

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Кафедра Автоматизированных систем управления

*М.В. Вечеркин, В.В. Гребенникова*

## **ВЫБОР ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ И ЕГО СОГЛАСОВАНИЕ С АЦП**

*Методические указания по выполнению контрольной работы*

Магнитогорск  
2017

УДК 536.532

Рецензент:

*доцент кафедры электроники и микроэлектроники  
Магнитогорского государственного технического  
университета им. Г.И. Носова,  
кандидат технических наук  
М.Ю. Петушков*

**М.В. Вечеркин, В.В. Гребенникова**

Выбор термоэлектрического преобразователя и его согласования с АЦП / М.В. Вечеркин, В.В. Гребенникова – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2012. – 16 с.

Методические указания по выполнению контрольной работы по выбору термоэлектрического преобразователя, составлены в соответствии с государственными образовательными стандартами, действующими для студентов технических вузов. Содержит необходимые сведения, порядок проведения расчётов.

Для студентов направлений: 27.03.04 «Управление в технических системах»

УДК 536.532

© ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2017  
© Вечеркин М.В., Гребенникова В.В.

## Контрольная работа

### ВЫБОР ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ И ЕГО СОГЛАСОВАНИЕ С АЦП

**Цель работы:** освоение методики обработки экспериментальных данных при измерении температуры с помощью термопар.

#### 1. Общие сведения

При проведении экспериментальных исследований часто возникает необходимость измерения температуры. На рис. 1 приведена структура простейшей системы измерения температуры с помощью термоэлектрического преобразователя с выводом данных на ЭВМ.

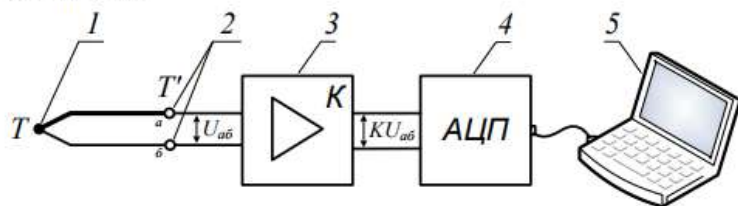


Рис. 1. Структура измерительной системы  
1 – рабочий спай; 2 – свободные концы термопары; 3 – усилитель постоянного тока; 4 – аналогово-цифровой преобразователь;  
5 – компьютер.

Рабочий спай термопары находится в области измерения и имеет температуру  $T$ . Свободные концы термопары  $a$  и  $b$  имеют одинаковую фиксированную температуру  $T'$ .

Усилитель постоянного тока предназначен для согласования по напряжению сигнала термопары с входом АЦП. Усилитель должен иметь входное сопротивление, много большее внутреннего сопротивления термопары и выходное сопротивление, много меньшее входного сопротивления АЦП. Значение коэффициента усиления  $K$  выбирается так, чтобы обеспечить максимальную разрешающую способность измерительной системы.

АЦП преобразует аналоговый сигнал в двоичный код, который передается в компьютер и сохраняется для дальнейшей обработки.

Тип термопары выбирается в зависимости от диапазона измеряемых температур (табл. 1).

Таблица 1

Тип термопары	Рабочий диапазон температур	
	длительно	кратковременно
Медь-константановая (тип Т)	-200...+350	до 400
Хромель-копель (тип L)	-200...+600	до 800
Хромель-алюмель (тип К)	-200...+1100	до 1300
Платинородий-платина (тип S)	0...+1300	до 1600

Одной из важных характеристик описанной измерительной системы является разрешающая способность - минимальное изменение температуры, которое приводит к изменению выходного сигнала АЦП на одну единицу младшего разряда.

#### 2. Порядок выполнения работы

2.1. Согласно номеру варианта (табл. 2) и исходным данным (табл. 3) построить зависимость изменения температуры  $t$  от времени  $\tau$ . Определить минимальную  $t_{\min}$  и максимальную температуры  $t_{\max}$  расчетного интервала.

2.2. Выбрать тип термопары для расчетного интервала температур. Максимальная температура расчетного интервала не должна превышать верхнюю границу рабочего диапазона термопары в длительном режиме работы (табл. 1).

2.3. Для выбранной термопары построить зависимость термо-ЭДС от температуры в диапазоне температур от  $t_{\min}$  до  $t_{\max}$ , используя градуировочную характеристику (табл. 4-7).

2.4. Аппроксимировать градуировочную кривую аналитической функцией в диапазоне от  $t_{\min}$  до  $t_{\max}$ , используя метод наименьших квадратов или любой другой метод. Построить аппроксимирующую функцию на одном графике с градуировочной кривой (п.2.3).

2.5. Рассчитать относительную погрешность аппроксимации для значений температур градуировочной характеристики, попадающей в расчетный интервал. Построить график зависимости относительной погрешности от температуры. Относительная погрешность аппроксимации во всех точках расчетного интервала не должна превышать установленного значения.

2.6. Для заданной температуры свободных концов рассчитать для каждой точки расчетного интервала значение термо-ЭДС термопары. При расчетах использовать полученную в п. 2.4 аппроксимирующую функцию.

2.7. Для заданного входного напряжения АЦП рассчитать коэффициент усиления  $K$  исходя из условия:

$$K \cdot U_{аб\max} \leq U_{АЦП};$$

где  $U_{аб\max}$  - максимальное значение сигнала на выходе термопары, В;  $U_{АЦП}$  - диапазон входного напряжения АЦП, В.

2.8. Построить зависимость сигнала на выходе усилителя от времени.

2.9. Определить разрешающую способность измерительной системы по температуре.

### 3. Содержание отчета

Отчет по контрольной работе должен содержать следующие основные пункты.

3.1. Номер варианта и исходные данные к выполнению работы.

3.2. График зависимости температуры от времени.

3.3. Тип выбранной термопары, ее градуировочную характеристику, аппроксимирующую кривую и аналитическое выражение для аппроксимирующей кривой.

3.4. График зависимости относительной погрешности аппроксимации в пределах расчетного диапазона.

3.5. Расчет термо-ЭДС с учётом температуры свободных концов.

3.6. Расчет значения коэффициента усиления усилителя.

3.7. График зависимости сигнала на выходе усилителя от времени.

3.8. Расчет разрешающей способности измерительной системы по температуре в расчетном диапазоне.