

CALIBRO 140

Многофункциональный калибратор

Руководство по эксплуатации

MEATEST



Содержание

Основные сведения	5
Подготовка к работе.....	7
Осмотр содержимого упаковки, выбор места установки	7
Включение питания	7
Время прогрева	7
Замена предохранителя	8
Меры предосторожности.....	8
Описание органов управления и индикации	9
Передняя панель.....	9
Задняя панель	15
Управление калибратором	16
Выбор функции.....	16
Установка параметров выходного сигнала	16
Установка относительного отклонения.....	18
Изменение значения в 10 раз.....	19
Подсоединение и отсоединение выходных клемм	19
Установка частоты.....	20
Генерация калиброванного напряжения.....	21
Генерация калиброванного тока.....	24
Генерация сигналов негармонической формы	25
Имитация сопротивления и емкости	26
Генерация электрической мощности и энергии	28
Генерация частоты.....	33
Имитация датчиков температуры	36
Мультиметр.....	40
Основное меню	40
Выбор функции	41
Выбор диапазона измерения	41
Единицы измерения	42
Использование расчетной формулы.....	43
Установка параметров функций	43
Запуск измерения	44
Функция установки нуля.....	44
Одновременное использование функций	45

Тестер	48
Основное меню	48
Выполнение тестовой программы	48
Программирование теста	49
Задание типа сигналов и числа шагов.....	50
Задание числовых значений параметров для теста.....	50
Настройка реле.....	51
Меню настройки (SETUP)	52
Режим калибровки	57
Сообщения об ошибках.....	76
Функциональное описание калибратора.....	78
Обслуживание калибратора.....	85
Проверочные испытания	87
Дистанционное управление.....	95
Свойства шины IEEE-488	95
Свойства шины RS232	95
Синтаксис команд	96
Стандартные структуры системы статуса	112
Примеры использования.....	115
Калибровка измерительных приборов	115
Мультиметры	115
Ваттметры.....	117
Счетчики и осциллографы	119
Термометры.....	119
Измерение.....	120
Напряжение, ток и частота.....	120
Измерение сопротивления и измерение температуры с использованием резистивных датчиков.....	121
Измерение температуры при помощи термопар	122
Тензодатчики для измерения неэлектрических величин.....	123
Испытание контрольных, регулировочных и измерительных устройств.....	124
Использование переходника «опция 140-41»	124
Использование переходника «опция 40/60»	125
Использование переходника «опция 70»	125
Примеры тестов	125
Тестирование.....	127
Технические характеристики.....	128
Принадлежности	135

Основные сведения

Многофункциональный калибратор CALIBRO-140 представляет собой универсальный калибратор-тестер, предназначенный главным образом для применения в качестве эталона в калибровочных лабораториях. Он может использоваться для калибровки любого прибора, измеряющего напряжение, ток, сопротивление, емкость и частоту. Калибратор генерирует фиксированные негармонические сигналы, позволяя поверять измерительные приборы по сигналам с ненулевым уровнем нелинейных искажений. Частота, амплитуда и коэффициент заполнения выходного сигнала регулируются. Многофункциональный калибратор CALIBRO-140 пригоден также для базовой калибровки осциллографов.

В калибраторе имеется функция имитации датчиков температуры резистивного типа и термопар, а также встроенный мультиметр, с которыми можно работать одновременно. Это позволяет проверять преобразователи различных типов, регуляторы и измерительные элементы без необходимости в дополнительных измерительных приборах.

В число программных функций калибратора при использовании его в качестве тестера входит программирование 10-шаговой процедуры тестирования, которая выполняется автоматически и по окончании которой на индикаторе отображается сообщение о положительном (PASS) или отрицательном (FAIL) результате теста. Эта функция связана с независимым релейным выходом, который обеспечивает возможность управления другим оборудованием.

Основные функции калибратора включают генерацию калиброванного постоянного и переменного напряжения в диапазоне от 0 мкВ до 1000 В, а также постоянного и переменного тока в диапазоне от 0 мкА до 20 А (от 50 мкА до 1000 А при использовании катушки с 50 витками). Максимальная точность калибратора составляет 0,0035 % для постоянного напряжения, 0,03 % для переменного напряжения, 0,013 % для постоянного тока и 0,055 % для переменного тока. Максимальный диапазон частот — от 20 Гц до 50 кГц. Калибратор предусматривает генерацию периодических негармонических сигналов с заданным коэффициентом заполнения. Это облегчает, в частности, проверку мультиметров и определение их погрешности при измерении негармонических сигналов постоянного тока.

