

УДК 621; 519-6; 51-3

Артьомов А.О., *наук. кер. Фролов В.К., к.т.н., доц.*

Національний технічний університет України

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

e-mail: aaaa159852@gmail.com, v.k.frolov@gmail.com

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОЦІНКИ КОРЕЛЯЦІЇ МАСИВІВ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЯВИЩ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПАДКОВОСТІ

До будь-яких деталей в машинобудуванні висуваються певні вимоги щодо характеристик точності та якості поверхонь. Кожен етап оброблення покращує ці характеристики. Формування властивостей виробів відбувається не тільки на завершальних стадіях виробничого процесу, але й протягом всього процесу [1]. Кожна технологічна похибка в своїй складовій має відповідну частку від виготовлення матеріалу на металургійній стадії, від заготівельного виробництва, механічного оброблення різанням, складання тощо. Можна стверджувати, що властивості виробів, які виражені через показники якості, технологічно успадковуються від попередніх операцій до наступних [2]. Ефект спадковості помітний тим більше, чим вище технологічні показники виробів. Тому при дослідженні технологічних процесів з метою покращення показників якості виробів операції необхідно розглядати не ізольовано, а у взаємозв'язку.

Найпростішим прикладом, що підтверджує існування технологічної спадковості, може бути явище геометричного копіювання вихідних похибок форми деталі. Якщо, наприклад, на попередній операції деталь мала овальність, то і на наступній операції виникне овальність, тільки меншої величини. При виконанні ряду операцій форма і розміри деталі все більше уточнюються, проте вихідні похибки в деякій мірі копіюються на всіх операціях. Таке копіювання пояснюється в основному наявністю пружних деформацій в технологічній обробляючій системі.

Перенесення похибок на готову деталь може також бути розтягнутим у часі, так, наприклад, якщо шліфуються загартовані тонкостінні кільця підшипників з підвищеною вихідною овальністю, то навіть абсолютно круглі після шліфування деталі через деякий час стають знову овальними. Це пояснюється перерозподілом внутрішніх напружень, створених нерівномірним утворенням теплоти при зрізуванні нерівномірного припуску з поверхні деталі.

Виходячи з визначення технологічної спадковості, можна стверджувати, що похибка заготовки та похибка деталі – взаємопов'язані величини, проте оскільки вони є випадковими, між ними не може бути функціональною зв'язку. Тоді очевидно, що цей зв'язок може бути тільки кореляційним.

Для визначення наявності кореляційного зв'язку необхідно обчислити величину коефіцієнта кореляції Пірсона. Цей коефіцієнт є показником лінійної залежності між двома масивами випадкових змінних величин і може набувати

значень від -1 до $+1$ включно.

Коефіцієнт кореляції Пірсона розраховується за формулою:

$$r_{xy} = \frac{Cov_{xy}}{S_x S_y},$$

де Cov_{xy} – величина коваріації множин розмірів, отриманих на попередній та виконуваний операції;

S_x, S_y – середньоквадратичне відхилення розмірів.

Коваріація – це числова характеристика залежності випадкових величин. Сутність коваріації полягає в тому, що вона виникає внаслідок невизначеності результату перемножування двох сукупностей чисел.

Величина коваріації розраховується за формулою:

$$Cov_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1},$$

де x_i, y_i – значення i -го розміру деталі на попередній та виконуваний операції;

\bar{x}, \bar{y} – середні значення розмірів деталей на попередній та виконуваний операціях;

n – кількість деталей.

Середньоквадратичні відхилення досліджуваних величин визначають за залежностями:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}, \quad S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}}.$$

Чим ближче значення r_{xy} до ± 1 , тим точніше і тісніше кореляційний зв'язок між масивами значень x і y .

Для оцінки кореляції масивів випадкових величин при дослідженні явищ технологічної спадковості в виробничих умовах створено програмний продукт «Correlation of Sets of Random Variables» [4]. Він призначений для оцінки кореляції радіального биття заготовок та готових деталей на токарному верстаті. Програмний продукт, розроблений з використанням мови програмування C#, реалізує:

- розрахунок середніх арифметичних значень двох вибірок;
- розрахунок середньоквадратичних відхилень двох вибірок;
- розрахунок величини коваріації;
- розрахунок коефіцієнту кореляції Пірсона;
- визначення коефіцієнтів рівняння регресії;
- перевірку гіпотези про значущість коефіцієнту Пірсона.

Результатом роботи програми є виведення на екран розрахованих величин та графіку залежності між досліджуваними величинами.

Ключем для початку роботи комп'ютерної програми «Correlation of Sets of Random Variables» є введені студентом прізвище та номер групи, що виключає можливість обміну результатами розрахунків між користувачами-студентами (рис. 1).

