

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз існуючих методів моделювання енергетичної ефективності огороджувальних конструкцій будівель. Структуровано інформаційну базу знань параметрів впливу на енергетичну ефективність огороджувальних конструкцій будівель. Враховуючи, що експертні дані про параметри впливу на енергетичну ефективність огороджувальних конструкцій будівель характеризуються кількісними та якісними величинами як математичний інструментарій, для моделювання використано теорію нечітких множин та лінгвістичних змінних. Енергетична ефективність огороджувальних конструкцій будівель запропоновано використовувати функції належності за відповідними рамками, що описуються нечіткими термами.

Ключові слова: енергетична ефективність, огороджувальні конструкції, нечітка логіка, функції належності.

Abstract

The analysis of the existing methods of modeling the energy efficiency of the enclosing structures of buildings was performed. The information base of knowledge of the parameters of influence on the energy efficiency of the enclosing structures of buildings is structured. Taking into account that expert data on the parameters of influence on the energy efficiency of the enclosing structures of buildings are characterized by quantitative and qualitative values as a mathematical toolkit, the theory of fuzzy sets and linguistic variables was used for modeling. The energy efficiency of the enclosing structures of buildings is proposed to use membership functions under the appropriate framework described by fuzzy terms.

Keywords: energy efficiency, enclosing structures, fuzzy logic, membership functions.

Вступ

Одним із напрямків інвестиційної політики держави є реалізація «Програми енергозбереження [1,2]» є в будівельній галузі та житлово-комунальному господарстві, з метою оптимізації та мінімізації сумарних енерговитрат на будівництво та експлуатацію будівель за весь їх період життєвого циклу. Ідеологія мінімізації енерговитрат в будівельній сфері передбачає підвищення енергетичної ефективності будинків шляхом втілювання інноваційних технологій при влаштуванні енергоефективності зовнішніх огороджувальних конструкцій будівель [2,3,4,5,6,7,8]. Оцінювання енергетичної ефективності огороджувальних конструкцій будівель здійснюється з використанням результатів моделювання динаміки визначальних чинників теплоізоляційної оболонки на всіх етапах життєвого циклу будівель.

Метою дослідження є розроблення пропозицій стосовно моделювання енергетичної ефективності огороджувальних конструкцій будівель, які дозволять враховувати кількісні та якісні величини параметрів впливу, що можуть бути описані лінгвістичними змінними у вигляді нечітких термів та функціями належностями за відповідними рангами.

Результати досліджень

Енергоефективна будівля передбачає ефективне споживання традиційних та відновлювальних джерел енергії з використанням інноваційних технічних та технологічних рішень, які є економічно та екологічно обґрунтованими та соціально доцільними.

Відповідно до вимог сьогодення [1,2] підвищення енергоефективності проектуємих будівель та тер модернізація існуючих можливе шляхом вдосконалення теплоізоляційних властивостей зовнішніх огороджувальних конструкцій [6,8,11]. Діючі будівельні нормативні документи

регламентують величину опору теплопередачі через різні елементи огорожувальних конструкцій будівель, але при цьому не враховують їх енергетичні витрати на його забезпечення за весь період життєвого циклу будівель [2].

Вирішенню проблеми з оцінювання енергетичної ефективності огорожувальних конструкцій будівель присвячені нормативні акти [2] та результати досліджень [8,9,10,11]. Як правило, в більшості робіт енергетична ефективність огорожувальних конструкцій будівель характеризується термічним опором [2]. Цей інтегральний показник не дозволяє в повній мірі оцінити та оптимізувати енергоефективність огорожувальних конструкцій протягом життєвого циклу будівель.

При розробленні інноваційних архітектурно-будівельних рішень з вдосконалення теплоізоляційної оболонки будівель в працях зарубіжних та вітчизняних дослідників пропонується енергоефективністю огорожувальних конструкцій будівель визначати сумарними затратами енергії на будівництво, експлуатацію, реконструкцію та термомодернізацію, рециклінг матеріалів на протязі життєвого циклу будівель [11]. Наведені чинники впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель характеризуються кількісними та якісними параметрами.

Для ідентифікації складних нелінійних закономірностей при визначенні оптимальних витрат енергії на забезпечення функціонування теплоізоляційної оболонки доцільно використовувати математичний апарат методу нечіткої логіки та лінгвістичних змінних [6,12].

