

**ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ СРЕДСТВ  
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Одной из важнейших задач, требующих своего решения при проектировании средств теплофизических измерений, является задача оценки метрологической надежности разрабатываемых измерительных средств (ИС).

Существуют принципиальные сложности экспериментального оценивания показателей метрологической надежности, связанные с трудоемкостью и длительностью проведения физического эксперимента по определению долговременной стабильности метрологических характеристик ИС. Поэтому, как следует из [1], наиболее целесообразным является использование аппарата аналитико-вероятностного прогнозирования состояния метрологических характеристик проектируемых ИС, в том числе и средств теплофизических измерений, для определения показателей их метрологической надежности.

Для анализа метрологических характеристик теплофизических ИС может быть использован подход, представленный в [1] и основанный на использовании аналитических соотношений, полученных из математических моделей измерительных процедур (уравнений измерений).

Рассмотрим оценку метрологической надежности проектируемого средства неразрушающего контроля (НК) теплофизических свойств (ТФС) объектов, реализующего алгоритм измерения, представленный в [2].

Искомые ТФС определяются по результатам косвенных измерений, в которых используются прямые температурные измерения, описываемые следующим уравнением измерений:

$$T_j^*(x_1, \tau_1) = \langle T^H(\langle \langle [bU(T_j(x_1, \tau))]_{\Delta_k U}^h \rangle_{q_{1j}} \langle m_T \rangle_{q_{2j}} \rangle_{q_{3j}}) \rangle_{q_{4j}}, \quad (1)$$

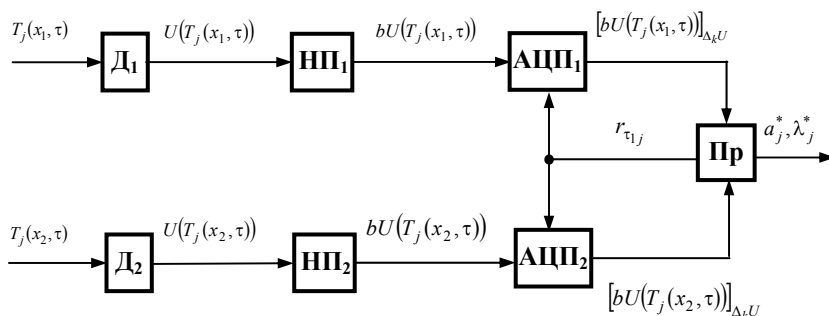
где  $b$  – коэффициент нормализации с номинальным значением  $b_n$ ;  $U(T)$  – статическая характеристика преобразования датчика температуры (термоприемника);  $T^H(u)$  – градуировочная характеристика термоприемника;  $m_T = \Delta_k T / T' b_n$  – коэффициент масштабирования, причем  $\Delta_k T$  – интервал квантования,  $T'$  – принятая единица измерения;  $\langle \cdot \rangle$  – числовой результат измерительного преобразования, выполненного в цифровой форме;  $q_{1j}, q_{2j}, \dots, q_{nj}$  – характеристики округления, зависящие от разрядности процессора.

Уравнение (1) является основой для оценки метрологической надежности проектируемого средства НК.

На рис. 1 приведена структура измерительной цепи, полученная с использованием уравнения (1).

В рассматриваемой структурной схеме измерительной цепи выделим аналоговую и цифровую (процессорную) части. Оценки метрологической надежности рассматриваются для аналоговой части измерительной цепи, так как она прежде всего определяет метрологическую надежность разрабатываемого средства НК в целом. В качестве показателя метрологической надежности выбирается метрологический ресурс, определяемый временем, в течение которого основная относительная погрешность рассматриваемого ИС находится в пределах допустимых значений.

Применяя разработанную и изложенную в [1] методику оценки состояния метрологических характеристик средств НК с использованием при моделировании уравнения измерений (1) и значений показателя метрологического ресурса для составляющих измерительный канал аналоговых блоков, может быть определен метрологический ресурс спроектированного средства НК. При этом прогнозируемый параметр рассчитывается для одного из двух измерительных каналов (учитывая их идентичность).



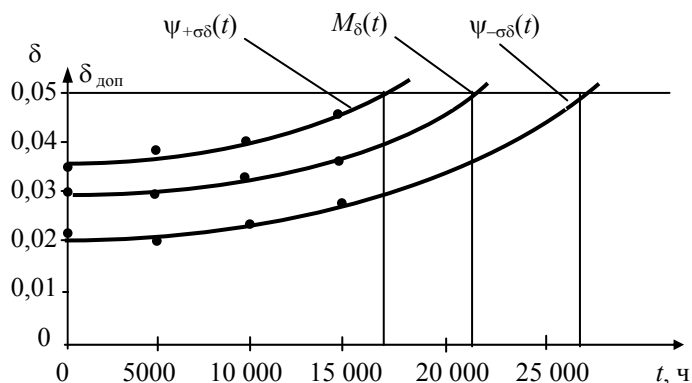
\* Работа выполнена под научным руководством д-ра техн. наук, проф. Т.И. Чернышовой.

**Рис. 1 Структура измерительной цепи**

Д<sub>1,2</sub> – датчики; НП<sub>1</sub>, НП<sub>2</sub> – нормирующие преобразователи;

АЦП<sub>1</sub> и АЦП<sub>2</sub> – аналого-цифровые преобразователи;

$r_{\tau_1}$  – идентификатор управляющей команды, по которой в заданный момент времени  $\tau_1$  информация с АЦП<sub>1</sub> и АЦП<sub>2</sub> заносится в память процессора Пр



**Рис. 2 Изменение во времени погрешности измерительного канала**

На рис. 2 представлены зависимости, описывающие изменение во времени математического ожидания основной относительной погрешности измерительного канала  $M_{\delta}(t)$  и границ отклонения возможных значений погрешности от ее математического ожидания  $\Psi_{\pm\sigma\delta}(t)$ .

Полученные зависимости позволяют с доверительной вероятностью  $P = 0,997$  определить отсутствие метрологических отказов в измерительном канале на интервале от 0 до 17 200 часов его непрерывной эксплуатации. Следовательно, минимальная величина метрологического ресурса проектируемого средства НК ТФС объектов составляет 17 200 часов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Чернышова Т.И., Чернышов В.Н. Методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов. М.: Машиностроение, 2001. 240 с.
- 2 А.с. № 1122955 МКИ G01 25/18. Способ определения теплофизических характеристик материалов / Т.И. Чернышова и др. № 3610914/18-25; Заявл. 29.06.83; Оpubл. 7.11.84, Бюл. № 41. 10 с.

*Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем»*