

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко

МНОГОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 006 (076.6)
ББК30.10я73
А927

Атрошенко Ю.К.

Многokратные измерения температуры. Методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с.

В пособии приведены сведения о многократных измерениях и методах обработки результатов таких измерений, показан ход выполнения лабораторной работы. Лабораторная работа содержит индивидуальные варианты заданий. Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлениям 140100 (13.03.01) «Теплоэнергетика и теплотехника» и 141100 (13.03.03) «Энергетическое машиностроение».

УДК 006 (076.6)
ББК30.10я73

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор ТГАСУ

Мамонтов Г.Я.

Доцент ФГОУ ДПО «Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная)»

Волошенко А.В.

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014
© Атрошенко Ю.К., Кравченко Е.В.
© Обложка. Издательство Томского политехнического университета, 2014

Цель работы заключается в знакомстве с методами выполнения и обработки многократных измерений.

Задачами лабораторной работы являются:

- выполнение многократных измерений температуры;
- обработка многократных измерений.

Многократные измерения

Многократные измерения выполняются как в системах контроля и сбора информации и метрологической деятельности, так и при выполнении научных экспериментов. Выполнение многократных равнозначных измерений, как правило, выполняется для повышения точности измерений. Измерения называются равнозначными, если выполняются одинаковыми по точности средствами измерений в одних и тех же условиях. Совокупность результатов многократных измерений в большинстве случаев подчиняется нормальному закону распределения. Основными параметрами, характеризующими совокупность результатов измерения, являются математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение.

Среднее значение среди n результатов измерений представляет собой значение, относительно которого происходит разброс случайных величин, оно является абсциссой оси симметрии кривой нормального распределения и называется математическим ожиданием:

$$M(a_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i \quad (1)$$

Степень разброса вокруг математического ожидания характеризуется дисперсией:

$$D(a_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - M(a_i))^2 \quad (2)$$

Кроме величины математического ожидания нормальное распределение характеризуется параметром, называемым среднеквадратическим отклонением:

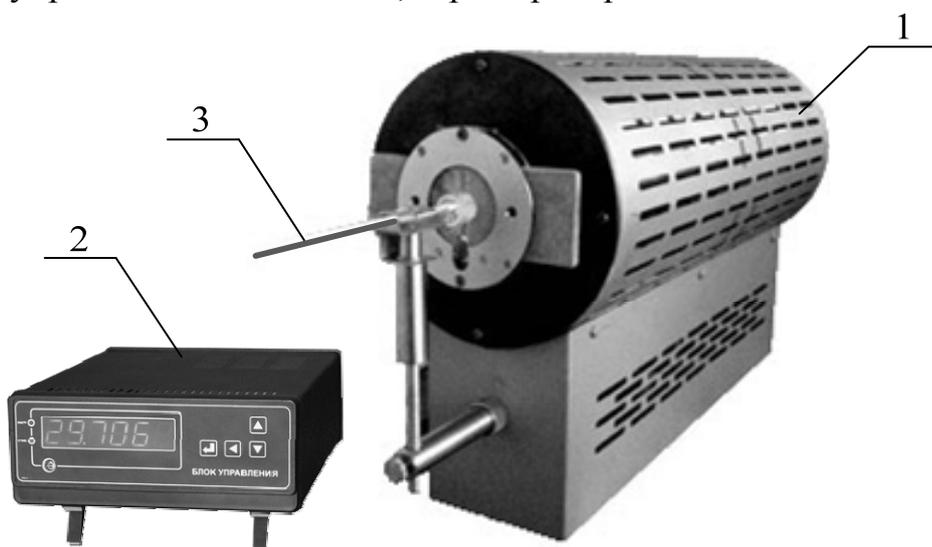
$$\sigma_a = \sqrt{D(a_i)}. \quad (3)$$

Если число наблюдений достаточно велико ($n \rightarrow \infty$), то в силу нормальности распределения абсолютные погрешности одинаковой величины, но с разным знаком, встречаются одинаково часто (плотность распределения симметрична относительно математического ожидания), а значит при бесконечно большом числе наблюдений истинное значение

измеряемой величины равно математическому ожиданию результатов измерений.

Описание лабораторной установки

Вид лабораторной установки показан на рис. 1. Лабораторная установка включает малоинерционную трубчатую печь типа МТП-2М-50-500, блок управления типа БУ-7-4, термопреобразователь.



*Рис. 1. Лабораторная установка для измерения температуры:
1 – печь трубчатая; 2 – блок управления; 3 – термопреобразователь*

Печь 1 предназначена для нагрева средств измерений до температуры от 100 до 1200 °С в лабораторных условиях. Диаметр рабочего пространства печи составляет 50 мм, длина 500 мм. Блок управления 2 предназначен для измерения и поддержания температуры в рабочем пространстве за счет управления подводимой электрической мощностью. Предел допускаемой основной абсолютной погрешности блока составляет ± 3 °С. Дисплей блока предназначен для индикации текущего значения температуры и уставки. Кнопки, расположенные на лицевой панели блока, предназначены для задания температуры и режима отображения температуры (уставки или текущего значения).

Вид лицевой панели калибратора ИКСУ-260L показан на рис. 2.

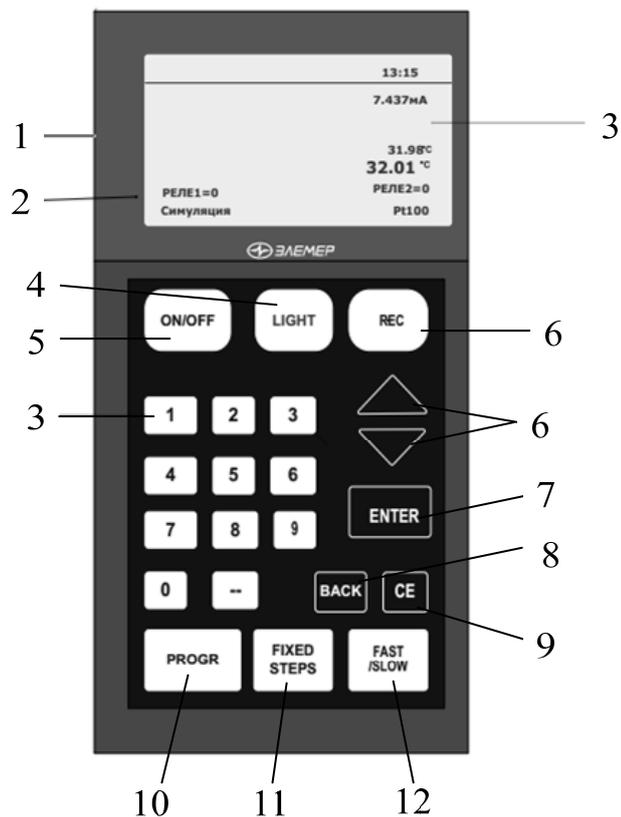


Рис. 2. Устройство мембранного тягомера:

1 – корпус; 2 – лицевая панель; 3 – ЖК-дисплей; 4 – кнопка включения/выключения подсветки дисплея; 5 – кнопка включения/выключения прибора; 6 – начало/остановка записи в архив; 7 – кнопка подтверждения выбранного пункта меню/ ввод числа; 8 – возврат на предыдущий уровень меню; 9 – сдвиг числа вправо; 10 – программирование «горячей» кнопки; 11 – переход к следующему запрограммированному значению; 12 – кнопка включения/выключения «быстрого» режима автоповтора

Порядок выполнения работы

1. Подключить с помощью проводников термопреобразователь к калибратору ИКСУ-260L так, как показано на рис. 3.

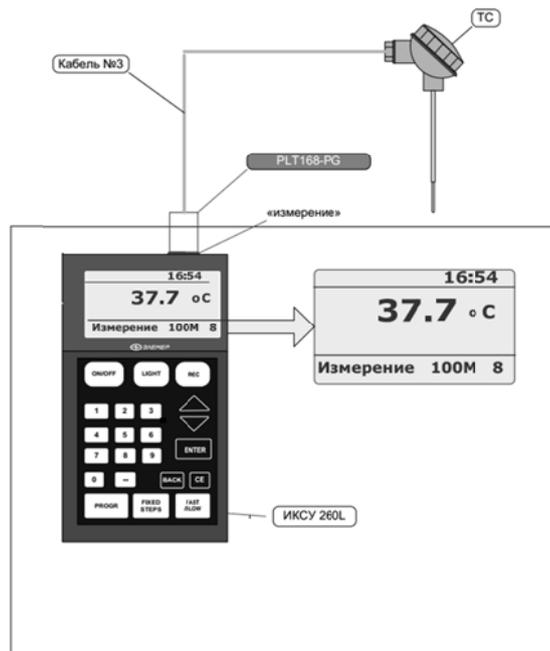


Рис. 3. Схема подключения калибратора-измерителя к термопреобразователю

2. Включить калибратор нажатием кнопки 5 (рис. 2).
3. Нажать кнопку 8 (рис. 2) для входа в Главное меню.
4. В Главном меню войти в режим *Измерения*, выбрать пункт *ТС* для работы с термопреобразователями сопротивления или *ТТ* для работы с термоэлектрическими преобразователями и нажать кнопку 7 (рис. 2).
5. Выбрать из представленного списка НСХ преобразователя нажать кнопку 7. При работе с термоэлектрическими преобразователями следует выбрать пункт «Автоматическая» и нажать кнопку 7.
6. Включить блок управления переводом двухпозиционного переключателя в режим «Включено».
7. С помощью кнопок ▼/▲ установить значение температуры t_1 в соответствии с индивидуальным заданием (см. табл. 2), в режиме нагревания на лицевой панели блока управления будет мигать красный индикатор.
8. После установления температуры (определяется по блоку управления), зафиксировать показания калибратора, занести показания в таблицу 1.
9. Повторить измерения 12 раз с интервалом 10 секунд.
10. Повторить пп. 8–9 для значений температур t_2, t_3 .

Таблица 1

Экспериментальные и расчетные данные

№ эксп.	t_1	t_2	t_3
1			
2			
...			
12			
$M(a_i)$			
$D(a_i)$			
σ_a			

Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице 2.

Таблица 2

Варианты индивидуальных заданий

№ вар.	t_1	t_2	t_3	№ вар.	t_1	t_2	t_3
1	100	110	120	6	250	260	270
2	130	140	150	7	280	290	300
3	160	170	180	8	310	320	330
4	190	200	210	9	340	350	360
5	220	230	240	10	370	380	390

Порядок обработки экспериментальных данных

1. Для каждой серии экспериментов (t_1, t_2, t_3) определить математическое ожидание по формуле 1.
2. Для каждой серии экспериментов (t_1, t_2, t_3) определить дисперсию по формуле 2.
3. Для каждой серии экспериментов (t_1, t_2, t_3) определить среднеквадратическое отклонение по формуле 3.
4. В одной системе отдельно для каждой серии экспериментов координат отметить точки, соответствующие результатам измерений, показать математическое ожидание.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) характеристики многократных измерений;
- 2) описание лабораторной установки;
- 3) порядок выполнения работы;
- 4) порядок обработки экспериментальных данных;
- 5) таблицу, содержащую результаты опытов и расчетов;

- 6) графическое представление результатов;
- 7) ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие измерения называются многократными, с какой целью выполняются такие измерения?
2. Могут ли измерения, входящие в серию многократных, выполняться различными средствами измерений?
3. Что характеризует математическое ожидание случайной величины?
4. Какому закону распределения в большинстве случаев подчиняется совокупность результатов измерений?

Учебное издание

АТРОШЕНКО Юлиана Константиновна
КРАВЧЕНКО Евгений Владимирович

Подписано к печати 12.11.2013. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.
Заказ . Тираж 5 экз.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru