

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор-директор ЭНИН

к.т.н., доцент

_____ Ю.С. Боровиков

« ___ » _____ 2012 г.

Ю.К. Кривогузова

ИЗУЧЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МУЛЬТИМЕТРОВ

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине
«Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

Издательство
Томского политехнического университета
2012

УДК 621.317.3

Изучение цифровых мультиметров.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления 140400 – Электроэнергетика и электротехника / Ю.К. Кривогузова, Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 11 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов «___» _____ 2012 г.

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

Председатель учебно-методической
комиссии _____ В.С. Андык

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2012
© Кривогузова Ю.К., 2012
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2012.

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы заключается в изучении принципа действия и основных органов управления цифрового мультиметра.

Задачами лабораторной работы являются:

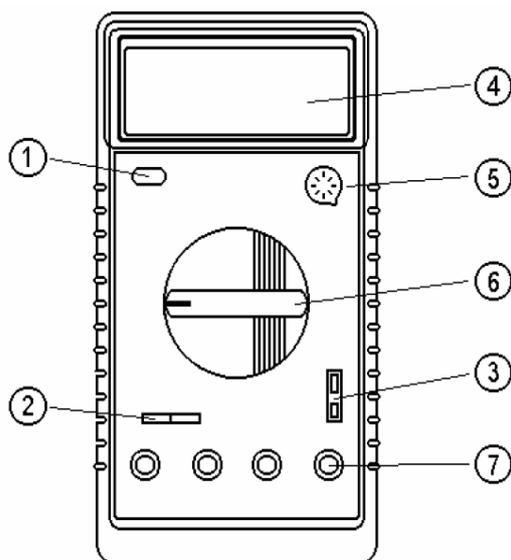
- изучение основных функций мультиметра;
- изучение методик измерения мультиметром физических величин;
- проведение экспериментов по измерению сопротивления, постоянного тока и напряжения, а также обработка их результатов.

ЦИФРОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ

Цифровые мультиметры предназначены для выполнения следующих функций:

- Измерение постоянного и переменного напряжения;
- Измерение постоянного и переменного тока;
- Измерение сопротивлений;
- Измерение емкости конденсаторов;
- Диодный и транзисторный тесты;
- Звуковая прозвонка;
- Измерение температуры;
- Измерение частоты.

Схема лицевой панели мультиметра представлена на рис. 1.



*Рис. 1. Схема лицевой панели цифрового мультиметра Mastech MY64:
1 – кнопка включения питания; 2 – разъем для измерения емкостей; 3 – разъем для измерения температуры; 4 – ЖК дисплей; 5 – разъем для проверки транзисторов;
6 – переключение функций; 7 – входные гнезда*

Кнопка включения питания используется для включения и выключения мультиметра. Для продления срока службы батареи предусмотрено автоматическое выключение питания. Прибор автоматически отключается по истечении 40 мин. Для его включения необходимо нажать кнопку, выключив прибор, а затем нажать ее еще раз для включения мультиметра.

Выбор функции мультиметра и предела измерений выполняется вращением переключателя.

Мультиметр имеет четыре входных гнезда, защищенных от перегрузки, превышающей указанные пределы. Во время работы необходимо установить черный щуп в гнездо «СОМ», а красный в гнездо, соответствующее данному режиму измерения.

Измерение напряжения

Для измерения напряжения необходимо:

1. Соединить черный щуп с гнездом «СОМ», а красный с гнездом «VΩHz» прибора.
2. Поворотным переключателем выбрать нужный предел измерения $V=$ или $V\sim$ и подсоединить щупы к источнику напряжения или исследуемой нагрузке.
3. Показания отразятся на дисплее. При измерении постоянного напряжения индикатор покажет полярность сигнала на красном щупе.
4. Если на дисплее отражается «1», это указывает на перегрузку и необходимость выбрать больший предел измерения.

Измерение тока

Для измерения тока необходимо:

1. Соединить черный щуп с гнездом «СОМ», а красный с гнездом «mA» прибора для токов не более 200 мА. Для токов до 20 А переключить красный щуп прибора на гнездо «A».
2. Поворотным переключателем выбрать нужный предел измерения $A=$ или $A\sim$ и подсоединить щупы последовательно с исследуемой нагрузкой.
3. Показания отразятся на дисплее. При измерении постоянного тока индикатор покажет полярность сигнала на красном щупе.
4. Если на дисплее отражается «1», это указывает на перегрузку и необходимость выбрать больший предел измерения.

Измерение частоты

Для измерения частоты необходимо:

1. Соединить черный щуп с гнездом «СОМ», а красный с гнездом «VΩHz» прибора для токов не более 200 мА. Для токов до 20 А переключить красный щуп прибора на гнездо «А».
2. Установить поворотный переключатель в положение КHz и подсоединить щупы к источнику сигнала или исследуемой нагрузке.
3. При входном сигнале свыше 10 В считывание возможно, но точность не гарантируется.
4. При малых входных сигналах в условиях сильных внешних шумов предпочтительнее использовать экранированную кабель.

Измерение сопротивлений

Для измерения сопротивления необходимо:

1. Соединить черный щуп с гнездом «СОМ», а красный с гнездом «VΩHz» прибора (полярность красного будет «+»).
2. Поворотным переключателем выбрать нужный предел измерения Ω и подсоединить щупы к исследуемой нагрузке.
3. Показания отразятся на дисплее. Если на дисплее отражается «1», это указывает то, что измеряемое сопротивление превышает максимальное значение выбранного предела измерения или вход не подсоединен к сопротивлению.
4. При измерении величины сопротивления, находящегося в схеме убедитесь, что схема выключена, и конденсаторы полностью разряжены.
5. При измерениях свыше 1 МОм прибор может устанавливать показания в течение нескольких секунд.

Измерение емкости конденсаторов

Для измерения емкости конденсаторов необходимо:

1. Установить поворотный переключатель на желаемый предел измерения емкости F.
2. Перед установкой конденсатора в разъем для конденсаторов убедитесь в том, что конденсатор полностью разряжен.
3. При измерении емкости конденсатора с короткими выводами следует использовать переходной адаптер.

Проверка диодов

Для проверки диодов необходимо:

1. Соединить черный щуп с гнездом «СОМ», а красный с гнездом «VΩHz» прибора (полярность красного будет «+»).
2. Установите переключатель функций в положение  и соединить красный щуп с анодом, а черный – с катодом измеряемого диода. На дисплее отразится приблизительное прямое падение напряжения на диоде. При обратном подключении щупов к диоду на дисплее отразится «1».

Проверка транзисторов

Для проверки транзисторов необходимо:

1. Установить поворотный переключатель в положение h_{FE} .
2. Определить, какого типа проводимости (PNP или NPN) проверяемый транзистор и определить местоположение его эмиттера, коллектора и базы. Установить выводы транзистора в соответствующие гнезда разъема на приборе.
3. На дисплее отразится приблизительный коэффициент h_{FE} транзистора при токе базы $10 \mu A$ и напряжении коллектор-эмиттер $3,2 V$.

Прозвонка соединений

1. Соединить черный щуп с гнездом «СОМ», а красный с гнездом «VΩHz» прибора (полярность красного будет «+»).
2. Установить переключатель функций в положение  и подсоединить щупы прибора к двум точкам проверяемой цепи. Если существует электрический контакт между этими двумя точками (т.е. сопротивление менее 50 Ом) прозвучит сигнал зуммера.

Измерение температуры

Для измерения температуры необходимо:

1. Установить переключатель функций в положение $^{\circ}C$ и на дисплее отразится температура окружающей среды.

Технические характеристики мультиметра приведены в табл. 1, табл. 2 и табл. 3.

Таблица 1

Диапазон	Разрешающая способность	Точность измерения
Постоянное напряжение		
200 mV	0,1 mV	$\pm 0,5\% \pm 1 D$
2 V	1 mV	$\pm 0,5\% \pm 1 D$
20 V	10 mV	$\pm 0,5\% \pm 1 D$
200 V	0,1 V	$\pm 0,5\% \pm 1 D$
1000 V	1 V	$\pm 0,5\% \pm 2 D$
Переменное напряжение		
200 mV	0,1 mV	$\pm 1,2 \% \pm 3 D$
2 V	1 mV	$\pm 0,8 \% \pm 3 D$
20 V	10 mV	$\pm 0,8 \% \pm 3 D$
200 V	0,1 V	$\pm 0,8 \% \pm 3 D$
1000 V	1 V	$\pm 1,2 \% \pm 3 D$
Сопротивление		
200 Ом	0,1 Ом	$\pm 0,8 \% \pm 3 D$
2 kОм	1 Ом	$\pm 0,8 \% \pm 1 D$
20 kОм	10 Ом	$\pm 0,8 \% \pm 1 D$
200 kОм	100 Ом	$\pm 0,8 \% \pm 1 D$
2 МОм	1 kОм	$\pm 0,8 \% \pm 1 D$
20 МОм	10 kОм	$\pm 0,8 \% \pm 2 D$
200 МОм	100 kОм	$\pm 5 \% (- 10 \text{ единиц}) \pm 10 D$
Частота		
2 kHz	1 Hz	$\pm 2 \% \pm 5 D$
20 kHz	10 Hz	$\pm 1,5 \% \pm 5 D$
Емкость		
2 nF	1 pF	$\pm 4 \% \pm 3 D$
20 nF	10 pF	$\pm 4 \% \pm 3 D$
200 nF	0,1 nF	$\pm 4 \% \pm 3 D$
2 μ F	1 nF	$\pm 4 \% \pm 3 D$
20 μ F	10 nF	$\pm 4 \% \pm 3 D$

Таблица 2

Постоянный ток			
Диапазон	Разрешающая способность	Точность	Падение напр. при измерении
2 mA	1 μ A	$\pm 0,8 \% \pm 1 D$	110 mV / mA
2 mA	10 μ A	$\pm 0,8 \% \pm 1 D$	15 mV / mA
200 mA	0,1 mA	$\pm 1,5 \% \pm 1 D$	5 mV / mA
10 A	10 mA	$\pm 2,0 \% \pm 5 D$	0,03 mV / mA

Продолжение таблицы 2

Переменный ток			
2 мА	1 μ А	$\pm 1 \% \pm 3 D$	110 мВ / мА
2 мА	10 μ А	$\pm 1 \% \pm 3 D$	15 мВ / мА
200 мА	0,1 мА	$\pm 1,8 \% \pm 3 D$	5 мВ / мА
10 А	10 мА	$\pm 3 \% \pm 7 D$	0,03 мВ / мА

Таблица 3

Температура				
Диапазон, $^{\circ}C$	Разрешающая способность	Точность		
		$-20^{\circ}C \dots 0^{\circ}C$	$0^{\circ}C \dots 400^{\circ}C$	$400^{\circ}C \dots 1000^{\circ}C$
-20 ... 1000	$1^{\circ}C$	$\pm 5 \% \pm 4 D$	$\pm 1 \% \pm 3 D$	$\pm 2 \%$

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

1. Измерение сопротивления

1. Установить регулятор сопротивления переменного резистора R_x Наборного поля в среднее положение.
2. Установить переключатель режима работы мультиметра в положение 20 кОм.
3. Соединить проводником общий измерительный контакт мультиметра (СОМ) с контактом К22.1 переменного резистора Наборного поля.
4. Подключить с помощью красного щупа контакт измерения $V \Omega Hz$ мультиметра к контакту К23.1 переменного резистора Наборного поля.
5. На экране отразится измеренное значение сопротивления.
6. Отсоединить измерительный щуп мультиметра от контакта К23.1 переменного резистора. Спустя 10 секунд повторно подключить измерительный щуп Мультиметра к контакту К23.1.
7. Провести не менее 10 повторных измерений, результаты которых занести в таблицу (табл. 4).
8. Нарисовать электрическую схему измерения.

Таблица 4

Номер эксперимента	Полученное значение
1	
2	
...	
N	

2. Измерение постоянного напряжения

1. Установить регулятор «Установка U+» Р2 Блока питания в среднее положение.
2. Установить переключатель режима работы мультиметра в положение измерения постоянного напряжения, предел измерения 20 В.
3. Соединить проводником общий измерительный контакт мультиметра (СОМ) с общим контактом К7 - земля Блока питания.
4. Подключить с помощью красного щупа контакт измерения V Ω Hz мультиметра к контакту К8 «0...+15В» Блока питания.
5. На экране мультиметра отразится измеренное значение напряжения.
6. Отсоединить измерительный щуп мультиметра от контакта К8 «0...+15В». Спустя 10 секунд повторно подключить измерительный щуп мультиметра к контакту К8 «0...+15В». Провести не менее 10 повторных измерений, результаты которых занести в таблицу (табл. 4).
7. Нарисовать электрическую схему измерения.

Внимание! Попытка измерения напряжения источника питания при ошибочно включенном режиме измерения тока (то есть при ошибочном подключении щупа к измерительному контакту mA) приведет к короткому замыканию и может вывести мультиметр из строя!

3. Измерение постоянного тока

1. Установить регулятор «Установка U+» Р2 Блока питания в среднее положение.
2. Установить переключатель режима работы мультиметра в положение измерения постоянного тока, предел измерения 20 мА.
3. Соединить проводником общий измерительный контакт мультиметра (СОМ) с общим контактом К7– земля Блока питания.
4. Соединить проводником контакты К5.1 резистора R1 наборного поля с контактом К8 «0...+15» Блока питания.
5. Подключить с помощью красного щупа контакт измерения mA мультиметра к контакту К6.1 резистора R1 наборного поля.
6. На экране мультиметра отразится измеренное значение тока.
7. Отсоединить измерительный щуп мультиметра от контакта К6.1 резистора R1 наборного поля. Спустя 10 секунд повторно подключить измерительный щуп Мультиметра к контакту К6.1 резистора R1

- наборного поля. Провести не менее 10 повторных измерений, результаты которых занести в таблицу (табл. 4).
8. Нарисовать электрическую схему измерения.

ПОРЯДОК ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Провести статическую обработку полученных экспериментальных данных:

1. Рассчитать математическое ожидание по формуле:

$$M_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i .$$

2. Рассчитать дисперсию экспериментальных данных по формуле:

$$D_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^2 .$$

3. Рассчитать среднеквадратичное отклонение экспериментальных данных по формуле:

$$\sigma_x = \pm \sqrt{D_x} .$$

4. Рассчитать коэффициент асимметрии по формуле:

$$A = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^3}{\sigma_x^3} .$$

5. Рассчитать коэффициент эксцесса по формуле:

$$A = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^4}{\sigma_x^4} - 3 .$$

6. Рассчитать коэффициент вариации по формуле:

$$V = \frac{\sigma_x}{M_x} \cdot 100 \% .$$

Здесь x_i – значение результата в i -ом опыте; N – число экспериментов.

7. Оценить погрешность измерения величин, используя таблицу 1.

Дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации являются количественными характеристиками рассеивания значений результатов эксперимента. Коэффициент асимметрии и коэффициент эксцесса являются характеристиками более высшего порядка. Первый характеризует «скошенность распределения», а второй – степень его «островершинности».

К вычисляемым в результате эксперимента оценкам случайных величин предъявляются три основных требования: состоятельности, несмещенности и эффективности. Полагают, что оценка состоятельна, если с

ростом объема выборки она стремится по вероятности к истинному значению, не смещена, если ее математическое ожидание стремится к истинному значению, и эффективна, когда оценка обладает наименьшим рассеянием по сравнению с любыми другими оценками. Из двух оценок эффективнее та, которая обладает меньшей дисперсией, т. е. значения которой рассеиваются в более узком интервале.

Сделать вывод по полученным оценкам экспериментальных данных.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы:

1. Описание основных функций и технических характеристик цифрового мультиметра.
2. Порядок проведения и результаты экспериментов.
3. Порядок обработки полученных экспериментальных данных.
4. Ответы на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. К каким разъемам необходимо подключить щупы мультиметра для измерения напряжения, силы тока?
2. Какова погрешность измерения мультиметром температуры $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$?
3. На какую отметку необходимо установить переключатель режима работы для измерения величины силы тока 18 мА, 2 А?
4. Какими слагаемыми определяется допускаемая основная погрешность измерения мультиметра?
5. Что характеризуют определяемые в работе статистические оценки экспериментальных данных?