



УДК 621.317.79

**РАСЧЁТ ПОГРЕШНОСТИ КАНАЛА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
БЛОКА ИЗМЕРЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ СТОЛИКА
ПЕЧИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПРИЁМНИКА ИОНОВ**

Киллер А.И., Попов М.Г., Перегудова О.О.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

В данной статье приведен расчёт погрешности канала измерения температуры блока измерения и стабилизации температуры столика печи высокотемпературного приёмника ионов

Ключевые слова: температура, контроль, столик печи высокотемпературного приёмника ионов

**CALCULATION OF THE ERROR OF THE CHANNEL FOR MEASURING
THE TEMPERATURE OF THE UNIT FOR MEASURING AND STABILIZ-
ING THE TEMPERATURE OF THE FURNACE STAGE OF THE HIGH-
TEMPERATURE ION RECEIVER**

Killer A.I., Popov M.G., Peregudova O.O.

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),
Novocherkassk

This article presents the calculation of the error of the channel for measuring the temperature of the unit for measuring and stabilizing the temperature of the furnace table of the high-temperature ion receiver

Keywords: temperature, control, table of the furnace of the high-temperature ion receiver

Погрешность канала измерения температуры рассчитывается из суммы погрешностей компенсационного моста и блока измерения температуры по формуле:

$$\delta_{\text{КИТ}} = \sqrt{\delta_{\text{КМ}}^2 + \delta_{\text{БИТ}}^2},$$

где $\delta_{\text{КМ}}$ - погрешность компенсационного моста; $\delta_{\text{БИТ}}$ - погрешность блока измерения температуры;

В соответствии с техническими характеристиками на используемый датчик, его основная погрешность составляет 0,04% от рабочего коэффициента передачи (термочувствительности). Тогда в абсолютных величинах

$$\Delta_k = \frac{0,04 \cdot k}{100} = \frac{0,04 \cdot 2}{100} = 0,0008 \text{ мВ/В}$$

где K – рабочий коэффициент передачи, равный 2 мВ/В.

С учетом выражения абсолютная погрешность изменения сопротивления термодпары будет равна:

$$\Delta R = \frac{\Delta k \cdot m \cdot g}{R \cdot S} = \frac{0,0008 \cdot 1000 \cdot 9,8}{350 \cdot 100} = 0,00022 \text{ Ом.}$$

Будем полагать, что эта погрешность имеет равномерное распределение. Тогда для равномерного закона распределения имеем

$$\sigma = \frac{\Delta R}{\sqrt{3}} = \frac{0,00022}{1,73} = 0,00013 \text{ Ом.}$$

где σ – среднее квадратическое отклонение составляющей погрешности.



С учетом квантиля распределения Стьюдента (с n степенями свободы и доверительной вероятностью P) t для равномерного закона распределения пределы изменения абсолютной погрешности термопары будут составлять

$$\Delta = \pm(\sigma \cdot t) = \pm 0,00013 \cdot 1,73 = \pm 0,00022 \text{ Ом.}$$

Тогда относительная погрешность термопары определится по формуле

$$\delta_{\Delta} = \frac{|\Delta|}{X} \cdot 100 = \frac{0,00022}{5} \cdot 100 = 0,0044 \%$$

где X – действительное значение измеряемой величины (снимаемое с термопары значение сигнала).

Погрешность, вызванная напряжением смещения и входными токами микросхемы DD2, определяется по формуле:

$$\delta = \frac{U_{\text{см}} + I_{\text{вх}} \cdot R_{\text{вх}}}{U_{\text{вх. ном}}} \cdot 100\%,$$

где $U_{\text{см}}$ – напряжение смещения операционного усилителя; $I_{\text{вх}}$ – входной ток; $R_{\text{вх}}$ – сопротивление резистора на входе ОУ; $U_{\text{вх. ном}}$ – номинальное входное напряжение;

$$\delta_{DD2} = \frac{40 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 10^{-9} \cdot 100}{15} \cdot 100 = 0,27\%.$$

При изменении температуры внешней среды аддитивная погрешность усилителя может быть определена из соотношения:

$$\delta_t = \frac{TKE_{\text{см}}}{U_{\text{вх. ном}}} \cdot \Delta t^0,$$

где $TKE_{\text{см}}$ – температурный коэффициент $E_{\text{см}}$.

$$\delta_t = \frac{30 \cdot 10^{-6}}{15} \cdot 30 \cdot 100\% = 0,01\%.$$

Тогда суммарная аддитивная погрешность будет равна:

$$\delta = \sqrt{(0,27)^2 + (0,01)^2} = 0,27\%;$$

Определим погрешность канала измерения температуры:

$$\delta_{\text{кит}} = \sqrt{\delta_{\text{км}}^2 + \delta_{\text{бит}}^2} = \sqrt{0,0044^2 + 0,27^2} = 0,34\%.$$