як інваріантність по відношенню до масштабу, або самоподібність [11];

- визначається однорідність простору станів математичної моделі фрактала. Якщо об'єкт – мультифрактал, то спектр розмірностей обчислюється за формулою Рен'ї [4]. Мультифрактали виражаються не в первинних геометричних формах, а в алгоритмах:

- здійснюється вибір методу формування образу математичної моделі;
- призначаються контрольні точки в просторі станів математичної моделі;
- здійснюється коригування виду математичної моделі.

В роботах [12-14] наведені приклади формування та реалізації окремих стратегій створення математичної моделі фрактального типу, з урахуванням перерахованих вище умов.

Список літератури:

1. Большаков В. И. Основы организации фрактального моделирования : монография / [В. И. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. И. Дубров]. – Киев, Академперіодика, 2017. – 170 с.

2. Большаков В.И. Етапи ідентифікації багатопараметричних технологій та шляхи їх реалізації / В. І. Большаков, В. М. Волчук, Ю. І. Дубров // Вісник НАН України. – 2013. – № 8. – С. 66–72.

3. Mandelbrot B. B. The Fractal Geometry of Nature : monograph / [B. B. Mandelbrot]. – New York, San Francisco : Freeman, 1982. – 480 p.

4. Rényi A. Probability Theory. – Amsterdam : North-Holland, 1970. – 670 p.

5. Волчук В. Н. Разработка и исследование метода определения качественных характеристик металла на основе анализа фрактальной размерности его микроструктуры: дисс. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.02.01 / Волчук Владимир Николаевич. – Днепропетровск, 2003. – 114 с.

6. Карускевич М. В. Застосування фрактальної геометрії в задачах прогнозування залишкового ресурсу авіаційних конструкцій / М. В. Карускевич, І. М. Журавель, Т. П. Маслак // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2011. – № 5. – С. 48–52.

7. Большаков Вад. І. Часткова компенсація неповноти формальної аксіоматики при ідентифікації структури металу / Вад. І. Большаков

В. І. Большаков, В. М. Волчук, Ю. І. Дубров // Вісник НАН України. – 2014. – № 12. – С. 45–48.

8. Большаков В. И. Особенности применения мультифрактального формализма в материаловедении / В. И. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. И. Дубров // Доповіді НАН України. – 2008. – № 11. – С. 99–107.

9. Большаков В. И. Организация фрактального моделирования / В. И. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. И. Дубров // Доповіді НАН України. – 2018. – № 6. – С. 67–72.

10. Takens F. Detecting strange attractors in turbulence / F. Takens // Dynamical Systems and Turbulence. Lecture Notes in Mathematics. 898. Editors: D.A. Rand and L.-S. Young. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1981. P. 366–381.

11. Fractals and properties of materials : monograph / [V. Bol'shakov, V. Volchuk, Yu. Dubrov] – Saarbrucken : Lambert Academic Publishing, 2016. – 140 p.

11. Большаков В. И. Фракталы в материаловедении / В.И. Большаков, В.Н. Волчук, Ю.И. Дубров – Днепропетровск: ПГАСА, 2006. – 253 с.

12. Volchuk V. Method of material quality estimation with usage of multifractal formalism / V. Volchuk, I. Klymenko, S. Kroviakov, M. Orešković // Tehnički glasnik - Technical Journal. – 2018. – Vol. 12. – № 2. – P. 93–97.

13. Волчук В. Н. К применению фрактального формализма при ранжировании критериев качества многопараметрических технологий / В. Н. Волчук // Металлофизика и новейшие технологии. – 2017. – Т. 39. – № 3. – С. 949–957.

14. Волчук В. М., Рожко І. І. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ФРАКТАЛІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МАТЕРІАЛІВ. Сучасний рух науки: тези доп. III міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 1-2 жовтня 2018 р. – Дніпро, 2018. – 748 с.: 109.