

УДК 514.18

## **МОНОФАКТОРНИЙ ПРИНЦИП ПОБУДОВИ МОДЕЛІ БАГАТОФАКТОРНИХ ЗАДАЧ ТЕРМОРЕНОВАЦІЇ БУДІВЕЛЬ**

Верещага В.М., д.т.н.

*Мелітопольська школа прикладної геометрії,  
Мелітопольський державний педагогічний університет  
ім. Богдана Хмельницького (Україна),*

Адоньєв Є.О., к.т.н.

*Запорізький національний університет (Україна)*

*У статті запропоновано монофакторний принцип побудови багатофакторної геометричної моделі процесів термореновації будівель на основі точкового Балюби-Найдиша числення з побудовою параболічних поверхонь Балюби та з використанням теорії графів.*

*Ключові слова: точкове Балюби-Найдиша числення, монофакторний принцип, багатофакторна геометрична модель, термореновація.*

**Постановка проблеми.** Розв'язанню проблеми енергозбереження у будівництві у найбільшій мірі буде сприяти побудова моделі багатофакторного процесу організаційно-економічного алгоритму обґрунтування вибору теплоізоляційного матеріалу, основою для яких повинні бути теплозахисні, економічні, екологічні та експлуатаційні оцінки. У більшості випадків, багатофакторний аналіз у експертно-моделювальних економічних системах використовує лінгвістичну інформацію з подальшим отриманням результату нечіткого логічного висновку у вигляді нечіткої множини. Вадюю нечітких логічних висловлювань є те, що їх адекватність не змінюється при незначних варіюваннях параметрів об'єкта дослідження. Нечутливість до варіювань призводить до отримання результату, який надає наближений розв'язок.

З появою нового геометричного апарату точкового БН-числення [1] з'явилася можливість геометрично формалізувати багатофакторні композиції (ситуації). Геометрична формалізація має переваги перед лінгвістичною через те, що надає можливість надати якісним характеристикам теплозахисних матеріалів кількісні показники. Тому розробка способів геометричної формалізації для існуючих теплозахисних матеріалів є актуальною, яка дозволить більш якісно розв'язувати проблему енергозбереження в будівництві.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У більшості випадків у основу створення та аналізу багатофакторних експертно-моделювальних систем, які спрямовані на прийняття управлінських рішень щодо теплоізоляційних матеріалів, покладено математичний апарат, що базується на основі теорії нечіткої логіки [2, 3, 4]. Метод ідентифікації об'єктів нечіткими базами знань спрямований на використання експертно-лінгвістичної інформації для вибору матеріалу для термореновації будівель на етапі техніко-економічного обґрунтування проекту. Результат отримується у вигляді нечітких множин. Для переходу від нечіткої множини до кількісної оцінки необхідно виконати процедуру дефазифікації. Для цього необхідно визначити “центр ваги” плоскої фігури, що обмежена функцією належності нечіткій множині. Нечітка множина, як розв'язок та її дефазифікація утворюють модель інтелектуальної підтримки управлінських рішень у проектах енергозбереження. Розв'язок означеної проблеми через геометричну формалізацію композицій енергозберігаючих матеріалів, на нашу думку, значно спростить, суттєво зменшить похибку та скоротить витрати комп'ютерних ресурсів розв'язку.

Підхід до побудови моделі енергозбереження через геометричну формалізацію пропонується вперше.

**Формулювання цілей статті.** На основі геометричної формалізації організаційно-технологічної та еколого-економічної доцільності застосування термоізоляційних матеріалів запропонувати монофакторний принцип побудови формалізованої геометричної моделі процесу термореновації будівель.

**Основна частина.** Геометричну формалізацію організаційно-технологічної та еколого-економічної доцільності (ОТЕЕД) застосування теплоізоляційних матеріалів будемо здійснювати за допомогою поверхонь відгуку, які являтимуть собою параболічні поверхні Балюби, що є найбільш простими у застосуванні для поставленої задачі [1].

Перш ніж розглядати геометричну формалізацію показників для певного теплоізоляційного матеріалу, що планується застосовувати, надамо приблизну класифікацію цих показників. При цьому, треба мати на увазі, що у кожному конкретному випадку, в залежності від мети, для одного і того ж матеріалу кількість показників може бути зменшена або збільшена. Геометрична модель, яку ми будемо створювати, повинна мати можливість збільшувати або зменшувати кількість факторів і, при цьому, не повинна відбуватися її перебудова. Для цього необхідно кожному матеріалу ставити у відповідність один фактор. У іншому випадку, коли двом або більше матеріалам буде

поставлено у відповідність один фактор, при зміні вимог до вихідних даних, необхідно буде перебудувати модель, а це є небажаним.

