

УДК 623.451: 519.6

Тур І.М., наук. кер. Фролов В.К., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

e-mail: ivantur2@gmail.com, v.k.frolov@gmail.com

КАЛЬКУЛЯТОР ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛУ РЕЛЕЯ

При обробленні поверхонь деталей неминуче з'являються деякі коливання геометричних параметрів та фізико-механічних властивостей, що відображають закономірності відповідного технологічного процесу і обумовлені впливом випадкових та детермінованих факторів. В результаті спостерігаються відхилення від заданих норм та умов креслення.

Забезпечення точності механічного оброблення деталей за рахунок зменшення похибок є однією з задач інженера-технолога. Однак більшість похибок є неконтрольованими, адже носять випадковий характер. Випадкові виробничі похибки виникають під дією різних факторів впливу (неоднорідності матеріалів, відхилень параметрів оснащення, коливань технологічних режимів оброблення, неточності вимірів тощо). За таких умов попередню оцінку якості виготовленої продукції проводять за допомогою методів статистичного аналізу [1].

Закон розподілу Релея використовується у випадках аналізу відхилення від ексцентриситету, биття поверхонь деталей, значень непаралельності та неперпендикулярності двох поверхонь, овальності, конусоподібності тощо [2].

Розподіл за законом Релея формується зокрема тоді, коли випадкова величина R є радіус-вектором при двомірному нормальному розподілі Гауса, тобто якщо вона являє собою геометричну суму двох випадкових величин X та Y :

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}.$$

При цьому величини X та Y мають бути некорельованими, їх математичні очікування повинні дорівнювати нулю:

$$M_X = M_Y = 0,$$

а дисперсії – одна одній:

$$\sigma_X^2 = \sigma_Y^2 = \sigma_0^2.$$

Розподіл Релея, на відміну від розподілу Гауса, однопараметричний, його математичне очікування M (експериментальне середнє арифметичне значення \bar{r}) і дисперсія σ_r^2 (експериментальна оцінка дисперсії S_r^2) залежать від дисперсій

двовірного нормального закону:

$$M = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma_0 = 1,253 \sigma_0,$$

$$\sigma_r^2 = \left(2 - \frac{\pi}{2}\right) \sigma_0^2 = 0,429 \sigma_0^2.$$

Середньоквадратичні відхилення пов'язані залежностями:

$$\sigma_r = 0,655 \sigma_0,$$

$$\sigma_0 = 1,527 \sigma_r.$$

Величина поля розсіювання складає:

$$\omega_r = Z_q \sigma_0,$$

де $Z_q = \sqrt{-2 \ln(1 - q)}$,

q – прийнята надійна ймовірність.

При $q = 0,95$ отримаємо: $Z_q = 2,447$.

Тоді:

$$\omega_r = 2,447 \sigma_0$$

або

$$\omega_r = 3,737 \sigma_r.$$

Розрахунок всіх величин та значень, що потрібні для побудови графіків розподілу, та сама їх побудова без використання спеціального програмного забезпечення є досить важким, громіздким та непродуктивним заняттям. Складність розрахунків може призвести до появи похибок в результатах.

Метою даної роботи є автоматизація оброблення експериментальних даних, що підпорядковуються розподілу Релея.

Програма «Rayleigh Distribution Calculator» [3] розроблена в середовищі Microsoft Visual Studio 2015 на основі мови програмування C#. Вона призначена для автоматизації розрахунку та побудови експериментального, згладженого експериментального та теоретичного графіків розподілу випадкової величини за законом Релея. Завдяки простому та зрозумілому інтерфейсу (рис. 1), процес розрахунків не потребує значних зусиль, займає небагато часу та приносить гарантовано точний результат.

Для початку роботи комп'ютерної програми користувачем мають бути введені ідентифікаційні дані (ПБ, навчальна група) та обрана кількість значень вихідних даних (розмір вибірки). Наступним кроком є заповнення таблиці вихідних даних в ручному режимі або завантаження даних з текстового файлу

(рис. 2). Кожному рядку повинно відповідати лише одне значення без будь-яких розділових знаків, окрім десяткового розділювача (крапка або кома). При використанні текстового файлу важливим є те, щоб кількість значень (рядків) у ньому відповідала одному з дискретних значень, дозволених програмою.

В програмі передбачена можливість збереження введених в таблицю даних у файл з розширенням .txt або очищення вікна програми від результатів розрахунку та побудованих графіків.

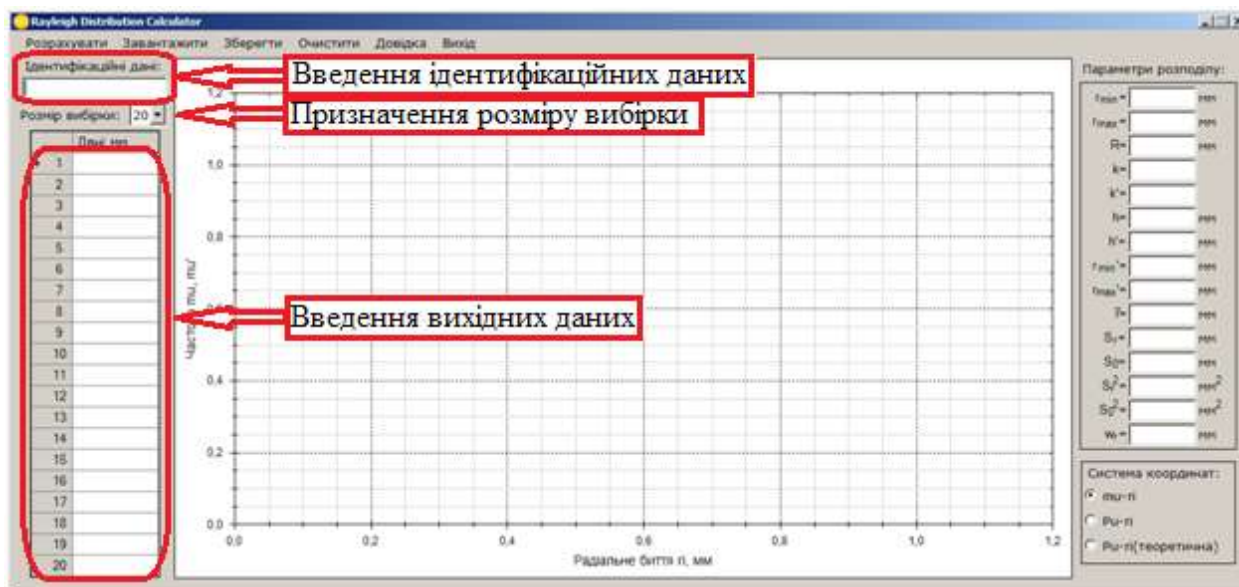


Рис. 1. Інтерфейс головного вікна програми «Rayleigh Distribution Calculator»

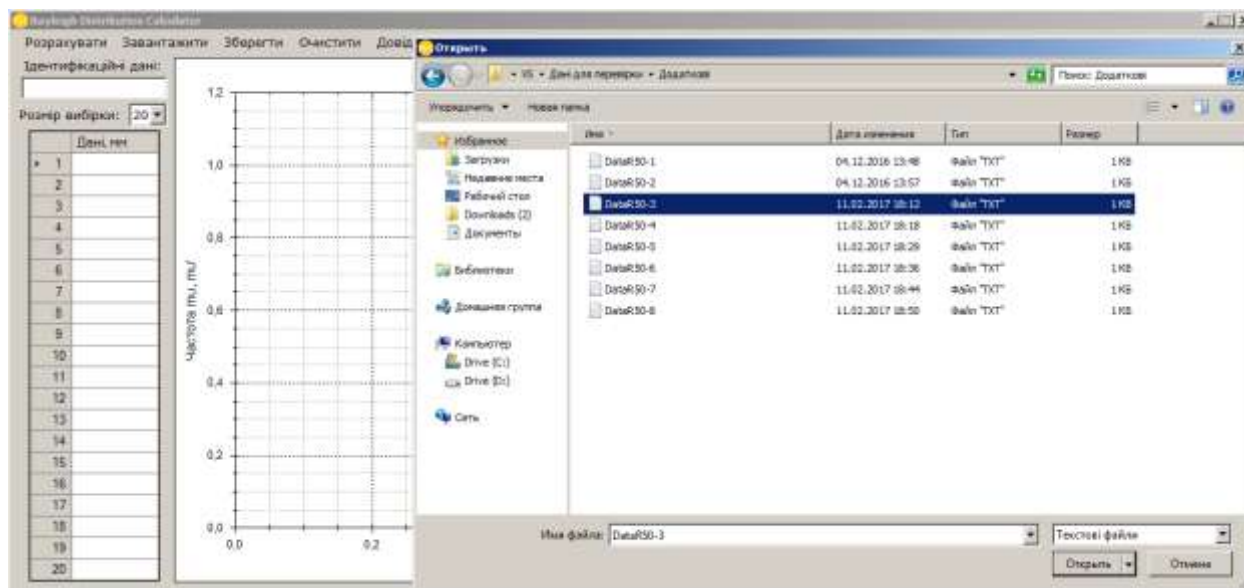


Рис. 2. Завантаження вихідних даних з текстового файлу

Після натискання кнопки "Розрахувати" виводяться результати розрахунків та побудовані графіки розподілу Релея в різних системах

координат (рис. 3). Якщо ці графіки побудовано в координатах $(m_u - r_i)$, вони називаються полігоном частот, або розподілом частот. Якщо ж в координатах $(P_u - r_i)$, – полігоном ймовірностей, або розподілом ймовірностей.

Систему координат можна змінювати за допомогою перемикачів.

Для порівняння будується теоретична крива закону розподілу Релея, тобто графік функції густини ймовірності

$$f(r) = \frac{r}{\sigma_0^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma_0^2}}.$$

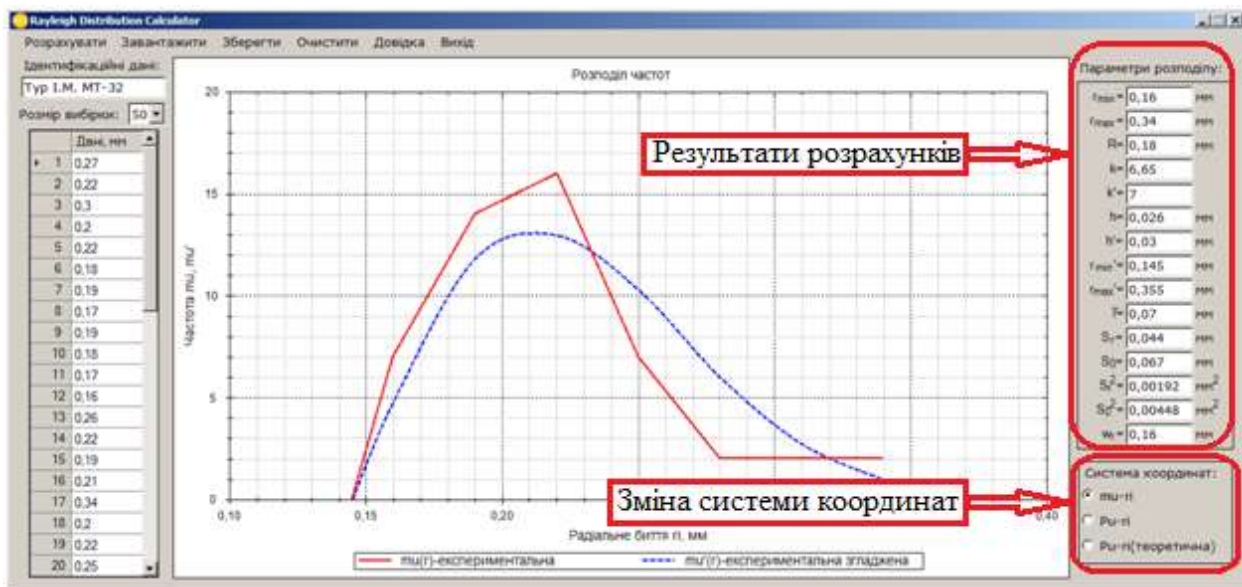


Рис. 3. Результати розрахунків та графіки розподілу Релея

Розроблена комп'ютерна програма може бути використана для оброблення експериментальних даних, що отримані при дослідженні будь-яких підпорядкованих розподілу Релея природних процесів. Зокрема, програма впроваджена в навчальний процес та використовується при обчисленні результатів лабораторних робіт з дисципліни «Технологія машинобудування».

Список використаних джерел:

1. Сучасні методи аналізу технологічних процесів у машинобудуванні: Навч. посібник / В.В. Душинський. – К.: ІСДО, 1994. – 216 с.
2. Технологія машинобудування – 1 [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт за напрямом підготовки бакалаврів 6.050502 «Інженерна механіка» спеціальності 7.05050201/8.05050201 «Технологія машинобудування» / НТУУ «КПІ»; уклад. Ю.В. Петраков, В.К. Фролов. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,91 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – 102 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15230>
3. Фролов В.К., Тур І.М. Комп'ютерна програма «Rayleigh Distribution Calculator «RDC». Заявка на свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72377 від 10.03.2017. Державна служба інтелектуальної власності України.