

РОЛЬ КОНТРОЛІНГУ ПІД ЧАС УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РИЗИКАМИ
В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

Мегель Ю.Є., д.т.н., проф., e-mail: megelye@gmail.com

Чалий І. В., к.т.н., доц., e-mail: ivchaly@gmail.com

Левкін А. В., к.т.н., доц., e-mail: Artur.lav@3g.ua

Левкін Д. А. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Для підвищення ефективності виробничої діяльності підприємств потрібно забезпечити підприємства високоточними програмно-апаратними засобами контролінгу можливих енергетичних ризиків. Процес розробки програмно-апаратних засобів ґрунтується на застосуванні коректних розрахункових і прикладних оптимізаційних математичних моделей технологічних процесів. Через те, що процес оптимізації управляючих параметрів складних систем забезпечується завдяки багаторазовій реалізації крайових задач в процесі пошуку локальних екстремумів функції мети і її параметрів, то у багатьох випадках коректність розрахункових математичних моделей гарантує коректність прикладних оптимізаційних математичних моделей. Забезпечення коректності математичних моделей дозволить підвищити рівень функціонування енергетичної системи в умовах невизначеності національної економіки.

Основні матеріали досліджень. В роботі досліджені деякі аспекти розв'язання задачі підвищення ефективності виробничої діяльності підприємств в умовах невизначеності національної економіки. Актуальність обраної тематики відзначена в роботах [1, 2], де запропоновані математичні моделі і методи для розрахунку і оптимізації управляючих параметрів технічних систем.

За складної просторової форми досліджуваного об'єкта під дією джерел навантаження неможливо одразу гарантувати існування єдиного розв'язку диференціального рівняння з крайових задач. З метою підвищення точності контролінгу енергетичних ризиків доцільно підвищити точність реалізації крайових задач для диференціальних рівнянь, які описують стан модельованої системи. Проте, при формалізації розрахункових математичних моделей (крайових задач) це збільшить число врахованих факторів з технологічного процесу та, як наслідок цього, ускладнить вид функції мети та системи обмежень на технічні параметри. З метою збільшення точності контролінгу енергетичних ризиків та втрат піддослідного матеріалу для здійснення варіації правої частини диференціальних рівнянь з крайових задач потрібна їх коректна постановка [3].

При визначенні та обґрунтуванні умов коректності багатоточкових крайових задач, які описують стан модельованої системи під дією дискретних джерел термічного навантаження, досить складно визначити умови коректності. Для обґрунтування умов коректності крайових задач в багатопаровому середовищі можливо скористатись теорією псевдодиференціальних операторів. З метою забезпечення адекватності розрахункових математичних моделей, що описують процес термічної дії на технічну систему, запропоновано метод дослідження задачі Коші для системи збурених псевдодиференціальних рівнянь. Це дозволить визначити та обґрунтувати умови коректності вказаної задачі.

Авторами визначені умови коректності багатоточкових крайових задач з диференціальними рівняннями, обґрунтовані умови існування коректної крайової задачі для довільних параболических рівнянь, з'ясовано чим доцільно збурювати праву частину основного диференціального рівняння крайової задачі, щоб крайова задача залишилась коректною. Визначено, що дана крайова задача коректна в просторах узагальнених функцій за достатньо малими збуреннями. Це гарантує адекватність реалізації прикладних оптимізаційних математичних моделей. Отримані результати дозволять застосувати метод параметрикса для

коректної постановки крайової задачі рівнянь теплопровідності, яка є основою розрахункової математичної моделі, наприклад, для кулястого матеріалу з неоднорідними включеннями.

Наведемо методику для контролінгу енергетичних ризиків при виробничій діяльності підприємств. Сформуємо вихідні дані про модельовану систему, а саме, про: просторову форму піддослідного матеріалу; геометричні розміри матеріалу; кроки дискретизації матеріалу; коефіцієнти, що входять у постановку вихідної крайової задачі; параметри обчислювального процесу для чисельної реалізації крайової задачі; параметри обчислювального процесу для чисельної реалізації крокового методу оптимізації; критерії припинення пошуку локального екстремуму й перебору локальних екстремумів. Задають перше наближення компонентів вектора параметрів термічного навантаження. Ця вихідна інформація може бути сформована на основі експертного оцінювання результатів застосування подібної лазерної технології та погоджена з можливостями застосовуваних існуючих технічних засобів. Після цього здійснюється аналіз виконання заданої системи двосторонніх обмежень на компоненти вектора параметрів функції мети. Якщо обмеження на параметри не виконуються, то здійснюється повернення до попереднього блоку завдання вихідних значень параметрів й процес повторюється. Якщо ж обмеження виконуються і технічні засоби дозволяють забезпечити завдання цих значень параметрів, то здійснюється перехід до наступного блоку розв'язку відповідної крайової задачі. Для цього на основі попередньо заданих вихідних даних здійснюється формування й розв'язання крайової задачі, яка описує температурне поле в матеріалі під дією джерел термічного навантаження. За багатошарової будови піддослідного матеріалу та наявності специфічних особливостей процесу термічного навантаження (зони заборони на рух лазерного променя, наявності мікрочастин на зовнішній оболонці матеріалу), для розв'язання крайових задач доцільно використати метод Фур'є відокремлених змінних і метод невизначених коефіцієнтів.

Відповідно до виду функції мети здійснюється пошук і аналіз її локальних екстремумів. Отримані значення локальних екстремумів аналізуються за наперед заданим критерієм припинення пошукового процесу перебору локальних екстремумів. Якщо відповідний критерій виконується, то процес оптимізації припиняється й на виході фіксується оптимальне значення функції мети і вектор оптимальних параметрів. Якщо ж критерій не виконується – здійснюється корекція нових значень параметрів й далі обчислювальний процес повторюється. Пошук локальних екстремумів функції мети здійснюється до поки не буде досягнута зазначена заздалегідь точність оптимізацій або не буде вичерпаний відведений на оптимізацію час. Таким чином, за злічену кількість ітерацій з формування та розв'язання крайових задач, отримуємо оптимальні значення технічних параметрів функції мети.

Висновок. Застосування результатів дослідження авторів дозволить підвищити ефективність контролінгу у частині забезпечення точності і відповідності нормативам енергетичних показників. Це мінімізує енергетичні ризики при забезпеченні технологічних процесів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Каменева І. П., Артемчук В. О. Проблема інформативності та визначення інформативних структур для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки. *Електронне моделювання*. 2022. Т. 44. №3. С. 50–64. <https://doi.org/10.15407/emodel.44.03.050>
2. Scoblo T. S., Klochko O. Y., Romanchenko V. N., Belkin E. L. Features of the carbide phase degradation under heating and deformation. *Letters on Materials*. 2021. Vol. 11, No. 1. Pp. 22–27. <https://doi.org/10.22226/2410-3535-2021-1-22-27>
3. Мегель Ю. Е., Пуятин В. П., Левкин Д. А., Левкин А. В. Математическое моделирование и оптимизация параметров действия лазерного луча на многослойные биоматериалы. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: «Механіко-технологічні системи та комплекси»*. Х.: НТУ «ХПІ», 2017. No. 20(1242). С. 60–64.