

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

УТВЕРЖДАЮ

Проректор-директор ЭНИН  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Ю.С.Боровиков  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 г.

## **ИЗУЧЕНИЕ И ПОВЕРКА ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Технические измерения и приборы» для студентов  
направления 140100 – Теплоэнергетика и теплотехника  
Энергетического института

Томск 2011

УДК 621.1.002 – 05

Изучение и поверка цифровых измерителей температуры.  
Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технические измерения и приборы» для студентов направления 140100 – Теплоэнергетика и теплотехника Энергетического института. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 12 с.

Составитель старший преподаватель Григорьева М.М.  
Рецензент доцент, канд. техн. наук Волошенко А.В.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

Заведующий кафедрой АТП,  
канд. техн. наук, доцент \_\_\_\_\_ Озерова И.П.

## ВВЕДЕНИЕ

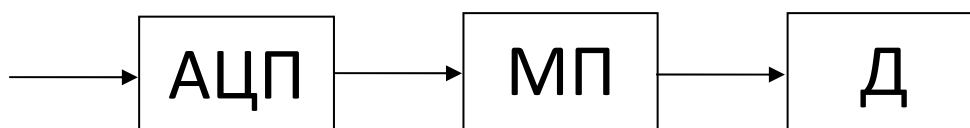
Цель работы заключается в изучении принципа действия и устройства цифровых средств измерения температуры, работающих в комплекте с термопреобразователями сопротивления, а так же в освоении операций по их поверке.

Задачами лабораторной работы являются:

- изучение конструкции и принципа действия цифровых измерительных приборов;
- проведение их проверки.

## ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ТЕМПЕРАТУРЫ

Цифровые микропроцессорные измерители предназначены для измерения температуры в комплекте с термопреобразователями сопротивления. Общая структурная схема цифровых микропроцессорных измерителей представлена на рис. 1.



*Рис. 1. Структурная схема цифрового измерителя температуры:  
АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; МП – микропроцессор;  
Д – дисплей.*

Сигнал с датчика поступает на аналогово-цифровой преобразователь, цифровой сигнал с которого обрабатывается микропроцессором и преобразуется в значение температуры в соответствии с заданной НСХ, значение температуры выводится на дисплей.

Так же в схеме могут присутствовать и другие элементы, такие как коммутатор для возможности обработки данных с нескольких датчиков, запоминающее устройство для сохранения показаний, логические и выходные устройства для регулирования измеряемых величин, и др.

Микропроцессорный программируемый измеритель-регулятор 2ТРМ1 имеет два входа датчиков и два выходных устройства, и может осуществлять независимое регулирование двух независимых величин

по релейному закону, а так же регулирование одной величины по трехпозиционному закону, контроль разности двух измеряемых величин, формирование выходного тока 4-20 мА для регистрации или управления исполнительным механизмом по П-закону. Текущее выбранное измерение отображается на светодиодном четырехразрядном цифровом индикаторе.

На рис. 2 изображена функциональная схема микропроцессорного программируемого измерителя-регулятора типа 2ТРМ1.

Для подключения измерителя-регулятора типа 2ТРМ1 к термопреобразователям сопротивления используется трехпроводная схема подключения.

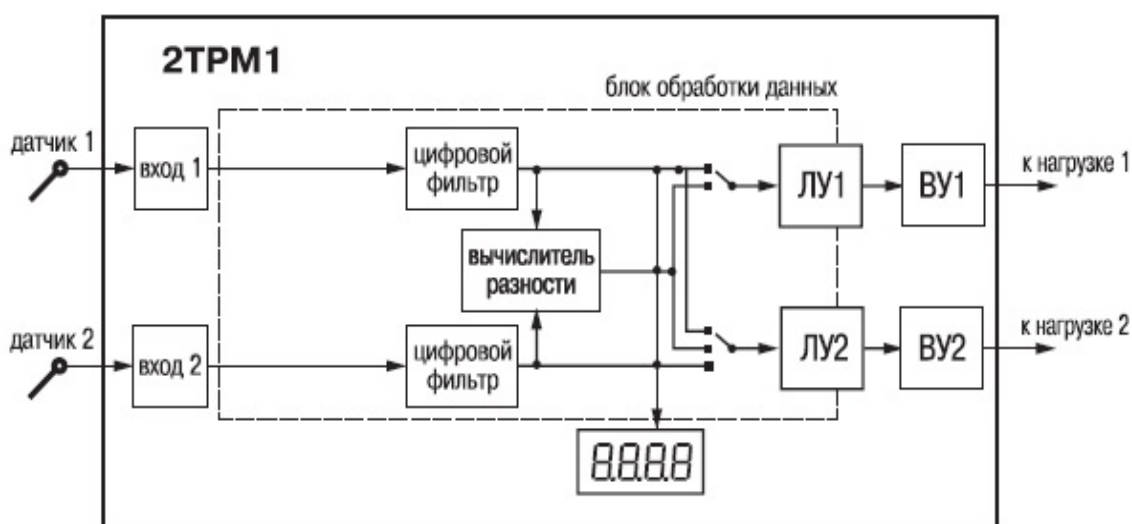
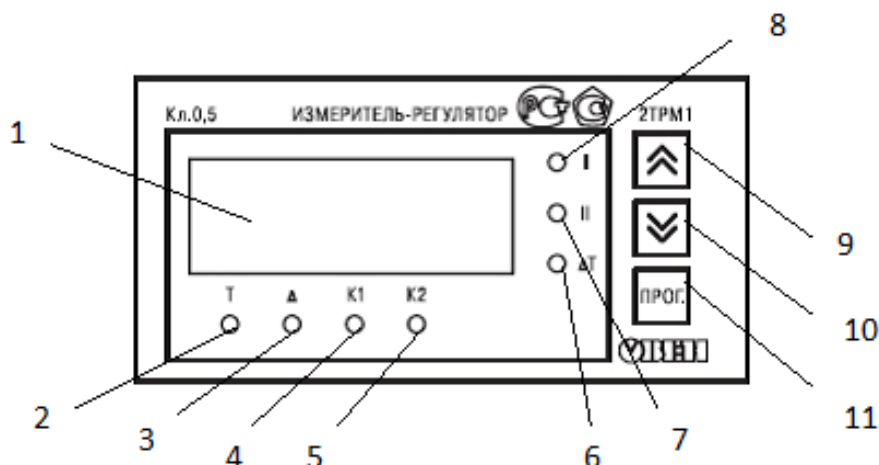


Рис. 2. Функциональная схема микропроцессорного программируемого измерителя-регулятора 2ТРМ1.

Схема передней панели 2ТРМ1 представлена на рис. 3.

Управление и программирование 2ТРМ1 производится при помощи клавиш на лицевой панели. После включения прибора на дисплее 1 в течение 3 секунд будет отображаться код типа датчика, который используется. После чего на дисплее будет отображаться текущее значение температуры с одного из датчиков, и гореть индикатор соответствующего датчика 7 или 8. Для смены датчика следует нажать клавишу 10, при этом на дисплее 1 отобразится температура с другого датчика и загорится индикатор соответствующего датчика 7 или 8.



*Рис. 3. Схема лицевой панели измерителя-регулятора 2TRM1:  
 1 – дисплей; 2- индикатор задания уставки; 3 – индикатор задания гистерезиса;  
 4- индикатор включения первого выходного устройства; 5 – индикатор включения второго выходного устройства; 6 – индикатор вывода разности температур;  
 7 – индикатор вывода со второго канала; 8 – индикатор вывода с первого канала;  
 9 – кнопка увеличения/просмотра заданного значения уставки;  
 10 – кнопка уменьшения/смены канала; 11 – кнопка изменения параметров.*

## **УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЕРКИ ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ 2TRM1**

На передней панели лабораторного стенда находится три измерителя-регулятора 2TRM1. Прибор под номером 1 предназначен для работы с термопреобразователями сопротивления, приборы 2 и 3 предназначены для работы с термоэлектрическими преобразователями. Поверка измерителя-регулятора 2TRM1, работающего в комплекте с ТПС с НСХ 50М производится при помощи магазина сопротивлений типа Р4831 класса точности 0,02.

