

Чекменьов Василь

к.т.н., доцент

Калинюк Алла

к.ф.-м.н., доцент

Василинич Микола

аспірант

Науковий керівник: д.п.н., професор Бендера І.М.

Подільський державний аграрно-технічний університет
м. Кам'янець-Подільський

ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Після проведення експериментальних досліджень, зазвичай, проводиться оцінка достовірності отриманих результатів [1–10]. Існує декілька напрямків і методик такої оцінки [1, 2, 6, 11]. Враховуючи різноманітність експериментальних досліджень, їх важливість для підтвердження теоретичних досліджень, постає питання вибору оптимального методу оцінки достовірності отриманих результатів.

Для визначення оцінки достовірності всі результати експерименту впорядковуються у варіаційний ряд. З отриманого ряду обчислюються середнє арифметичне значення результатів проведених досліджень в експерименті, емпіричні дисперсії вибірок та середнє квадратичне відхилення за формулами:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i f_i)}{n}, \quad (1)$$

де \bar{a} – середнє арифметичне значення експерименту; a_i – значення результату дослідження; n – кількість дослідів у експерименті;

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2, \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n}}, \quad (3)$$

де S^2 – емпірична дисперсія; σ – середнє квадратичне відхилення.

Кількість дослідів накопичується до того часу, поки відношення середнього квадратичного відхилення до середнього арифметичного значення не становить допустимого значення коефіцієнта варіації за формулою:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{a}} \cdot 100. \quad (4)$$

У звітність вноситься середнє арифметичне значення та значення, які знаходяться в інтервалі середньоквадратичного відхилення.

Оцінка межі довірчого інтервалу. Випадкова похибка Δ межі оцінюється добутком:

$$\Delta = f_{(x)} \cdot t_{\alpha}, \quad (5)$$

де $f_{(x)}$ – інтервальна оцінка середнього квадратичного відхилення; t_{α} – критерій Стьюдента.

Інтервальна оцінка середнього квадратичного відхилення становить:

$$f_{(x)} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}, \quad (6)$$

де S^2 – емпірична дисперсія.

Так, при проведенні експериментальних досліджень регулятора дизеля [11] для контрольних точок інтервальна оцінка середнього квадратичного відхилення з похибкою в 4 % становить для потужності $f_{(Ne)} = 0,072$ кВт; моменту $f_{(Me)} = 2,83 \cdot 10^{-4}$; годинної витрати палива $f_{(G_T)} = 0,0036$ кг/год.

Враховуємо, що відносна похибка середнього квадратичного відхилення $\delta_{(x)}$ у відсотках повинна задовольняти нерівність $\delta_{(x)} = \pm \left(\frac{\Delta}{\bar{X}} \right) \cdot 100 < 1$. Тоді, підставивши відповідні значення у формулу (4) для $t_{0,95} = 2,262$ і розв'язавши нерівність, отримуємо: $\Delta_{(Ne)} = 0,16$ кВт і $\bar{N}_e > 16$ кВт;

$$\Delta_{(Me)} = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ і } \bar{M}_e > 0,064;$$

$$\Delta_{G_T} = 0,0081 \text{ кг і } \bar{G}_T > 0,81 \text{ кг.}$$

Дані значення значно вищі адитивного нагромадження похибок вимірювання використовуваних приладів. Отже, встановлюємо кількість вимірювань під час одного експерименту не менше 10, що цілком достатньо для установлених меж достовірності.

Достовірність результатів при встановленні навантаження шляхом збільшення і шляхом зменшення перевіряємо за критерієм Вілкоксона. Для цієї мети формуємо дві вибірки: перша з показів при встановленні навантаження шляхом збільшення до встановленого значення; друга при встановленні навантаження шляхом зменшення до цього ж значення.

Наступним етапом визначаємо число інверсій u .

Далі визначаємо u_t і порівнюємо його з табличним u_{α} :

$$u_t = u - \left| \frac{n_1 n_2}{2} \right| \leq u_{\alpha}, \quad (7)$$

де n_1 – кількість дослідних показників при встановленні навантаження шляхом збільшення завантаження до встановленого значення; n_2 – кількість дослідних показників при встановленні навантаження шляхом зменшення завантаження до встановленого значення.

Для порівняння двох середніх значень однієї та другої серій дослідження використовуємо критерій Стьюдента з $k = n_1 + n_2 - 2$ ступенями свободи.

Як контрольну використовуємо величину:

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{(n_1 - 1)S_X^2 + (n_2 - 1)S_Y^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}, \quad (8)$$

де \bar{X} , \bar{Y} – середні значення показників двох серій; n_1 , n_2 – кількість дослідів у серіях; S_X^2 , S_Y^2 – дисперсії серій.

Висновки: для оцінки достовірності експериментальних досліджень в технічній інженерії при нормальному розподілі отриманих результатів найбільш доцільно використовувати критерій Стюдента; для оцінки протилежних накопичувань шляхом збільшення і шляхом зменшення факторів впливу доцільно проводити оцінку за критерієм Вілкоксона.

Список використаних джерел

1. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике. Перевод с немецкого под ред. Г. Гроше и В. Циглера. М.: Наука, 1981. 720 с.
2. Румшинский Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971. 192 с.
3. Зайдель А. И. Ошибки измерений физических величин. Л.: Наука, 1974. 108 с.
4. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Граковский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 179 с.
5. Кирса В. І., Деревець І. С., Потапенко М. Х., Кірсєв О. С. Технічна діагностика машин. За ред. В.І. Кирси. К.: Урожай, 1986. 240 с.
6. Митков А. Л., Кардашевский С. В. Статистические методы в сельхозмашиностроении. М.: Машиностроение, 1978. 360 с.
7. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул. М.: Высшая школа, 1982. 224 с.
8. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн. Кн.1. Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 349 с.
9. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн. Кн.2. Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 320 с.
10. Чекменьов В. В. Підвищення паливної економічності дизеля на польових роботах застосуванням універсального регулятора : дис. канд. тех. наук. Національний транспортний університет. К.: НТУ, 2006. 161 с.
11. Нагірний Ю. П. Обґрунтування інженерних рішень. К.: Урожай, 1994. 216 с.