Калибратор способен также имитировать сопротивление или емкость. Диапазон сопротивлений составляет от 0 Ом до 50 МОм, диапазон емкостей — от 1 нФ до 50 мкФ, погрешность достаточна для поверки распространенных мультиметров. Основная погрешность имитации сопротивления составляет 0,03 %. Основная погрешность имитации емкости равна 0,5 %. Сопротивление может использоваться с сигналами переменного тока частотой до 300 Гц или 1 кГц, в зависимости от установленного значения.

В режимах генерации частоты калибратор генерирует сигнал прямоугольной формы с заданным калиброванным коэффициентом заполнения, амплитудой от 1 мВ до 10 В и частотой от 0 до 10 кГц. Кроме того, обеспечивается генерация прямоугольного сигнала с весьма крутым нарастающим фронтом частотой до 20 МГц. Режимы генерации частоты можно использовать для калибровки соответствующих диапазонов частот мультиметров, а также калибровки чувствительности по входу и развертки осциллографов.

Режим генерации мощности может использоваться для калибровки однофазных ваттметров и электросчетчиков постоянного и переменного тока. Максимальное напряжение составляет 240 В, максимальный ток — 10 А, диапазон значений коэффициента мощности — от -1 до +1, разрешающая способность 1 % в диапазоне частот от 40 до 400 Гц. Выход генерации напряжения обеспечивает ток нагрузки до 30 мА, что позволяет калибровать механические ваттметры.

Имитация датчиков температуры — еще одна функция, которую можно использовать для калибровки термометров и термодатчиков. Калибратор обеспечивает имитацию всех распространенных резистивных датчиков на базе Pt и Ni, а также термопар типов R, S, B, J, T, E, K, N. Компенсация холодного спая термопары достигается путем ввода соответствующей температуры с клавиатуры калибратора. Погрешность имитируемых датчиков температуры зависит от характеристик и типа датчика и находится в диапазоне от 0,04 до 0,5 °C для резистивных датчиков и от 0,4 до 4,3 °C для термопар.

Внутренний мультиметр с основными диапазонами 20 мА, 20 мВ, 200 мВ и 10 В и погрешностью 0,01% может использоваться для измерения нормализованных сигналов с преобразователей, внешних термопар или резистивных датчиков, а также для измерения давления и силы при помощи тензодатчиков.

Калибратор обладает многими другими особенностями, упрощающими его эксплуатацию — например, возможность измерения относительного отклонения от заданного значения выходного параметра,

отображения текущей неопределенности выходного сигнала, процедуры калибровки и тестирования, а также многое другое. Для управления и индикации служит ЖК-экран, на котором отображается вся необходимая информация. Управление осуществляется путем выбора команд из экранного меню. Часто используемым функциям присваиваются клавиши прямого действия. Калибратор поставляется со стандартной шиной GPIB и последовательным интерфейсом RS-232, что обеспечивает возможность дистанционного управления прибором с ПК.

Калибратор легко встраивается в автоматизированные поверочные системы на базе программного обеспечения WinQbase/CALIBER.

ВНИМАНИЕ!

Калибратор вырабатывает опасное для жизни высокое напряжение.

Разрешается использовать калибратор только в соответствии с настоящим руководством.

Подготовка к работе

Осмотр содержимого упаковки, выбор места установки

Базовая комплектация включает следующие позиции:

- Многофункциональный калибратор
- Сетевой шнур
- Запасной предохранитель T4L250/T, T8L250/T
- Руководство по эксплуатации
- Протокол испытаний
- Измерительный кабель 1000 В/20 В (2 шт.)
- Переходник «опция 40»
- Переходник «опция 60»
- Переходник «опция 70»
- Кабель RS 232

Питать калибратор следует от сети переменного тока напряжением 230 или 115 В и частотой 50 или 60 Гц. Калибратор представляет собой лабораторный прибор, соответствие фактических и номинальных характеристик которого гарантируется при температуре $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Прежде чем включать прибор, поместите его на горизонтальную поверхность. Не перекрывайте вентиляционные отверстия на дне прибора и решетку вентилятора на задней панели.

Включение питания

- Прежде чем включать калибратор в сеть, проверьте положение переключателя напряжения сети на задней панели.
- Подсоедините сетевой шнур одним концом к гнезду на задней панели, а другим — к стенной розетке.
- Включите питание сетевым выключателем, расположенным на задней панели. Загорится подсветка ЖК-экрана.
- В течение 5 секунд калибратор будет выполнять самопроверку аппаратной части.
- По завершении самопроверки калибратор сбросится в исходное состояние со следующими параметрами:

Функция	Постоянное напряжение
Диапазон	20 В
Установленное значение	10 В
Выходные клеммы	Выкл.

Заводской адрес GPIB равен 2. Это значение действует до тех пор, пока не будет изменено пользователем.

Примечание. Калибратор сбрасывается в исходное состояние после отключения и повторного включения питания.

Время прогрева

Калибратор работоспособен после включения питания и завершения начальных проверок, но соответствие фактических характеристик номинальным гарантируется только после прогрева прибора в течение 60 минут. В течение этого промежутка времени калибровка невозможна. При попытке выполнить калибровку в это время на экране отображается сообщение «Cannot access the calibration» («Калибровка недоступна»).

Замена предохранителя

Калибратор оборудован предохранителем, который располагается в разъеме питания на задней панели. Порядок замены предохранителя следующий:

- Выключите питание калибратора.
- Отсоедините сетевой шнур от гнезда питания на задней панели.
- Вставьте лезвие плоской отвертки в вырез переключателя напряжения сети и извлеките держатель предохранителя.
- Извлеките предохранитель и установите на его место новый предохранитель того же номинала.

Меры предосторожности

Конструкция настоящего прибора соответствует классу безопасности I по стандарту EN 61010-1. В конструкции отражены требования поправки A2 к данному стандарту.

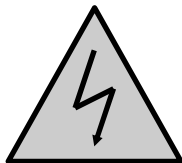
Безопасность обеспечивается особенностями конструкции и использованием компонентов конкретных типов.

Производитель не несет ответственность за ущерб, возникший вследствие конструктивных модификаций и использования ненадлежащих запасных частей.

Символы безопасности, используемые для маркировки оборудования



Опасно — см. документацию



Опасно — риск поражения электрическим током

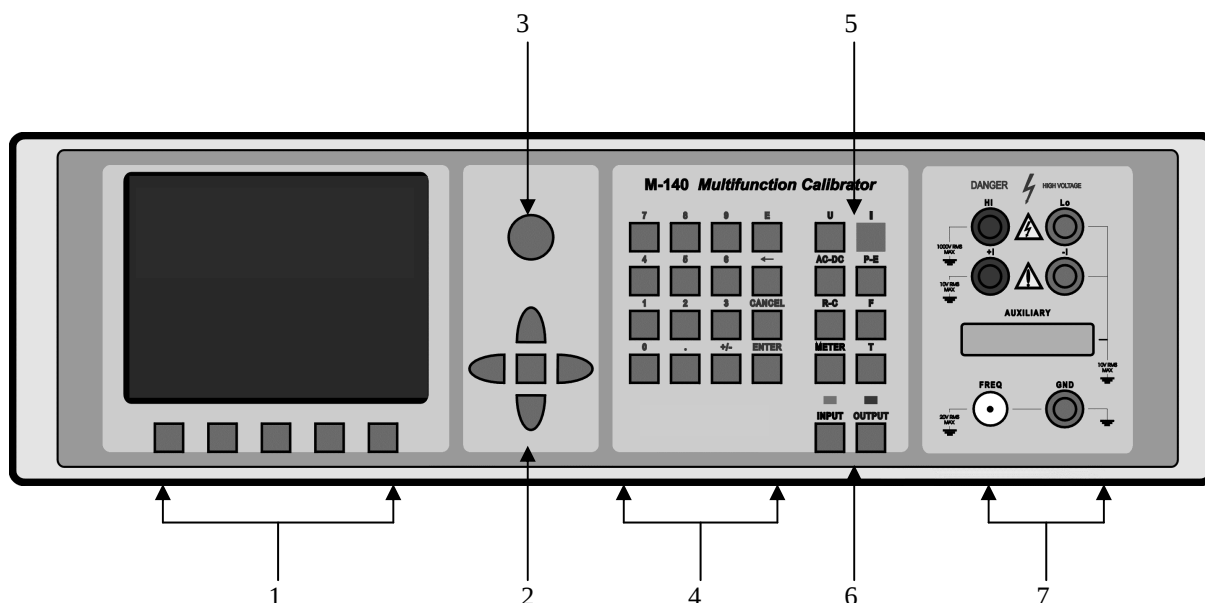


Опасно — высокое напряжение

Описание органов управления и индикации

Передняя панель

На передней панели калибратора располагается ЖК-экран, клавиши управления и выходные клеммы. Часть передней панели, относящаяся к управлению, изображена на приведенном ниже рисунке.



1 Экранные клавиши

Под экраном имеется пять клавиш, назначение которых меняется в зависимости от содержимого экрана. Обычно эти клавиши служат для вызова экранного меню, изменения диапазона и шага, протоколирования значений и т. д.

2 Клавиш управления курсором

При помощи этих клавиш можно управлять перемещением курсора на экране в допустимых пределах. На клавиатуре имеются две клавиши (<, >), позволяющие устанавливать курсор в требуемую позицию на экране. Перемещать курсор можно влево и вправо. Эти клавиши обычно используются для перебора пунктов меню или значений, перемещения между пунктами и перехода с одного уровня меню на другой. В некоторых режимах возможна установка числовых значений. В этих случаях клавиши (^, v) позволяют пользователю соответственно увеличивать и уменьшать значение под курсором.

Центральная клавиша служит для подтверждения ввода (ENTER) или для выбора пунктов меню (SELECT).

3 Потенциометр

Потенциометр объединяет в себе несколько функций. Поворотом ручки влево или вправо пользователь может:

- перебирать пункты меню;
- вводить числовые значения.

Функции потенциометра могут обычно выполняться клавишами перемещения курсора. Центральная клавиша служит для подтверждения ввода (ENTER).

4 Цифровая клавиатура

Эта клавиатура позволяет вводить числовые значения на экране. Центральная клавиша служит для подтверждения ввода (ENTER). Кнопка CANCEL отменяет ввод.

5 Функциональные клавиши

Функциональные клавиши служат для непосредственного вызова функций калибратора. Имеются следующие клавиши:

Функция	Клавиша
Постоянное напряжение	U / DC
Переменное напряжение	U / AC
Постоянный ток	I / DC
Переменный ток	I / AC
Сопротивление / емкость	R – C
Мощность / энергия	P – E
Частота	F
Внутренний мультиметр	METER
Имитация датчиков температуры	T

После выбора другой функции значения параметров соответствующей функции восстанавливаются. Если данная функция прежде не использовалась, калибратор устанавливает исходные значения. Исходные значения параметров отдельных функций приведены ниже.

Функция	Значение	Параметры
Постоянное напряжение	10 В	- -
Переменное напряжение	10 В	f = 1000 Гц
Постоянный ток	100 мА	- -
Переменный ток	100 мА	f = 1000 Гц
Сопротивление	100 кОм	
Емкость	1 мкФ	
Мощность	100 Вт	f = 100 Гц ^{*1}
Энергия		
Частота	1000 Гц	U = 1 В (симм.)
Мультиметр	10 В	Постоянное напряжение
Имитация датчиков температуры	100 °C	Pt 100/1.385, ITS90
Температура холодного спая датчиков термопары	23 °C	R

^{*1} U = 100 В, I = 1 В, коэффициент мощности (PF) = 1 (LA), активная мощность отображается в ваттах

6 Клавиши выходных и входных клемм

Клавиша OUTPUT служит для управления соединением выхода калибратора с выходными клеммами. Соединение индицируется красным светодиодом и символом на экране.

Клавиша METER управляет соединением входных клемм с внутренним мультиметром. Соединение индицируется зеленым светодиодом.

7 Выходные и входные клеммы

Выходной сигнал с калибратора подается на выходные клеммы. В режимах генерации тока сигнал подается на клеммы **+I / -I**, а в режимах генерации частоты — на клемму **FREQ**. Во всех прочих режимах (генерация напряжения, имитация сопротивления и емкости) сигнал подается на клеммы **Hi / Lo**.

Клемма **GND** соединена с шасси калибратора, а также с заземляющим штырем вилки сетевого шнура. При помощи меню настройки (SETUP) калибратора выходные клеммы калибратора можно также заземлить. Внутреннее заземление осуществляется путем соединения клемм **Lo** и **GND** через реле. Такая схема подходит для большинства случаев, когда объект калибровки (мультиметр) имеет плавающий потенциал.

Разъем **AUXILIARY** служит входом внутреннего мультиметра. На него подается также ограниченный ассортимент выходных сигналов калибратора. Цоколевка данного разъема приведена в следующей таблице.

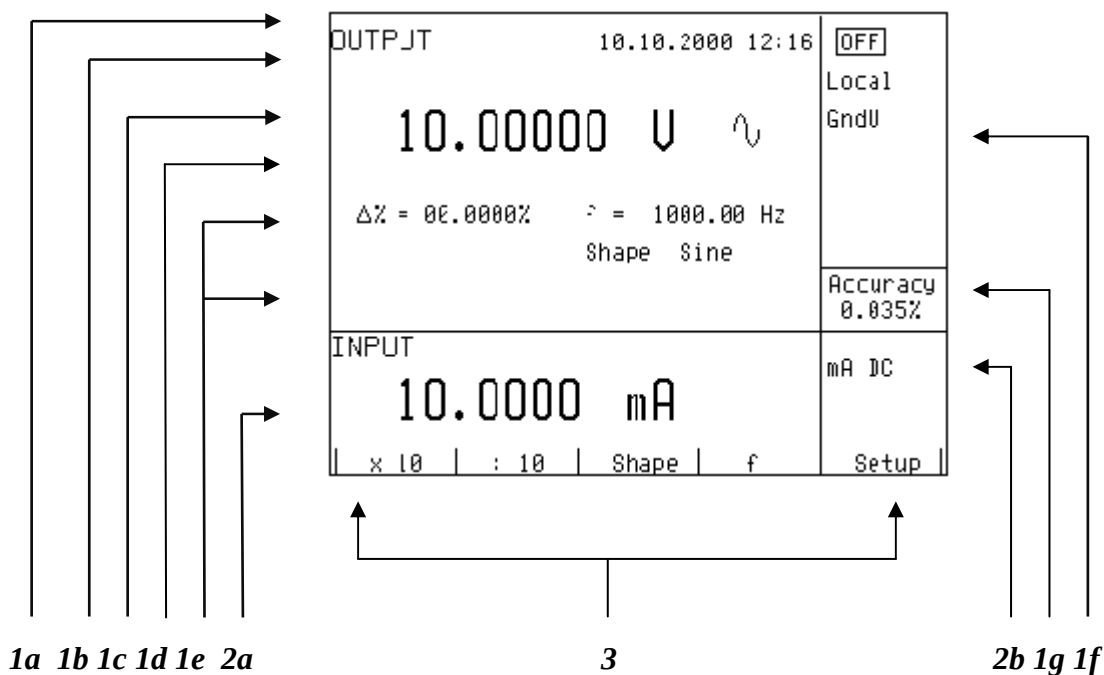
Разъем **AUXILIARY** может использоваться с одним из переходников (опции 40, 60, 70, 140-41). Калибратор автоматически распознает тип подключенного переходника и отображает соответствующую информацию на экране.

Контакт	Маркировка	Сигнал	Ограничения
1	0V5MER	Общий провод источника питания мультиметра	
2	GND	Защитное заземление	
3	SIMLI	Выход имитатора RC, клемма тока Li	$U_{\max} = 10 V_{\text{разм}}, I_{\max} = 40 \text{ мА}$
4	SIMLU	Выход имитатора RC, клемма напряжения Lu	$U_{\max} = 10 V_{\text{разм}}, I_{\max} = 40 \text{ мА}$
5	GND	Защитное заземление	
6	L	Общий провод входа мультиметра	
7	-U	Выходная клемма низкого уровня постоянного напряжения	
8	-I	Выходная клемма низкого уровня постоянного тока	
9	NG2	Выход функции сортировки, контакт 2 реле сортировки	$U_{\max} = 50 V_{\text{разм}}, I_{\max} = 100 \text{ мА}$
10	PTLI	Входная клемма Li резистивного датчика температуры	$U_{\max} = 10 V_{\text{разм}}, R < 2 \text{ кОм}$
11	PTLU	Входная клемма Lu резистивного датчика температуры Входная клемма L в диапазонах 20, 200, 2000 мВ	$U_{\max} = 10 V_{\text{разм}}, R < 2 \text{ кОм}$
12	TEST1	Контакт для идентификации фактически используемого переходника	
13	TEST3	Контакт для идентификации фактически используемого переходника	
14	0V5MER	Общий провод источника питания мультиметра	
15	NC	Не используется	
16	SIMHI	Выход имитатора RC, клемма тока Hi	$U_{\max} = 10 V_{\text{разм}}, I_{\max} = 40 \text{ мА}$
17	SIMHU	Выход имитатора RC, клемма напряжения Hu	$U_{\max} = 10 V_{\text{разм}}, I_{\max} = 40 \text{ мА}$
18	NC	Не используется	
19	INP	Входная клемма мультиметра для режимов напряжения и тока	$U_{\max} = 25 V_{\text{разм}}, I_{\max} = 25 \text{ мА}$
20	+U	Выходная клемма высокого уровня постоянного напряжения	$U_{\max} = 20 V_{\text{разм}}$
21	+I	Выходная клемма высокого уровня постоянного тока	$I_{\max} = 25 \text{ мА}$
22	NG1	Выход функции сортировки, контакт 1 реле сортировки	$U_{\max} = 50 V_{\text{разм}}, I_{\max} = 100 \text{ мА}$
23	PTHI	Входная клемма Hi резистивного датчика температуры	$U_{\max} = 10 V_{\text{разм}}, R < 2 \text{ кОм}$
24	PTHU	Входная клемма Hu резистивного датчика температуры Входная клемма H в диапазонах 20, 200, 2000 мВ	$U_{\max} = 10 V_{\text{разм}}, R < 2 \text{ кОм}$
25	TEST2	Контакт для идентификации фактически используемого переходника	TEST1

