

УДК 004.4

РОЗРОБЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Резанова В.Г., кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

Мушта П.І., студент
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: диференціальні рівняння, чисельні методи, метод Ейлера, метод Рунге–Кутта, програмне забезпечення, інформаційні системи.

У роботі розглянуто процес розробки програмного забезпечення для чисельного розв'язання диференціальних рівнянь. Проаналізовано сучасні чисельні методи, досліджено їх точність та ефективність. Запропоновано архітектуру програмного продукту, що забезпечує гнучкість, масштабованість та зручність використання. Реалізовано модулі обчислення та візуалізації результатів. Отримані результати можуть бути використані в інформаційних системах наукового та інженерного призначення.

Диференціальні рівняння є важливим інструментом математичного моделювання процесів у фізиці, техніці, біології та економіці. У більшості практичних випадків аналітичний розв'язок таких рівнянь є складним або неможливим, що зумовлює необхідність використання чисельних методів [1]. У зв'язку з цим актуальним є створення програмного забезпечення, яке забезпечує ефективне, точне та зручне розв'язання диференціальних рівнянь у рамках сучасних інформаційних систем.

Аналіз чисельних методів

Для розв'язання звичайних диференціальних рівнянь використовуються різні чисельні методи, серед яких:

- метод Ейлера простий у реалізації, але має низьку точність і обмежену стабільність;
- модифікований метод Ейлера покращує точність за рахунок урахування середнього нахилу;
- метод Рунге–Кутта забезпечує високу точність і є одним із найбільш поширених методів [2];
- багатокрокові методи дозволяють зменшити обчислювальні витрати при збереженні точності.

Кожен із методів має свої особливості, що впливають на швидкість обчислень, точність та стійкість розв'язку.

Розробка програмного забезпечення

У роботі розроблено програмне забезпечення для розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Архітектура системи включає такі модулі: модуль введення початкових умов і функції; обчислювальний модуль (реалізація чисельних методів); модуль контролю похибки; модуль

візуалізації результатів; інтерфейс користувача. На рис. 1 наведено візуалізацію результатів роботи програми.

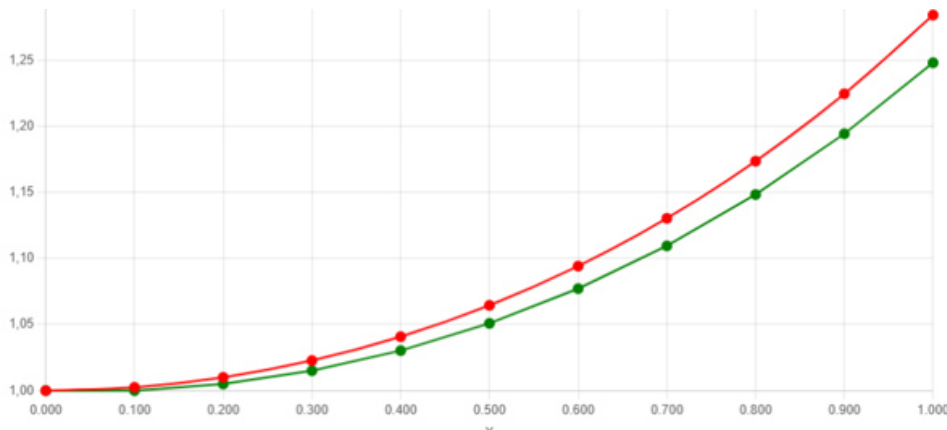


Рисунок 1 – Візуалізація програмного розв'язання диференціальних рівнянь: червона крива – точний розв'язок, зелена крива – чисельний (наближений) розв'язок

Особливістю системи є можливість вибору чисельного методу та адаптивного кроку інтегрування. Це дозволяє підвищити точність результатів і зменшити обчислювальні витрати. Реалізацію виконано з використанням сучасної мови програмування C++ [3], що забезпечує високу ефективність та зручність розширення функціоналу.

Результати експериментальних досліджень

Проведено експериментальне дослідження ефективності реалізованих методів. Порівняльний аналіз показав, що:

- метод Ейлера характеризується значною похибкою при великих кроках;
- метод Рунге–Кутта забезпечує оптимальне співвідношення точності та швидкості;

Результати підтверджують доцільність використання комбінованого підходу до розв'язання диференціальних рівнянь.

Таким чином, у роботі проаналізовано основні чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь; розроблено програмне забезпечення з модульною архітектурою; реалізовано механізми підвищення точності обчислень.

Запропоноване програмне забезпечення може бути використане в інформаційних системах для моделювання складних процесів. Перспективами подальших досліджень є розширення функціоналу системи, зокрема розв'язання систем диференціальних рівнянь та використання паралельних обчислень.

Список використаних джерел

1. Boyce W. E., DiPrima R. C., Meade D. B. Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems. – Wiley, 2017, 625 p.
2. Butcher J. C. Numerical Methods for Ordinary Differential Equations. – Wiley, 2008, 484 p.
3. B. Stroustrup Tour of C++ Addison-Wesley Professional, 2023. – 320 p