

небезпечні атмосферні явища, оцінювати рівень забруднення повітря у містах та промислових регіонах, а також підтримувати розробку заходів зі зниження негативного впливу промислових і транспортних викидів. Крім того, вона має значний потенціал для використання у наукових дослідженнях та освітніх програмах, сприяючи розвитку приладобудування та вдосконаленню екологічного моніторингу атмосфери.

У майбутньому концепція може бути розширена за рахунок використання поляриметрів «все небо» на основі сучасних CMOS-матриць (наприклад, SONY), що дозволить відмовитися від механічних поворотів і спростить конструкцію [6]. Передбачено можливість інтеграції з космічними місіями (наприклад, Aerosol-UA), що забезпечить узгодженість наземних та орбітальних даних. Також планується застосування алгоритмів машинного навчання для адаптивної обробки даних та автоматичного виявлення аномалій. У подальшому можливе розгортання мережі пунктів у різних регіонах світу для створення глобальної системи моніторингу аерозолів.

Ключові слова: мультиспектральна поляриметрія, автоматизація, атмосферний аерозоль, панорамна поляриметрія, автоматизований пункт, паразитні засвітки, моніторинг атмосфери.

Література

- [1] Syniavskiy, I., Oberemok, Y., Danylevsky, V., Bovchaliuk, A., Fesianov, I., Milinevsky, G., ... & Ivanov, Y. (2021). Aerosol-UA satellite mission for the polarimetric study of aerosols in the atmosphere. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 267, 107601.
- [2] Perumpully, S. J., & Gautam, S. (2025). Impact of aerosols on atmospheric processes and climate variability: A synthesis of recent research findings. *Geosystems and Geoenvironment*, 4(1), 100317.
- [3] <https://www.cimel.fr/solutions/ce318-t/#specifications>.
- [4] <https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>.
- [5] Зображення створено за допомогою DaVinci Ultra (<https://davinci.ai/app/image-generator>), 20.04.2026 р.
- [6] Stockmans, T., Scheinowitz, N., van der Linden, E., Malysheva, I., Strelow, K., Smit, M., & Snik, F. (2024, June). Sub-percent characterization and polarimetric performance analysis of commercial micropolarizer array detectors. In *Polarization: Measurement, Analysis, and Remote Sensing XVI* (Vol. 13050, pp. 32-62). SPIE.

УДК 004.02

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИСЛОВОГО ІНТЕГРУВАННЯ РІВНЯНЬ ОБЕРТОВОЇ КРАПЛІ В СЕРЕДОВИЩІ LABVIEW

Білищук В. Б.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна,*

E-mail: viktor.bilishchuk@nung.edu.ua

Різноманітні чисельні методи використовують для наближеного або точного розв'язування задач прикладної математики. З їх допомогою розв'язують багато

різних задач, наприклад: лінійні та нелінійні рівняння та їх систем, інтерполяцію та апроксимацію функцій, чисельне інтегрування та обчислення похідних, чисельний розв'язок диференціальних і інтегральних рівнянь та систем, задачі оптимізації. Однією із таких задач є чисельне інтегрування рівнянь обертової краплі в методах дослідження поверхневих явищ рідин. Існують спеціалізовані середовища розробки прикладних додатків для математичних обчислень: MathCad, Maple, Python, і інші: C++, Java, тощо. Можливість застосування графічних середовищ розробки для розробки прикладного програмного забезпечення особливо заслуговує на увагу. Одним із таких середовищ є LabView.

Метою роботи є розроблення прикладного додатку в середовищі LabView для чисельного інтегрування рівнянь обертової краплі при дослідженні поверхневих явищ методом обертової краплі.

В цьому методі чисельне інтегрування використовують для знаходження розв'язку такої системи рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{d\varphi}{dl_c} = K_c - \frac{x_c^2}{2} - \frac{\sin \varphi}{x_c}, \\ \frac{dx_c}{dl_c} = \cos \varphi, \\ \frac{dz_c}{dl_c} = \sin \varphi, \end{cases} \quad (1)$$

де φ — кут між віссю обертання краплі та нормаллю, проведеною до контуру обертової краплі в точку з координатами x_c, z_c ; l_c — довжина дуги меридіана профілю обертової краплі від її вершини; K_c — кривизна поверхні обертової краплі в омболічній точці.

Для проведення досліджень було розроблено програму в LabView, яка дозволяє здійснювати чисельне інтегрування рівнянь обертової краплі (1) методом Рунге-Кутти різних порядків. Інтерфейс програми (лицьова панель віртуального приладу) представлений на рис. 1. Застосування алгоритмів чисельного інтегрування різних порядків дозволить оцінювати точність зроблених розрахунків і вибирати оптимальний метод розрахунку.

Особливості розробленого прикладного додатку такі:

- чисельне інтегрування рівнянь (1) з постійним або змінним кроком інтегрування;
- обчислення координат точок профілю обертової краплі;
- представлення результатів в графічній і табличній формі;
- задавання порядку інтегрування методу Рунге-Кутти;
- задавання кроку інтегрування.

Порівняння результатів розрахунків здійснювалось з даними опублікованими в роботі [1], які взяті як еталонні.

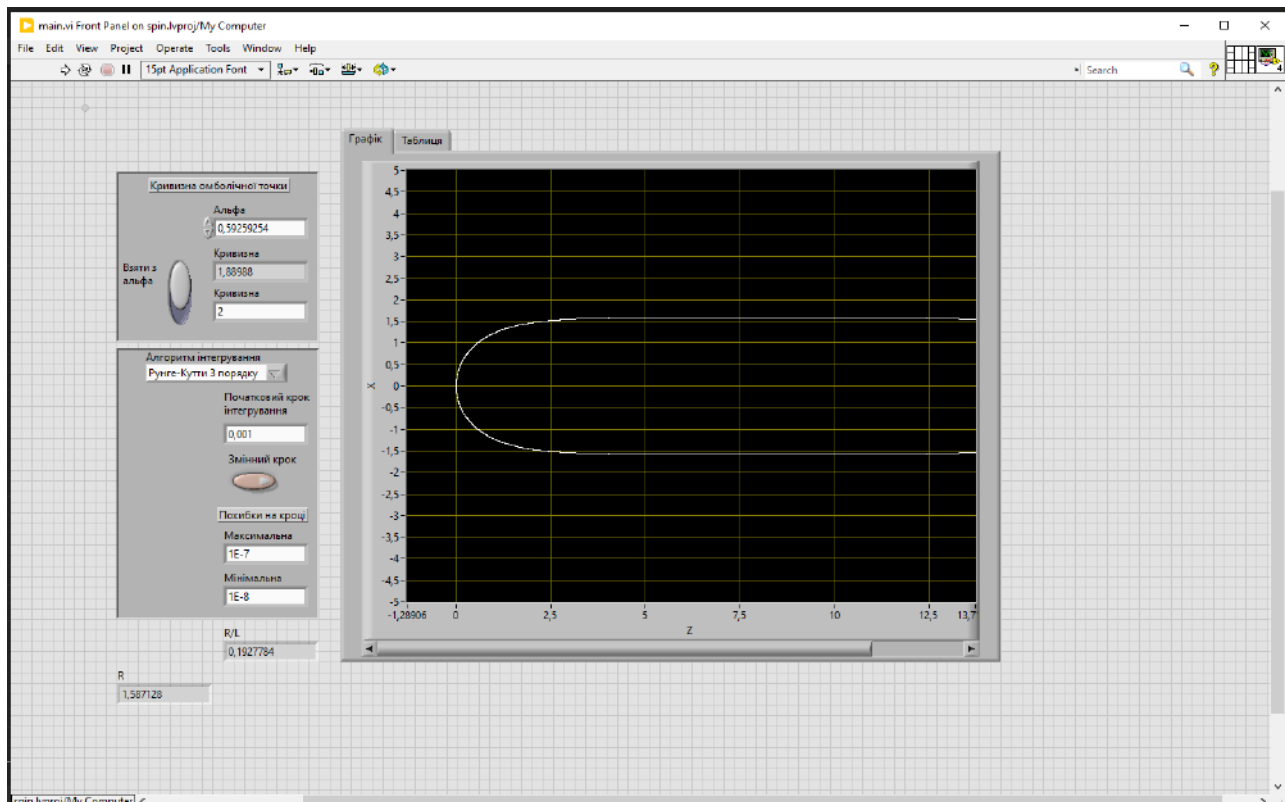


Рис. 1. Інтерфейс додатку в LabView

В роботі [1] приведено таблиці результатів розрахунку радіусів обертових крапель як залежність від параметра α : $R^*=f(\alpha)$. Між α і K_c в (1) існує така залежність: $\alpha = 4 / K_c^3$. Для оцінювання похибки чисельного інтегрування для різних α розраховували відносну похибку:

$$\Delta = \frac{|R_c - R^*|}{R^*}$$

де R^* – радіус краплі в роботі [1], R_c – розрахований радіус краплі використаним методом інтегрування.

Дослідження проводились для методів Рунге-Кутти 1-4 порядку з постійним кроком інтегрування 0,01, 0,001, 0,0001 по dl_c для різних α в діапазоні від 0,000999 до 0,59252203. Менші значення α відповідають профілю обертової краплі у вигляді кульки, а вищі – витягнутого з циліндричною частиною. Узагальнені результати приведені на рис 2.

Як видно з результатів інтегрування методами Рунге-Кутти 1 і 2 порядку є незадовільними з точки зору забезпечення необхідної точності. При кроках інтегрування 0,01 і 0,001 по параметру dl_c програма не змогла здійснити необхідні обчислення для всього діапазону значень α .

Похибки обчислень, виконані методами Рунге-Кутти 3 і 4 порядків є досить подібними і достатня точність обчислень радіусу обертової краплі забезпечується при використанні методу Рунге-Кутти 3-го порядку і кроку інтегрування $dl_c=0,01$.

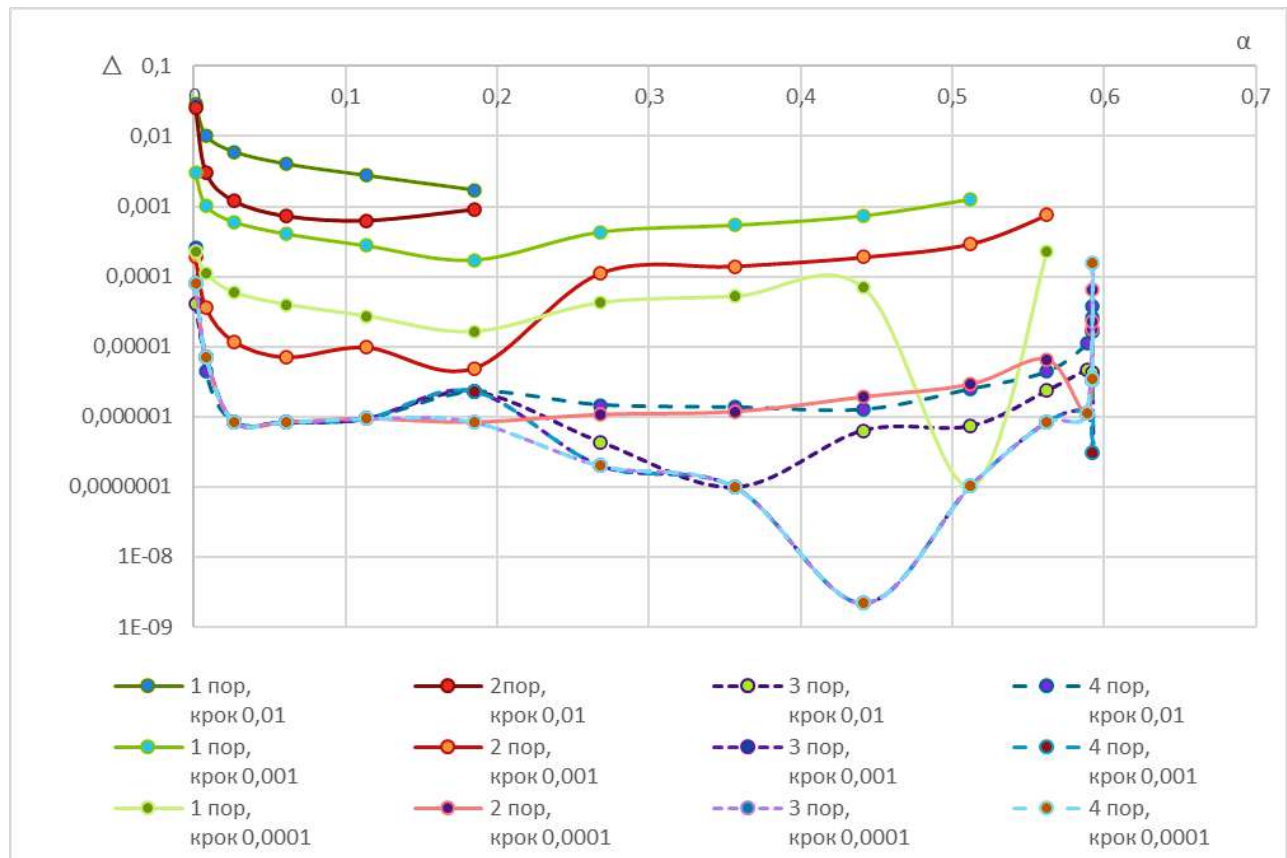


Рис. 2. Графічні залежності похибок обчислення радіусів обертових крапель числовими методами інтегрування

Дослідження проводились для методів Рунге-Кутти з постійним кроком інтегрування, отже методи зі змінним кроком інтегрування можуть бути темою майбутніх досліджень.

Література

- [1] J. C. Slattery and J.-D. Chen, “Alternative solution for spinning drop interfacial tensiometer,” *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 64, no. 2, pp. 371–373, 1978.

UDC 621.9.08:658.562

INTELLIGENT SYSTEM FOR CONTROLLING SURFACE ROUGHNESS PARAMETERS OF PARTS BASED ON MULTI-TASK NEURAL NETWORKS

Polushko M.M, Shevchenko V.V.

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

E-mail: polushkomykola@gmail.com, shevchenko.vadim.pbf@gmail.com

In modern high-tech instrument-making, ensuring a given surface roughness is a critically important stage that directly affects the operational reliability, wear resistance and fatigue strength of parts [1]. The traditional approach to controlling roughness parameters is usually based on post-processing analysis, when measurements are taken after the completion of the machining operation using contact profilometers or optical systems. This approach creates significant time