У свою чергу, кожен матеріал буде мати певні характеристики, що будуть визначатися багатьма параметрами. Перелічимо характеристики: 1) економічні; 2) екологічні; 3) теплофізичні; 4) технологічні (у сенсі монтажу); 5) художньо-естетичні; 6) логістичні; тощо.

Кожна характеристика визначається відповідними параметрами, для яких залежності від економічних, екологічних, фізичних, хімічних, технологічних, естетичних та інших умов також можна побудувати поверхні відгуку у вигляді параболічних поверхонь Балюби. Враховуючи спосіб розгортання (згортання) – з чарунок, поверхні відгуку можуть бути подані у вигляді точки, лінії та, власне, поверхні. Зважаючи на сказане, для кожного окремого матеріалу можна побудувати схему зв'язків між характеристиками, параметрами та умовами, за допомогою яких можна надати кількісні оцінки для усіх характеристик фактору. На рис.1 надамо відповідну схему класифікації, за допомогою якої стає можливим сформуванню кількісну та якісну оцінку будь-якого фактору.

Схеми, аналогічні наведеній на рис.1, складаються для кожного матеріалу, який буде досліджений з метою застосування його у термореновації будівлі. Використання такої докладної (детальної) класифікації є доволі трудомісткою задачею, але такий монофакторний підхід дозволить будувати моделі, які аналізують різні характеристики процесу термореновації будівель. Окрім того, монофакторний підхід до побудови моделі дозволить постійно поновлювати бази даних щодо матеріалів, вводячи інформацію про нові, які з'явилися на ринку, та видаляючи застарілі, що вже не користуються попитом.

Наголосимо ще на одній перевазі запропонованого монофакторного підходу у побудові формалізованої геометричної моделі процесу термореновації. Монофакторний принцип не спирається на встановлення функціональних зв'язків між факторами на початковому етапі дослідження процесу термореновації, передбачає знаходження їх на завершальному етапі. При цьому, можна відтінювати різні зв'язки між характеристиками процесу з метою прийняття вмотивованого управлінського рішення з урахуванням одного фактору для усіх матеріалів, що будуть використані у процесі. Наприклад, нас цікавить економічна характеристика процесу термореновації з метою вибору певного набору матеріалів для його виконання.

Звернемося до класифікації властивостей термоізоляційних матеріалів (рис.1), на підставі якої створимо відповідний граф (рис.2)

