

Приложение дисперсионного анализа к анализу статистической устойчивости экспериментальных данных

И. Н. Каталажнова

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Обработка имеющихся экспериментальных данных проводится, как правило, по схеме "нелинейная физическая модель + линейная модель ошибки". В этом случае все экспериментальные величины описываются уравнением:

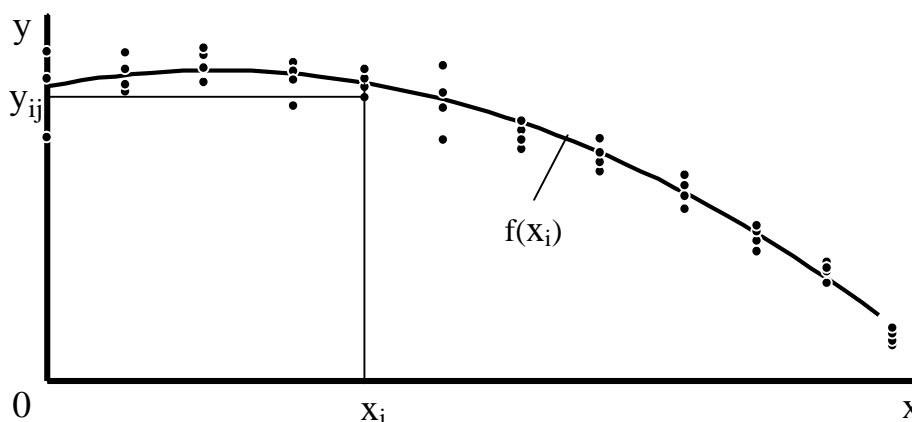
$$y_{ij} = f(x_i) + \varepsilon_{ij}, \quad (1)$$

где: индекс i нумерует разные эксперименты (см. ниже расположенный рисунок), индекс j - номер экспериментальной точки внутри эксперимента, f – нелинейная функциональная зависимость между y и x , ε_{ij} - погрешность измерения.

В научных исследованиях с многократно повторяющимися экспериментами, проводимыми в одинаковых условиях, наблюдается рассеивание экспериментальных данных из-за влияния на систему измерения непрогнозируемых физических факторов. Рассмотрим возможность оценки влияния случайной погрешности измерения на устойчивость экспериментальных данных с помощью дисперсионного анализа получаемых результатов.

Статистическую обработку результатов экспериментов методами дисперсионного анализа можно провести по схеме:

$$Y_{ij} = a + \lambda_i + \varepsilon_{ij}, \quad (2)$$



Графическое представление экспериментальных данных

где: Y_{ij} - значение результативного признака Y , зафиксированного при j наблюдении на i уровне влияющего фактора; a - математическое ожидание признака Y всех измерений: $a = \bar{Y}$, $\bar{Y} = \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{n}$; λ_i - генеральный эффект влияния X на результативный признак Y , вызванный i уровнем влияющего фактора, $\lambda_i = a_i - a$, где a_i средняя измерений на i -уровне; ε_{ij} - случайный остаток, отражающий влияние на результативный признак Y_{ij} всех случайных факторов, причём $\varepsilon_{ij} = N(0; \sigma_o)$.

Результат каждого измерения содержит систематическую ошибку, учитываемую генеральным эффектом влияния X на результативный признак Y , и случайную ошибку, характеризуемую ε_{ij} . Методами дисперсионного анализа можно выявить статистическую устойчивость полученных результатов.

Для дисперсионного анализа данные измерений заносят в дисперсионную таблицу, с помощью которой проводят вычисления λ_i и ε_{ij} по типовой схеме. Отношение $\varepsilon_{ij}/\lambda_i$ будет характеризовать относительный уровень случайной погрешности измерения при проведении i -го эксперимента в j -м замере. Постоянство значений $\varepsilon_{ij}/\lambda_i$ в разных экспериментах будет означать адекватность выбранной функциональной зависимости f на всём интервале изменения x .