ність, можливості масштабування, розширення географічного охоплення та стратегічне партнерство, сприяючи розвитку інноваційних рішень та стимулюючи ріст бізнесу.

Отже, сервіси хмарних обчислень відіграють ключову роль у сучасній індустрії, надаючи підприємствам можливість ефективно використовувати обчислювальні ресурси та підвищувати їх конкурентоспроможність. Незважаючи на це, використання хмарних сервісів вимагає уваги до викликів та можливостей, що можуть виникати під час їх впровадження та використання.

З розвитком технологій та вдосконаленням підходів до безпеки й оптимізації сервіси хмарних обчислень продовжать займати центральне місце в індустріальному ландшафті, впливаючи на розвиток бізнесу та інновацій.

Список використаних джерел

1. Що таке хмарні технології? Переваги та недоліки хмарних сервісів. *Офіційний сайт Edin.* URL: https://edin.ua/shho-take-xmarni-texnologi%D1%97-i-navishho-voni-potribni/ (дата звернення: 29.04.2024).

2. Бунке О. Переваги хмарних технологій при використанні у Internet of Things (IoT). *Технічні науки та технології.* 2019. № 1. С. 127–133.

3. Костін К. Хмарні обчислення: історія, можливості, перспективи. *Офіційний сайт Anywhereclub.* URL: https://aw.club/global/uk/blog/cloud-computing-history-opportunities-benefits (дата звернення: 29.04.2024).

4. Белов Д. Хмарні сервіси: які тренди впливатимуть на розвиток ринку у 2023 році. *Офіційний сайт SPEKA.* 25 січня 2023. URL: https://speka.media/trendi-yaki-vplivayut-na-rozvitok-rinku-xmarnix-servisiv-u-2023-9dyze9 (дата звернення: 29.04.2024).

УДК 004.6

Балюра Б. П., *здобувач 2 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки,*
науковий керівник:
Горяшин А. С., *асистент кафедри інформаційних технологій*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ХОРД У РОЗВ'ЯЗАННІ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИХ АЛГЕБРАЇЧНИХ РІВНЯНЬ У ФІНАНСОВІЙ АНАЛІТИЦІ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Фінансова аналітика в сучасному світі відіграє ключову роль у прийнятті стратегічних рішень, які мають значний вплив на економічні процеси та ринкові умови. Однак багато задач у цій області вимагають розв'язання складних систем нелінійних алгебраїчних рівнянь, що часто виникають у зв'язку з моделюванням фінансових процесів, оцінкою ризиків, управлінням портфелем та інвестиційним аналізом. Знаходження точних розв'язків цих систем є важливим завданням для фахівців у галузі фінансів, оскільки від цього залежить ефективність прийнятих рішень та рентабельність інвестицій. Однак через складність та неоднорідність таких систем традиційні аналітичні методи не завжди є дієвими для їх розв'язання. Тому великого значення набувають числові методи, які допомагають ефективно наближати розв'язки систем нелінійних рівнянь. Один із таких методів – метод хорд. Цей метод базується на ідеї лінійної апроксимації функції ітераційними процесами та дає змогу знаходити корені рівнянь, навіть у випадках, коли аналітичні методи стають непрактичними.

Метод хорд – це числовий метод для знаходження наближеного розв'язку нелінійних рівнянь. Основна ідея методу полягає в тому, щоб замінити нелінійне рівняння лінійним шляхом побудови секансів – прямих лінійних відрізків, які з'єднують дві точки на графіку функції. Далі метод хорд використовує ітераційний процес, щоб апроксимувати корінь шляхом обчислення перетину секансу з віссю абсцис.

Принцип роботи методу хорд такий:

1. Обираються дві початкові точки x_0 і x_1, які лежать по різні сторони від шуканого кореня рівняння.

2. Проводиться пряма, яка проходить через ці дві точки і перетинає вісь абсцис у точці x_2, що є наближенням кореня.

3. Повторюються кроки 1 і 2 з використанням нової пари точок x_1 і x_2, доки не досягнута задана точність або обмежена кількість ітерацій.

Порівняно з іншими числовими методами, як-от метод Ньютона або метод дотичних, метод хорд може бути менш ефективним у деяких випадках через його повільну збіжність. Однак він може бути більш стійким у випадках, коли функція має вузький діапазон збіжності.

Метод хорд базується на принципі інтерполяції Лагранжа. Згідно з цим принципом, секанс може бути розглянутий як лінійне наближення до функції між двома точками. Застосовуючи інтерполяційний метод, можна отримати аналітичний вираз для точки перетину секансу з віссю абсцис. Далі шляхом ітераційного підходу можна знаходити все ближчі наближення до кореня, збільшуючи точність розв'язку [1].

У фінансовій аналітиці часто виникають складні системи нелінійних рівнянь, які моделюють різноманітні фінансові процеси та інвестиційні стратегії. Наприклад, рівняння для обчислення вартості фінансових інструментів, як-от опціони чи облігації, можуть бути нелінійними через умови виплат та динаміку ринку. Також управлінням портфелем та ризиками часто супроводжуються складні рівняння, що враховують стохастичні процеси та оптимізаційні умови, які можуть бути нелінійними.

Приклади застосування методу хорд для розв'язання конкретних фінансових задач:

1. Оцінка вартості опціонів. Метод хорд може бути застосований для обчислення ціни опціонів, яка часто визначається шляхом розв'язання нелінійного рівняння, наприклад, рівняння Блека–Шоулза для європейських опціонів.

