

# ОЦІНКА ШВИДКОДІЇ АЛГОРИТМІВ ОБЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ПОХИБОК У ПРОГРАМАХ КОМП'ЮТЕРНОГО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Ніконов О.Я.<sup>1</sup>, Мнушка О.В.<sup>1</sup>, Савченко В.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Харківський національний*

*автомобільно-дорожній університет, м. Харків,*

<sup>2</sup>*Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків*

У статистичних методах математичного моделювання виникає задача обчислення функції помилок  $\text{erf}$ , зокрема, при побудові інформаційних карт імовірності помилки систем супутникового мобільного зв'язку, для якої не існує аналітичного розв'язку, що вимагає застосування різних наближень цієї функції, від вибору яких залежить не тільки точність обчислень, але й швидкодія програми моделювання.

Найбільш часто функція  $\text{erf}$  апроксимується рядами й мінімаксними поліноміальними наближеннями, наприклад, раціональною чебышевською апроксимацією, запропонованою W.J. Cody, яка стала де-факто стандартною для реалізації бібліотечної функції  $\text{erf}()$  у мовах програмування. Недоліком її застосування є фіксована точність одержуваного результату (до 19-20 десяткових розрядів), що не завжди достатньо. Для подолання зазначеного недоліку використовують алгоритми обчислень із довільною точністю, реалізовані в бібліотеках чисельних методів, заснованих на GMP (GNU бібліотека арифметики з довільною точністю), MPFR (бібліотека мови C/C++ для обчислень із довільною точністю й коректним округленням результату), MPC (бібліотека для обчислень із комплексними числами з довільною точністю) і т.д.

Авторами проведений аналіз швидкодії реалізації алгоритму обчислень функції помилки  $\text{mpfr\_erf}$  (MPFR) і апроксимації, запропонованої W.J. Cody. Значення функції помилки обчислювалося з точністю 32 (7-8 десяткових розрядів), 53 (15-16 дес. розр.) і 64 (19-20 дес. розр.) біта, що відповідає базовим числовим типам даних мови C/C++. Було проведено 50 випробувань, у кожному з яких обчислювалося значення функції помилки в циклі 100000 раз. Збільшення довжини мантиси від 23 до 64 розрядів збільшує середній час обчислень приблизно в 5 раз, при цьому, час обчислень функції на основі апроксимації запропонованої W.J. Cody, на порядок менше для будь-яких типів дійсних чисел у порівнянні з функцією  $\text{mpfr\_erf}$ . Таким чином, застосування арифметики з довільною точністю на основі стандартних бібліотек не задовольняє вимог до швидкодії і вимагає розробки оптимізованих за цим критерієм алгоритмів.