Поверка производится методом сличения показаний поверяемого прибора с показаниями рабочего эталона. Для этого МС подсоединяется к одному из каналов поверяемого прибора в соответствии с рис. 4. Для включения питания прибора следует включить тумблер «Сеть» и тумблер с номером поверяемого прибора. При этом на дисплее прибора отобразится код типа датчика. Список кодов приведен в табл. 1.

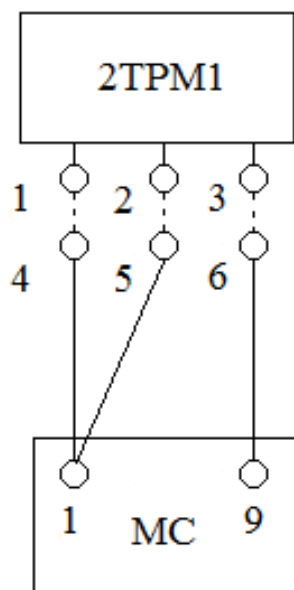


Рис. 4. Схема подключения эталонного магазина сопротивлений МС к поверяемому прибору 2ТРМ1.

Табл. 1. Коды типов датчиков для 2ТРМ1

Код	Тип датчика
00	ТСМ 100М W100=1,426
01	ТСМ 50М W100=1,426
02	ТСП 100П W100=1,385
03	ТСП 100П W100=1,391
07	ТСП 50П W100=1,385
08	ТСП 50 П W100=1,391
09	ТСМ50 М W100=1,428
14	ТСМ 100М W100=1,428
15	ТСМ гр. 23

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Целью поверки цифровых приборов является установление соответствия метрологических характеристик приборов паспортным данным. Установление этого соответствия производится путем сравнения максимальных значений основной абсолютной погрешности и вариации поверяемого прибора с пределами допускаемых основной абсолютной погрешности и вариации показаний прибора.

Основную погрешность поверяемого прибора определяют для всех «круглых» значений температуры. Основную погрешность вычисляют как разность значения сопротивления, соответствующего выбранному значению температуры и определяемого по номинальной статической характеристике ТПС, и значения сопротивления магазина сопротивлений МС, соответствующего тому же значению температуры.

Перед поверкой прибора необходимо подготовить протокол поверки, форма которого представлена ниже. Протокол поверки выполняется на отдельном листе отчета по лабораторной работе. В первый столбец протокола поверки заносят значения температур с шагом 50 °С, начиная с нижнего предела измерения и заканчивая верхним. Во второй столбец протокола поверки заносят значения сопротивлений, соответствующие этим значениям температур по номинальной статической характеристике ТПС.

Пределы измерений для измерителя-регулятора 2ТРМ1 с различными типами датчиков занесены в таблицу 2.

Табл. 2. Пределы измерений 2ТРМ1 с различными типами датчиков

Тип датчика	Диапазон измерений
ТСМ	-150...+200
ТСП	-199...+650

Для определения годности прибора вычисляют пределы допускаемых основной абсолютной погрешности и вариации показаний прибора по формулам:

$$\Delta_{don} = \pm \gamma (R_{en} - R_{ин}) / 100, \quad (1)$$

$$V_{don} = 0,5 \cdot \gamma (R_{en} - R_{ин}) / 100, \quad (2)$$

где  $R_{en}$ ,  $R_{ин}$  – значения сопротивления, соответствующие верхнему и нижнему пределам измерений прибора, Ом;

$\gamma$  – предел допускаемой основной приведенной погрешности прибора, %.

Изменяя сопротивление МС, устанавливают на дисплее прибора значение температуры, соответствующее нижнему пределу измерений прибора. Увеличивая сопротивление МС (прямой ход), последовательно устанавливают на дисплее прибора все выбранные значения температуры. Значения сопротивлений МС, соответствующие выбранным значениям температуры, заносят в протокол поверки. Затем, уменьшая сопротивление МС (обратный ход), вновь последовательно устанавливают на дисплее прибора выбранные

значения температуры. Значения сопротивлений МС, соответствующие выбранным значениям температуры при обратном ходе, заносят в протокол поверки.

Рассчитывают абсолютные погрешности показаний прибора для каждой отметки при прямом  $\Delta_1$  и обратном  $\Delta_2$  ходе и вариацию  $V$  прибора по формулам:

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= R_0 - R_{nx}, \\ \Delta_2 &= R_0 - R_{ox}, \\ V &= |R_{nx} - R_{ox}|,\end{aligned}\tag{3}$$

где  $R_0$  – значение сопротивления по таблице номинальной статической характеристики, соответствующее отметке шкалы, Ом;  
 $R_{nx}$  и  $R_{ox}$  – значения сопротивлений МС, соответствующие отметке шкалы при прямом и обратном ходе, Ом.

Устанавливают соответствие метрологических характеристик поверяемого прибора его паспортным данным, сравнивая максимальные значения основной абсолютной погрешности и вариации прибора с пределами допускаемых основной абсолютной погрешности и вариации. Если выполняются условия:

$$|\Delta_{max}| \leq \Delta_{дон},\tag{4}$$

$$V_{max} \leq V_{дон},\tag{5}$$

то метрологические характеристики прибора соответствуют его паспортным данным и в протоколе поверки делают запись «Прибор годен для измерений». Если одно из условий не выполняется, то метрологические характеристики прибора не соответствуют его паспортным данным и в протоколе поверки делают запись «Прибор не годен для измерений».

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы:

1. Назначение и устройство цифровых измерителей температуры.
2. Описание установки для поверки.
3. Поверка измерителя-регулятора 2ТРМ1, обработка результатов измерений и протокол поверки.



**ПРОТОКОЛ**

поверки прибора типа \_\_\_\_\_, НСХ \_\_\_\_\_, класса точности \_\_\_\_\_.

Поверка проводилась по эталону типа \_\_\_\_\_,

№ \_\_\_\_\_, класса точности \_\_\_\_\_.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ**

Отметки шкалы	Значение сопротивления по НСХ	Отсчет по рабочему эталону		Абсолютная погрешность прибора		Вариация
		Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	
	$R_0$	$R_{nx}$	$R_{ox}$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	
$^{\circ}\text{C}$	Ом					

Предел допускаемой основной погрешности прибора \_\_\_\_\_ Ом.

Максимальная погрешность прибора \_\_\_\_\_ Ом.

Предел допускаемой вариации прибора \_\_\_\_\_ Ом.

Максимальная вариация прибора \_\_\_\_\_ Ом.

Вывод \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**НСХ медных термопреобразователей сопротивления типа ТСМ  
для температур  $-150 \div 200$  °С градуировки 50М**

Температура термометра, °С	Сопротивление термопреобразователя, Ом
-150	17.105
-100	28.265
-50	39.225
0	50.000
50	60.702
100	71.400
150	82.096
200	92.791

Муза Михайловна Григорьева

Изучение и поверка цифровых измерителей температуры.  
Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технические измерения и приборы» для студентов направления 140100 – Теплоэнергетика и теплотехника Энергетического института.

Подписано к печати \_\_\_\_\_.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Печать RISO. Усл. печ. л. 0.75. Уч.-изд. л. 0.7.

Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ \_\_\_\_\_. Цена свободная.

Издательство ТПУ. 634050, Томск, пр. Ленина 30.