2. Моделювання фінансових потоків. У фінансових моделях часто виникають складні системи рівнянь для розрахунку дисконтування майбутніх грошових потоків чи визначення оптимального розподілу активів у портфелі.

3. Оптимізація інвестиційних стратегій. Метод хорд може бути використаний для розв'язання рівнянь, які виникають під час оптимізації інвестиційних

стратегій, як-от рівняння для максимізації очікуваної доходності за певних обмежень на ризик.

Переваги використання методу хорд у фінансовій аналітиці включають його простоту та інтуїтивність, що дають змогу швидко отримувати наближені розв'язки нелінійних рівнянь. До того ж метод хорд може бути менш чутливим до початкового наближення, порівняно з іншими методами, як-от метод Ньютона. Проте метод хорд може мати обмеження у швидкості збіжності, особливо у випадку, коли функція має складну структуру або вузький діапазон збіжності. Також для деяких складних фінансових моделей метод хорд може виявитися менш ефективним, порівняно з іншими числовими методами, як-от метод Ньютона чи метод дотичних [2].

Один із практичних прикладів застосування методу хорд у фінансовій аналітиці – це розрахунок внутрішньої ставки дохідності (IRR) для інвестиційного проєкту. Припустимо, ми маємо такі дані:

– інвестиція: $100 000;

– очікувані виплати: $30 000 на другий рік, $40 000 на третій рік, $50 000 на четвертий рік.

Ми хочемо знайти внутрішню ставку дохідності (IRR), яка робить чисту сучасну вартість (NPV) проєкту рівною нулю. Для цього ми можемо скористатися методом хорд. Почнемо з двох початкових значень ставки дисконту: $IRR_1 = 0.1$ (10 %) та $IRR_2 = 0.2$ (20 %). Застосовуємо метод хорд для знаходження кореня рівняння NPV, ітеративно обчислюючи нові значення ставки дисконту, що наближаються до значення IRR. Повторюємо цей процес до досягнення заданої точності або фіксованої кількості ітерацій. Коли досягнемо необхідної точності, значення ставки дисконту, за якого NPV стає нульовим, буде оцінкою внутрішньої ставки дохідності (IRR) для цього проєкту [3].

Приклад реалізованого процесу, написаний на мові Python, який обчислює NPV та застосування методу хорд для знаходження кореня рівняння, наведено на рис. 1.

```
def npv(rate, cashflows):
   return sum([cf / (1 + rate) ** i for i, cf in enumerate(cashflows)])
def irr(cashflows, guess1=0.1, guess2=0.2, tol=0.0001, max_iter=100):
   for i in range(max_iter):
      f_guess1 = npv(guess1, cashflows)
      f_guess2 = npv(guess2, cashflows)
      new_guess = guess2 - f_guess2 * (guess2 - guess1) / (f_guess2 - f_guess1)
      if abs(new_guess - guess2) < tol:
         return new_guess
      guess1 = guess2
      guess2 = new_guess
   return None
cashflows = [-100000, 30000, 40000, 50000]
irr_rate = irr(cashflows)
if irr_rate is not None:
   print("Внутрішня ставка дохідності (IRR): {:.2%}".format(irr_rate))
else:
   print("Не вдалося знайти внутрішню ставку дохідності.")
```

Рис. 1. Застосування методу хорд для знаходження кореня рівняння під час обчислення NPV

Результат:

```
Внутрішня ставка доходності (IRR): 8.90%
```

Метод хорд виявляється швидким та простим інструментом для розв'язання систем нелінійних алгебраїчних рівнянь у фінансовій аналітиці, здатним забезпечити швидке наближене розв'язання. Проте він може бути менш ефективним у складних моделях, тому рекомендується використовувати його разом з іншими методами для досягнення більшої точності.

Список використаних джерел

1. Kincaid D., Cheney W. Numerical Analysis: Mathematics of Scientific Computing. American Mathematical Society. 2002.
2. Brigham E. F., Houston J. F. Fundamentals of Financial Management. Cengage Learning. 2018.
3. Hull J. C. Options, Futures, and Other Derivatives. Pearson Education. 2017.

УДК 004.6

Клименко А. Р., *здобувачка 2 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки,*
науковий керівник:
Фриз І. В., *канд. фіз.-мат. наук, старший викладач кафедри інформаційних технологій*

НАБЛИЖЕНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ У ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Системи лінійних рівнянь є основними складниками різних галузей прикладних досліджень, включно з інженерією, фізикою, економікою та ін. Ці системи часто є великими та складними, що робить точні методи розв'язання непрактичними. Відповідно, щоб полегшити роботу з великою кількістю даних, були розроблені наближені методи, які ефективно надають розв'язання з прийнятною точністю.

Найбільш приваблива особливість ітераційних (наближених) методів полягає в тому, що весь обчислювальний процес зводиться до повторюваної послідовності відносно простих дій (ітераційних кроків), як-от множення матриці на матрицю або матриці на вектор.

Основною ідеєю методів наближеного розв'язання є те, що рішення системи:

$$Ax = b,$$

де A – матриця коефіцієнтів, x – вектор невідомих, b – вектор вільних членів, знаходиться як границя послідовних наближень $x^{(n)}$ при $n \to \infty$, де n – номер ітерації. Щоб застосувати ітераційні методи, необхідно задати початкове значення невідомих $x^{(0)}$ і точності обчислень $\varepsilon > 0$. Обчислення проводяться доти, поки не буде виконана оцінка: