

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПОБУДОВІ МОДЕЛЕЙ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Гросу М.Р.

Науковий консультант: д.т.н., доцент Алфьоров О.І.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна*

Результати стендових ресурсних випробувань, які необхідні для побудови лінійної регресійної моделі пошкоджуваності при прогнозуванні надійності механічних систем поряд з рядом безсумнівних переваг, таких як точність отримання даних, можливість аналізу динаміки пошкоджень і т.д., як правило має в ряду недоліків обмежений обсяг вибірки отриманих результатів [1].

Доцільність отримання інтервальної оцінки досліджуваного показника відповідає підвищенню достовірності рекомендацій і дає можливість гарантувати нижній рівень середнього ресурсу досліджуваного об'єкта.

Для побудови довірчих інтервалів можна використовувати відомі аналітичні методи, однак для таких процедур необхідно знати закон розподілу випадкових величин. У разі обмеженого обсягу вибірки і відсутності інформації про закон розподілу слід використовувати чисельний метод оцінювання довірчих інтервалів.

Універсальним чисельним методом, зручним і ефективним для інтервального оцінювання параметрів розподілів і показників надійності, є метод непараметричного статистичного моделювання, часто званий бутстреп-моделюванням [2-4]. Сутність цього методу полягає в тому, що отримана шляхом вимірювань або випробувань вихідна емпірична вибірка даних про надійність багаторазово моделюється (відтворюється) за схемою, яка відповідає класичній "урновій" ймовірнісної моделі випадкового вибору з поверненням. При цьому будь-який з елементів емпіричної вибірки повинен мати однакову ймовірність бути відібраним в бутстреп-вибірку, що моделюється, обсяг якої при інтервальному оцінюванні повинен збігатися з обсягом вихідної реальної вибірки. В силу обмеженості обсягу і випадковості формування бутстреп-вибірки може мати випадкові відхилення за своїм складом від вихідної емпіричної: якісь елементи емпіричної вибірки можуть не потрапити в бутстреп-вибірку і, відповідно, інші потраплять в неї кілька разів. При комп'ютерній реалізації бутстреп-моделювання рівноймовірно випадкового відбору елементів в бутстреп-вибірку забезпечується використанням генератора псевдовипадкових чисел, що мають рівномірний розподіл. Для цього можна використовувати наступний алгоритм. Попередньо дамо кожному елементу вихідної емпіричної вибірки певний порядковий номер, а діапазон можливих значень рівномірно розподіленої випадкової величини, що генерується розділимо на однакові пронумеровані інтервали, кількість яких збігається з обсягом емпіричної вибірки. При попаданні псевдовипадкового числа, що

генерується в якійсь із інтервалів в бутстреп-вибірку відбирається той елемент з емпіричної вибірки, у якого порядковий номер збігається з номером цього "розіграного" інтервалу. Моделювання кожної бутстреп-вибірки закінчується після того, як її обсяг стане рівним обсягом емпіричної вибірки. Таким способом можна багаторазово відтворити (змоделювати) вибірки даних, імітуючи при цьому можливі випадкові відхилення від вихідної емпіричної вибірки, обумовлені обмеженістю її обсягу. При обсязі вихідної емпіричної вибірки n загальна кількість модельованих бутстреп-вибірок обмежена числом n^n . Практично це дозволяє досить ефективно використовувати непараметричне моделювання малих вибірок, починаючи з $n = 5$.

Істотною перевагою бутстреп-моделювання перед традиційними методами [3-6] є відсутність необхідності заздалегідь задавати вид і параметри закону розподілу величини, що моделюється. Таким способом можуть моделюватися цензуровані вибірки, а також вибірки значень випадкової векторної величини. При бутстреп-моделюванні цензурованих вибірок напрацювання до відмов і до цензурування розглядаються як рівноцінні елементи, що складають загальний варіаційний ряд, але зберігають у процесі моделювання приналежність до своєї категорії. Тому кількість напрацювань до цензурування в кожній бутстреп-вибірці буде різним і випадковим. У разі бутстреп-моделювання векторної величини всі компоненти випадкового вектора розглядаються і моделюються як один елемент вибірки, геометричній інтерпретацією якого є "вибіркова точка" в просторі з розмірністю, рівною числу компонент вектора. Наявність вихідної емпіричної вибірки, що складається з таких точок, дозволяє отримувати бутстреп-вибірки, в яких відтворюється реальний стохастичний взаємозв'язок між компонентами випадкового вектора, що моделюється.

Список літератури

1. Alfyorov, O. Quickened defining test with limiting combined regimens. / O. Alfyorov, O. Grynchenko // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Lublin-Rzeszów. – 2013. – Vol. 15, № 7. P. 36-40.
2. Гринченко, А. С., Савченко В.Б., Алферов А. И. Интервальное оценивание долговечности крыльчатки вакуумного насоса на основе ресурсных испытаний/ А. С. Гринченко, В.Б. Савченко, А. И. Алферов // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. – Харків, 2007. – Вип. 62: Вдосконалення технологій та обладнання виробництва продукції тваринництва. – С. 20-25.
3. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука. Гл. ред. Физ. – мат. лит., 1973. 312 с.
4. Ю.К. Беляев. Статистические методы обработки неполных данных о надежности изделий. - М.: Знание, 1987.- 55 с.
5. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1982. – 296 с.
6. Efron B., Gong G. Aleisurely look at the bootstrap, the jackknife, and crossvalidation// Amer. Statist.- 1983.- Vol. 37, № 1 – p. 36-48.