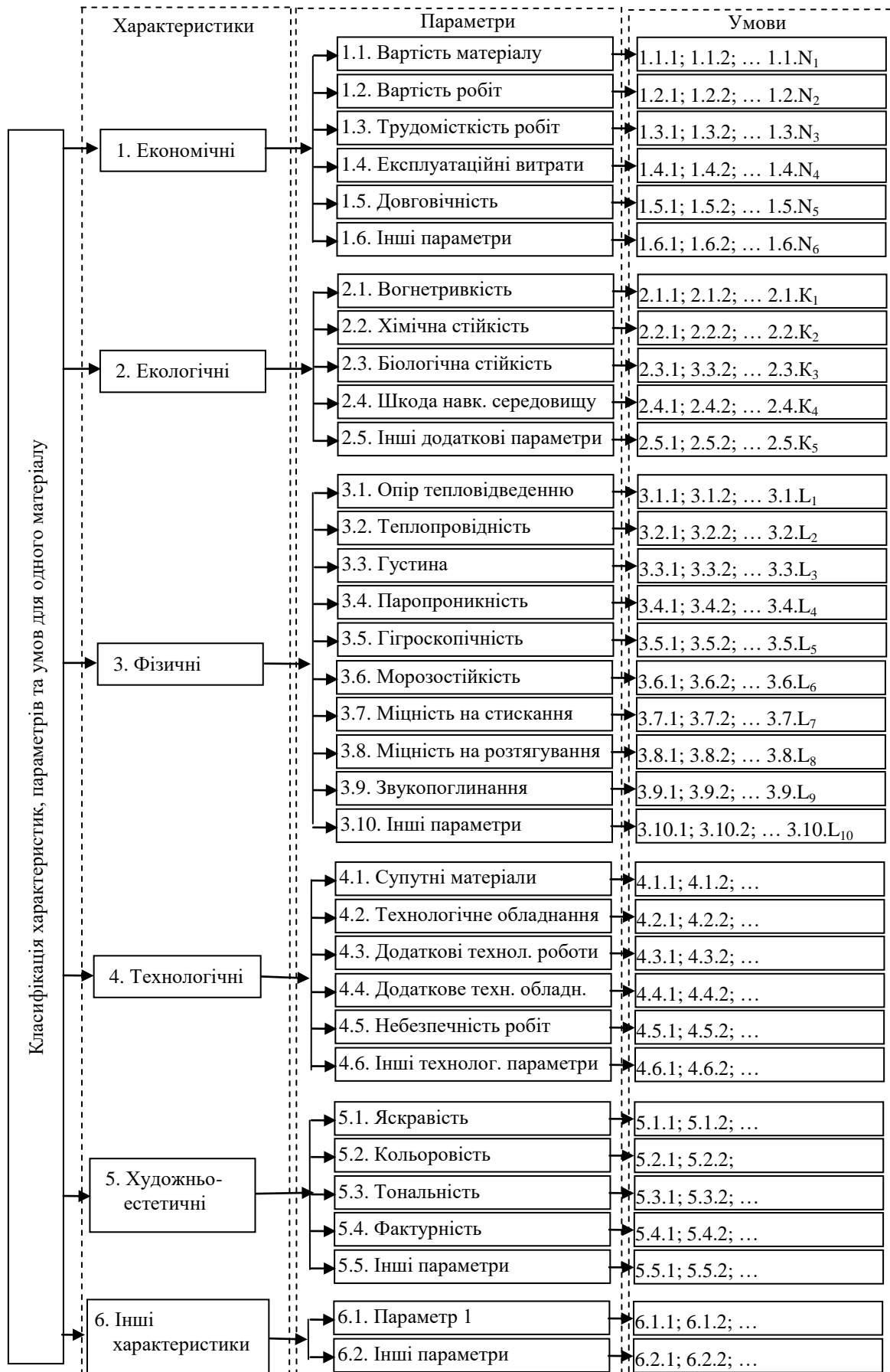


Рис.1. Класифікація властивостей матеріалу, які впливають на прийняття управлінських рішень при термореновації будівель

На рис. 2 кожній з вершин графа  $1.1.1, \dots, 1.1.N_6$  відповідає експериментально побудована поверхня відгуку у вигляді параболічних поверхонь Балюби [5], що віддзеркалюють певні умови для матеріалу. Вершини  $1.1, \dots, 1.6$  відображають економічні параметри досліджуваного матеріалу, які також подані у вигляді експериментальних параболічних поверхонь Балюби. Вершина  $1$  подає економічну характеристику матеріалу і також є експериментально побудованою параболічною поверхнею Балюби (ППБ).

