# БАЙЄСІВСЬКА МЕТОДОЛОГІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИЗНАЧЕННЯ ЗНАЧУЩОСТІ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ МОДЕЛЕЙ

*асп. С.В. Трухан, Національний технічний університет "Київський політехнічний інститут", м. Київ*

На сьогодні поширеною є задача оцінювання невідомих параметрів математичних моделей в умовах невизначеності, відсутності повної інформації про процес. Для розв'язання таких задач виникає потреба у використанні інтегрованих підходів математичного моделювання – методів обчислень, які ґрунтуються на безпосередньому генеруванні вибірки необхідних вимірів за апостеріорним розподілом; альтернативних методів оцінювання невідомих параметрів моделей; методик визначення практичної значущості методів оцінювання якості побудованих моделей. Однією із таких методологій є байєсівский підхід.

Відмінність байєсівського підходу від класичних статистичних методів оцінювання невідомих параметрів моделей полягає в тому, що до моменту отримання даних про досліджуваний процес розглядається степінь довіри належності цих даних до конкретних моделей, яка виражається у вигляді ймовірностей. Перевагою байєсівського підходу є використання будь-якої апріорної інформації щодо параметрів моделі, яка виражається у вигляді апріорної ймовірності або функції щільності. Початкові ймовірності "переглядають", використовуючи вибіркові дані, що відображаються у вигляді апостеріорного розподілу оцінок параметрів чи змінних моделі.

Виділяють два загальних підходи до моделювання: імітаційне моделювання та моделювання за принципом Монте-Карло. Методи моделювання Монте-Карло поділяються на ітеративні та неітеративні. До неітеративного моделювання відносять метод генерування вибірки за важливістю (*importance sampling*) та метод відбраковки або прийняття вибірки (*rejection or acceptance sampling*).

Для визначення практичної значущості методів оцінювання якостей моделей Монте-Карло та побудови висновку про значущість моделі з використанням байєсівського підходу побудовано математичну модель із 2-х лінійних рівнянь. Вихідна модель має вигляд:

$$\begin{cases} y_{1t} = \gamma y_{2t} + u_{1t}, \; t = 1, 2, \ldots, T, \\ y_{2t} = \beta x_t + u_{2t}, \end{cases}$$

де $y_{1t}$, $y_{2t}$ – результати досліджень 2-х внутрішніх змінних; $x_t$ – результати дослідження зовнішньої змінної; $u_{1t}$, $u_{2t}$ – збурення; $\gamma$, $\beta$ – скалярні параметри. Проведено 3 ітерації. В результаті, розподіл значень моди байєсівських апостеріорних розподілів має чітко виражену моду на інтервалі від 1.900 до 2.099, де вихідне значення $\gamma = 2$. Друга ітерація демонструє гостро вершинний розподіл оцінок та сконцентрованість біля вихідного значення параметру $\gamma$, в порівнянні з результатами 1-ї ітерації. Показники третьої ітерації суттєво відрізняються від показників 1-ї ітерації. Для 3-ї ітерації характерними є ідентичність розподілів оцінок для вибірок різних об'ємів, це пояснюється тим, що істинним є припущення про те, що умови 3-ї ітерації отримані для великих об'ємів вибірки справджуються і для малих об'ємів вибірки. В цих дослідженнях точні апостеріорні розподіли досить часто близькі до нормального розподілу. Для всіх 3-х ітерацій байєсівські довірчі інтервали мають досить гарні кількісні характеристики. При 50 дослідженнях неможливо отримати 47.5 покритих інтервалів, тобто 95%-е покриття не досяжне.

Отже, експериментальні дослідження методів Монте-Карло та байєсівського підходу показали, що відмінність у вибіркових властивостях баєсівських оцінок при малому розмірі статистичної вибірки є досить суттєвими. В умовах тестових даних байєсівський підхід продемонстрував найкращі результати на відміну від методів, які вже досягли широкого застосування у вузькому колі статистичних задач.