И. В. Васильев, **Н. А. Баранов** (Москва, ВВА, ВЦ РАН). **Задача оптимизации соотношения математического моделирования и экспериментальных исследований в общем объеме испытаний технических систем.**

Будем рассматривать единичное испытание как задачу вычисления для точки фазового пространства ω на основании множества наблюдений $\{X_0(\omega), X_1(\omega), \ldots, X_n(\omega)\}$ показателя качества функционирования системы

$$K(\omega) = \int_{\Delta_1(\omega)} \cdots \int_{\Delta_n(\omega)} \rho(X_1, \ldots, X_n|\omega)\, dX_1 \cdots dX_n,$$

где $\rho(X_1, \ldots, X_n|\omega)$ — условная совместная плотность распределения фазовых координат системы, $\Delta_j(\omega)$ — множество допустимых значений фазовых координат при j-м наблюдении.

Как правило, решение о возможности эксплуатации системы принимается на основании проверки соответствия предъявляемым требованиям не на всем множестве допустимых условий функционирования Ω, а на некотором тестовом множестве $\{\omega_1, \ldots, \omega_m\}$.

Для заданных условий функционирования системы ω_j оценка плотности распределения $\rho(X_1, \ldots, X_n|\omega)$ может быть получена либо на основании эксперимента, либо путем математического моделирования. Стоимость эксперимента на j-м этапе равна r_j, а моделирования — q_j.

Обозначим $\rho(X_1, \ldots, X_j|\omega_j)$ апостериорную плотность распределения фазовых координат системы, полученную на основе эксперимента в условиях ω_j, а $\widetilde{\rho}(X_1, \ldots, X_j|\omega_j)$ — оценку плотности распределения, полученную путем математического моделирования.

Введем в рассмотрение вектор $u = (u_1, \ldots, u_m)$, компоненты которого u_j равны 1, если в условиях ω_j проводится эксперимент, и равен 0, если выполняется математическое моделирование. Тогда оценку $k(\omega_j, u_j)$ значения критерия $K(\omega_j)$ можно записать в виде

$$\begin{aligned} k(\omega_j, u_j) = u_j \int_{\Delta_1(\omega)} \cdots \int_{\Delta_n(\omega)} \widetilde{\rho}(X_1, \ldots, X_n|\omega)\, dX_1 \cdots dX_n \\ + (1 - u_j) \int_{\Delta_1(\omega)} \cdots \int_{\Delta_n(\omega)} \widetilde{\rho}(X_1, \ldots, X_n|\omega)\, dX_1 \cdots dX_n. \end{aligned}$$

Задача оптимизации структуры испытаний состоит в определения вектора u^*, минимизирующего суммарные затраты на проведение всего комплекса испытаний на множестве условий $\{\omega_1, \ldots, \omega_m\}$:

$$u^* = (u_1^*, \ldots, u_m^*) = \mathop{\arg\min}_{(u_1, \ldots, u_m)} \sum_{j=1}^{m} (u_j r_j + (1 - u_j) q_j)$$

при заданных ограничениях на точность вычисления показателя качества функционирования системы $\delta(u_1, \ldots, u_m) = \sum_{j=1}^{m} |K(\omega_j) - k(\omega_j, u_j)| \leqslant \delta_{\lim}$.