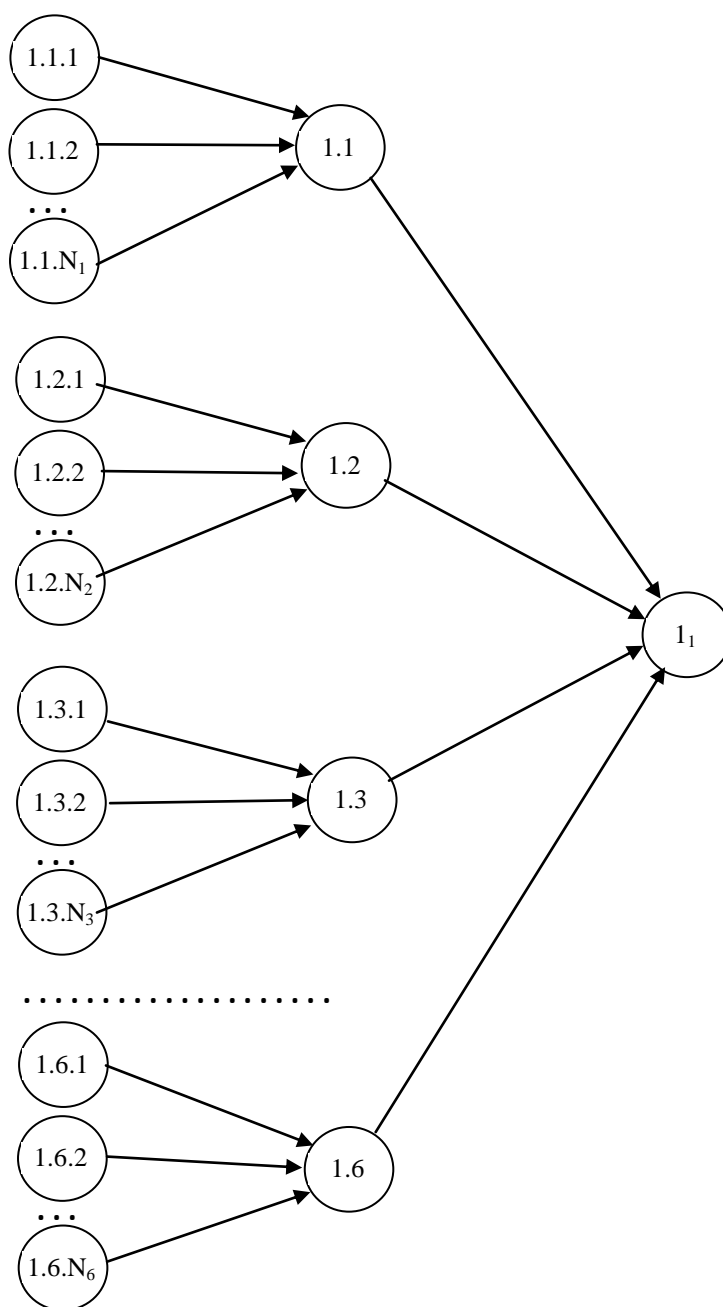


Рис. 2. Граф для економічної характеристики матеріалу

Аналогічні графи можна, при необхідності, побудувати у вигляді ППБ для характеристик, позначених вершинами 2, 3, 4, 5, 6. Далі можна йти двома шляхами. Перший – створити узагальнюючий індекс  $I_1$  для матеріалу за графом (рис.3), який об’єднує усі характеристики даного матеріалу. Кожній вершині (рис.3) відповідає експериментально побудована (емпірична) ППБ. Далі, побудувавши узагальнюючі індекси  $I_1, I_2, \dots, I_N$  для  $N$  матеріалів, робіт та послуг щодо термореновації будівель, можемо створювати граф, який надає універсальний показник  $\Pi$  доцільності, на базі якого стає можливим прийняти обґрунтоване управлінське рішення (рис.4).

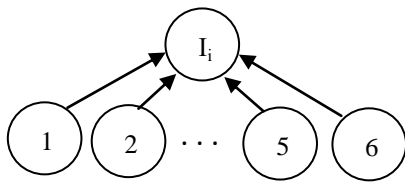


Рис.3. Граф узагальнюючого індексу для одного матеріалу

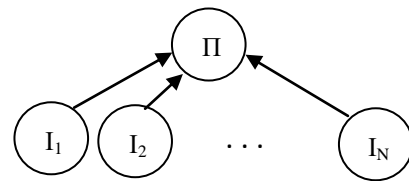


Рис.4. Граф універсального показника для  $N$  матеріалів

На наведених рис. 2–4 напрямок стрілок вказує на рух від простого до більш складного, а не навпаки. При цьому, кожній стрілці відповідає певна інформаційна величина. Другий шлях узагальнень для прийняття управлінських рішень щодо термореновації будівель може відбуватися за відповідними характеристиками для усіх матеріалів, робіт та послуг, що задіяні у процесі. Побудуємо відповідні графи для економічної характеристики – 1 аналогічно рис.2. В результаті, отримаємо емпіричні ППБ для вершин  $1_2, 1_3, \dots, 1_N$ . Узагальнюючу економічну характеристику  $1_Y$  для процесу термореновації будівлі можна отримати, скориставшись графом, який наведено на рис.5.