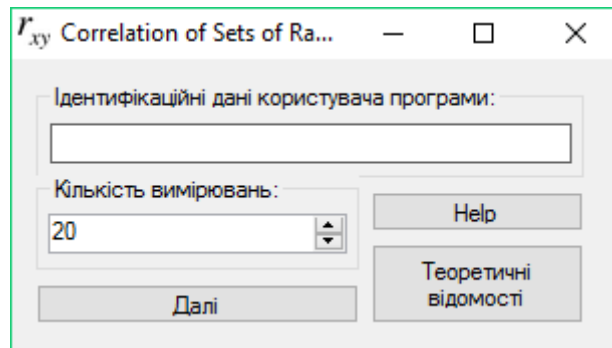


Рис. 1. Початкове вікно програми

Програма дозволяє обробляти вибірки від 3 до 122 значень випадкових величин. Результати обчислень та побудований за ними графік відображаються на головному вікні (рис. 2).

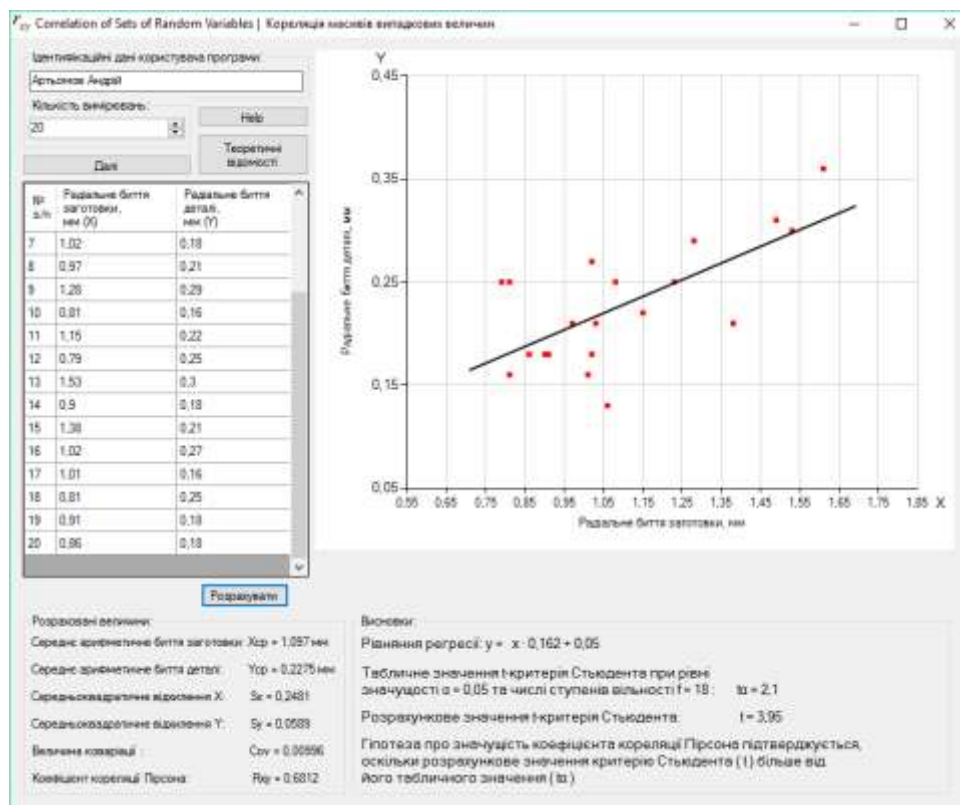


Рис. 2. Результат роботи програми

У програмі присутній також розділ «Help», в якому наведені відомості, корисні для користувача програми, та розділ «Теоретичні відомості», де представлена коротка інформаційна довідка про явище технологічної спадковості та порядок розрахунку коефіцієнту кореляції Пірсона. Також у цьому розділі присутня анімація, що візуалізує процес перенесення радіального биття заготовки на деталь.



Рис. 3. Вікно теоретичних відомостей

Програму впроваджено в навчальний процес. Вона використовується при обчисленні результатів лабораторної роботи з дисципліни «Технологія машинобудування» та значно спрощує процес оброблення експериментальних даних.

Список використаних джерел:

1. Технологическая наследственность в машиностроении / П.И. Ящерицын, Э.В. Рыжов, В.И. Аверченков. – Мн.: Наука и техника, 1977. – 256 с.
2. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве / А.М. Дальский, Б.М. Базров, А.С. Васильев и др. / Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 364 с.
3. Технологія машинобудування 2. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт за напрямом підготовки бакалаврів 6.050502 «Інженерна механіка» подальшої спеціальності 7.05050201/8.05050201 «Технологія машинобудування» / Укладачі: Петраков Ю.В., Фролов В.К. – К.: КПІ, 2015. – 65 с. (електронне видання).
4. Фролов В.К., Артьомов А.О. Комп'ютерна програма «Correlation of Sets of Random Variables «Correlation». Заявка на реєстрацію авторського права на твір № 71548 від 24.01.2017. Державна служба інтелектуальної власності України.