Кількісні та якісні параметри впливу на енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій описуються лінгвістичними змінними, для оцінки яких використовуються відповідні терми. При моделюванні закономірностей з визначення оптимального значення енергетичної ефективності цільової функції, яка формалізується відповідним термом, є сукупністю параметрів, що характеризують ступінь належності елементів універсальних множин до нечіткої множини. Ступінь належності окремих елементів до нечіткого терму обчислюється за відомими формулами [12]. Ступінь належності окремих елементів, як чинників впливу, до нечіткого терму знаходять за відомими оцінками рангів, що створюють відповідну матрицю. Для експертної оцінки елементів матриці використовують бальну шкалу Сааті. Обчислені функції належності для різних термів лінгвістичних змінних нормують на одиницю шляхом ділення їх на максимальний ступінь належності. Для наочності характеру впливу нечітких множин на цільову функцію використовують графічне зображення нечітких множин для різних лінгвістичних змінних параметрів впливу на енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій будівель.

Висновки

Запропонований математичний інструментарій моделювання енергетичної ефективності огорожувальних конструкцій будівель дозволяє враховувати кількісні та якісні чинники впливу на параметри теплоізоляційної оболонки.

Запропоновану методику доцільно враховувати при моделюванні інтелектуальної підтримки проектних рішень стосовно енергетичної ефективності огорожувальних конструкцій будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про енергетичну ефективність будівель: Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2118-19>
2. ДБН В.6 – 31:2016. Теплова ізоляція будівель.[Чинний від 2017-05-01]. Вид. Офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 33 с. (Державні будівельні норми).
3. Сергейчук О.В. Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків. Автореферат дис...д.т.н., 05.01.01. К.: 2008, 34 с.
4. Мартинов В.Л., Чирва Т.Л. Оптимізація розподілу утеплювача по теплоізоляційній оболонці енергоефективних будівель. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Вип. 102. КНУБА, 2022. с. 127-135.
5. Лісенко В.А., Суханов В.Г., Закорчений Ю.О., Вєрьовкіна С.Є. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. Одеса. «Optimum», 2015. 254 с.
6. Ратушняк Г. С., Ратушняк О. Г. Управління проектами енергозбереження шляхом термомодернізації будівель: навч. посіб. Вінниця: Універсум-Вінниця, 2006. 120 с.
7. Viks Y., Lyalyuk O., Ratushnyak G., Ratushnyak O., Lyalyuk A. Energy efficiency assessment of heat insulation building products: fuzzy-probabilistic approach. Architecture Civil Engineering Environment. 2021. № 1. P. 59-68.
8. Бікс Ю. С., Ратушняк Г. С., Лялюк О. Г., Ратушняк О. Г. Потенціал енергоефективності огорожувальних конструкцій із біосферосумісних матеріалів: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2022. – 136 с.
9. Gloyne A.R. Energy analysis of the support system. New-York-Toronto-London. 1984. 308 p.
10. Morgan R. Energy analysis of industrial activities Glasgow, UK. 1983. 164 p.

11. Ратушняк Г.С., Бікс Ю.С., Лялюк А.О. Організаційно-технологічні чинники впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель. Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». №12. 2022. с. 203-210.

12. Мітюшкін Ю.І., Мокін Б.І., Ротштейн О.П. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця. 2002. 145 с.

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, завідувач кафедри Інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, e-mail: ratusnag@gmail.com. ORCID 0000-0001-9656-5150

Бікс Юрій Семенович – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, e-mail: biksuriy@gmail.com. ORCID 0000-0002-5775-2014

Лялюк Андрій Олександрович – аспірант, Вінницький національний технічний університет. ORCID 0000-0002-4803-1629

Ratushniak Georgy Serhiyovych - Ph.D., professor, head of the Department of Engineering Systems in Construction at the Vinnytsia National Technical University, e-mail: ratusnag@gmail.com. ORCID 0000-0001-9656-5150

Biks Yuriy Semenovych - Ph.D., associate professor, Vinnytsia National Technical University, e-mail: biksuriy@gmail.com. ORCID 0000-0002-5775-2014

Lyaluk Andriy Oleksandrovich – graduate student, Vinnytsia National Technical University. ORCID 0000-0002-4803-1629