МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КВАЗИСТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА ТРАНСПОРТА ПРИРОДНОГО ГАЗА ПО ЛОКАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЕ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Иевлева С.Н.[1], Пожидаев М.В.[2]
[1]Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
[2]УМГ «Донбасстрансгаз»

В настоящее время вопрос о метрологической аттестации (МА) математических моделей (ММ) является проблемным и требующим проведения дополнительных исследований, т. к. ни один из государственных или отраслевых стандартов Украины не содержит норм, определяющих понятие и порядок ее проведения [1].

В данной работе под МА ММ квазистационарного режима транспорта природного газа (КРТ ПГ) по локальной подсистеме газотранспортной сети (ЛП ГТС) понимается выявление функциональной зависимости статистических свойств зависимых переменных от статистических свойств независимых переменных и параметров ММ КРТ ПГ по ЛП ГТС.

Отметим, что в предположении адекватности аттестуемой ММ статистические свойства ее выходных переменных определяются:

- статистическими свойствами и типом входных переменных;
- статистическими свойствами и типом параметров модели;
- характером функциональной зависимости, реализуемой моделью;
- статистическими свойствами вычислительного компонента (программного и аппаратного).

Статистические свойства входных переменных определяются средствами и методами измерений. Статистические свойства параметров модели, характеризующих особенности объекта, если они не заданы на этапе построения модели, оцениваются, как и статистические свойства входных переменных.

Характер функциональной зависимости (линейный/нелинейный, явный/неявный) выходных переменных от входных переменных и параметров математической модели определяет выбор метода оценивания статистических свойств выходных переменных.

Известно [2], что методы оценивания статистических свойств выходных переменных по точности получаемых результатов разделяют на аналитические (точные) и численные (приближенные). Выбор класса применяемых методов зависит от требуемой точности и скорости получения результатов.

По критерию «точности» аналитические методы предпочтительнее численных, поскольку позволяют получить абсолютно точные искомые значения. Однако сложная функциональная зависимость выходных переменных от параметров и входных переменных в математической модели квазистационарного режима транспорта природного газа в газотранспортной сети практически исключает возможность получения аналитических выражений, позволяющих применить методы этого класса.

Таким образом, для определения приближенных значений оценок статистических свойств выходных переменных в ММ КРТ ПГ целесообразно применять численные методы, обеспечивающие по сравнению с аналитическими методами более высокую скорость получения результатов.

В общем случае функциональная зависимость КРТ ПГ представляет собой систему нелинейных уравнений, заданных в виде:

$$\begin{cases} F_1(x_1, x_2, ..., x_n; y_1, y_2, ..., y_m) = 0; \\ F_2(x_1, x_2, ..., x_n; y_1, y_2, ..., y_m) = 0; \\ .... \\ F_m(x_1, x_2, ..., x_n; y_1, y_2, ..., y_m) = 0. \end{cases} \tag{1}$$

Система (1) определяет m переменных $y_1, y_2, ..., y_m$ как неявные функции от n переменных $x_1, x_2, ..., x_n$.

Согласно [3], если все функции $F_1, F_2, ..., F_m$ определены, непрерывны и непрерывно дифференцируемы по всем аргументам в $(n+m)$ - мерном параллелепипеде

$$\Delta = \left[M(x_1) \pm \Delta_1; M(x_2) \pm \Delta_2; ...; M(x_n) \pm \Delta_n; M(y_1) \pm \Delta'_1; M(y_2) \pm \Delta'_2; ...; M(y_m) \pm \Delta'_m \right],$$

и отличен от нуля якобиан

$$J = \frac{D(F_1, F_2, ..., F_m)}{D(y_1, y_2, ..., y_m)},$$

то система (1) определяет $y_1, y_2, ..., y_m$ в Δ как однозначные, непрерывные, непрерывно дифференцируемые функции от $x_1, x_2, ..., x_n$.

Если такие условия выполнены и однозначно непрерывные, непрерывно дифференцируемые функции определены, то можно рассматривать систему m функций от n случайных аргументов, каждая из которых имеет вид

$$y = f(x_1, x_2, ..., x_n). \tag{2}$$

Задача состоит в том, чтобы найти оценки статистических свойств моментов распределения $M(y)$ и $\mu_k(y)$, $k = 2,3,4,...$ зависимой переменной y на основе:

- плотности распределения $p_1(x_1), p_2(x_2), ..., p_n(x_n)$ аргументов $x_1, x_2, ..., x_n$ или моментов распределения $M(x_i)$, $\mu_k(x_i)$, $i = \overline{1,n}$, $k = 2,3,4...$;
- законов взаимной зависимости $x_1, x_2, ..., x_n$ (плотности совместного распределения $P_{\bar{x}}(x_1, x_2, ..., x_n)$ или корреляционной матрицы K_{ij});
- свойств функциональной зависимости (2).

1. ДСТУ 2681-94. Метрологія: Терміни та визначення.
2. Г. Хан, С. Шапиро Статистические модели в инженерных задачах / пер. с англ. Е.Г. Коваленко; под. ред. В.В. Налимова. – М.: Мир, 1969. – 400с.
3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, т. I, М.: Наука, 1970. – 608с.