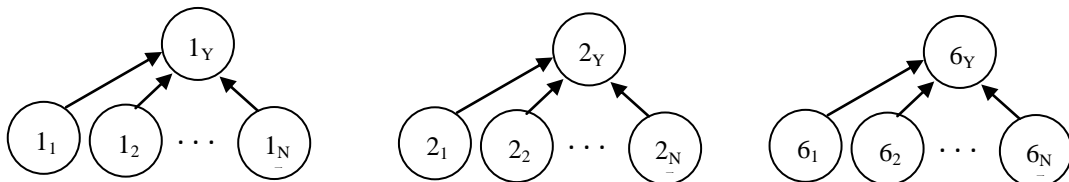


Рис.5. Графи узагальнюючих характеристик: економічної ( $1_Y$ ), екологічної ( $2_Y$ ) та інших ( $6_Y$ )

Далі, по кожному із вказаних шляхів, можна проводити узагальнення від об’єкту до ділянки, від ділянки до господарства, від

господарства до сфери господарської діяльності, від сфери до міста, тощо.

Монофакторний принцип побудови багатофакторних процесів є новим підходом у процесі моделювання, який не потребує побудови області розв'язків у вигляді системи рівнянь та нерівностей та застосування цільової функції. Не потребує аналізу факторів на предмет доцільності їхнього включення чи не включення до моделі. Цей монофакторний принцип, рухаючись від побудов емпіричних ППБ на найпростішому рівні до ППБ на більш складних рівнях, дозволяє враховувати кількість факторів від десятків до сотень тисяч, що є головною перевагою перед усіма існуючими методами побудови відповідних моделей.

**Висновки.** Запропоновано новий підхід до побудови формалізованих геометричних моделей у господарській діяльності, на прикладі термореновації будівель, що дозволить розв'язати проблему прийняття обґрунтованих управлінських рішень з урахуванням усіх без виключення факторів, що є учасниками відповідних процесів або ситуацій.

Перспективи його застосування не обмежуються тільки термореновацією. Монофакторний принцип можливо застосовувати у дослідженні проблем екології, медицини, соціології, економіки, бізнесу, промисловості, торгівлі, державному та муніципальному управлінні, тощо.

Економічний ефект від запровадження монофакторного принципу формалізованого геометричного моделювання складається зі зменшення ресурсів на програмну реалізацію, на проведення комп'ютерних експериментів з моделлю, на здійснення заходів з термореновації, тощо.

### *Література*

1. Балюба И.Г. Точечное исчисление [учебное пособие] // И.Г. Балюба, В.М. Найдыш; под ред. Верещаги В.М. – Мелитополь: Изд-во МДПУ им. Б. Хмельницького, 2015. – 234 с.
2. Лялюк О.Г. Еколого-економічні аспекти будівництва України / О.Г. Лялюк, О.Г. Ратушняк // Збірник наукових праць: «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2004. – С. 146-153.
3. Ратушняк Г.С. Еколого-економічне обґрунтування вибору теплоізоляційних матеріалів для термореновації будівель / Г.С. Ратушняк, О.Г. Чухраєва. – Вісник ВПІ - №3. – 2005 – С. 31-34.

4. Ратушняк Г.С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель [навчальний посібник]. / Г.С. Ратушняк, О.Г. Ратушняк. – Вінниця: Вид-во ВНТУ, 2006. –106 с.
5. Адоньєв Є.О. Застосування поверхонь відгуку при моделюванні сталого енергетичного розвитку міст / Є.О. Адоньєв, В.М. Верещага // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2016. – Вип. 3 (58). – С. 471-476.

## **МОНОФАКТОРНЫЙ ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ МНОГОФАКТОРНЫХ ЗАДАЧ ТЕРМОРЕНОВАЦИИ ЗДАНИЙ**

Верещага В.М., Адоньєв Е.А.

*В статье предложен монофакторный принцип построения многофакторной геометрической модели процессов термореновации зданий на основе точечного Балюбы-Найдыша исчисления с построением параболических поверхностей Балюбы и с применением теории графов.*

*Ключевые слова: точечное БН-исчисление, монофакторный принцип, многофакторная геометрическая модель, термореновация.*

## **MONOFACTOREAL PRINCIPLE OF MODELLING MULTIFACTOR PROBLEMS OF BUILDINGS' THERMORENOVATION**

Vereshyaga V., Adoniev Y.

*The article suggests mono-factorial principle of building multi-factorial geometric models of the buildings thermorenovation based on BN-point calculation with the construction of Balyuby's parabolic surfaces and using graph theory.*

*Keywords: BN-point calculation, mono-factorial principle, multi-factorial geometric model, thermorenovation.*