С функциональными входами и выходами, имеющиеся на разъеме, лучше всего работать, используя прилагаемые переходники.

На ЖК-экрана отображается вся информация, предоставляемая калибратором — например, установленные параметры сигнала, сообщения об ошибках, настройки. Экран разделен на несколько информационных областей.

8 Экран



Экран разделен на три горизонтальные области.

1. **Область OUTPUT**

В этой области отображаются установленные значения параметров генерируемых сигналов и данные о состоянии калибратора. В частности, это следующие типы данных:

a) *Информационная строка*

- Обозначение области экрана: OUTPUT
- Сообщения об ошибках. Эти сообщения отображаются при попытке установить калибратор в некорректное состояние, при перегрузке калибратора, а также при ошибке обмена данными в ходе управления калибратором по шине GPIB.
- Текущие дата и время, если их отображение включено в меню настройки.

b) *Дополнительные данные*

В этой строке отображается полное значение величины выходного сигнала в случае, если установлено ненулевое отклонение.

c) *Основные данные*

В этой строке отображаются основные данные о выходном сигнале и единицы измерения (символами двойного размера). В строке имеются также два символа (▼▲) для определения фактического положения курсора в ходе изменения значения. Клавиши <, > позволяют перемещать курсор, а клавиши ^, v — изменять значение. (Изменять значение можно также при помощи потенциометра.)

d) *Строка контроля*

В этой строке отображаются числовые значения, введенные с цифровой клавиатуры в случае, если она используется для ввода основных данных. Это позволяет проверять вводимую информацию.

e) *Второстепенные данные*

В этой строке отображаются второстепенные данные о выходном сигнале, в том числе:

- установленное относительное отклонение от основного установленного значения в %;

- частота (для постоянного напряжения, тока, мощности, энергии);
- установленное значение тока, напряжения либо коэффициента мощности (фазы) для мощности или энергии;
- значение сопротивления R0 и тип резистивного датчика температуры;
- температура холодного спая датчиков термопары и выбранный тип датчика термопары;
- значение амплитуды и тип сигнальной кривой для частоты.

ф) Информационная область

В информационной области, расположенной в правой части экрана, отображается дополнительная информация о выбранной функции:

- Символ подсоединенных  или отсоединенных  выходных клемм.

Одновременно горит светодиод, расположенный над кнопкой OUTPUT.

- Информация о дистанционном или местном режиме управления калибратором. Если калибратор управляется дистанционно, отображается REM. Если калибратор управляется в местном режиме с клавиатуры, отображается LOCAL.
- Информация об использовании 50-витковой катушки (COIL x50) на текущем выходе калибратора, если эта функция включена в меню настройки (SETUP).
- Информация о типе подключенного переходника, если он используется.
- Информация о методе заземления выходных клемм — GND I или GND U в соответствии тем, что выбрано в меню настройки.

г) Информация о неопределенности выходного сигнала

В этой области отображается максимальная погрешность выходного сигнала. Значение рассчитывается по основным техническим характеристикам, приведенным в руководстве пользователя, и отображается в процентах

2. Область INPUT

В этой области отображаются измеренные мультиметром значения. Это, в частности, следующие данные:

а) Основное значение измеряемого параметра сигнала.

В данной строке отображается измеренное значение и единицы измерения. Если выходной сигнал выходит за допустимый диапазон, отображается OVERFLOW.

б) Обозначение выбранной функции мультиметра

Символическое обозначение выбранной функции мультиметра — V DC, mA DC, mV DC, R 4W, Freq, T TC, T RTD, SGS, ACAL.

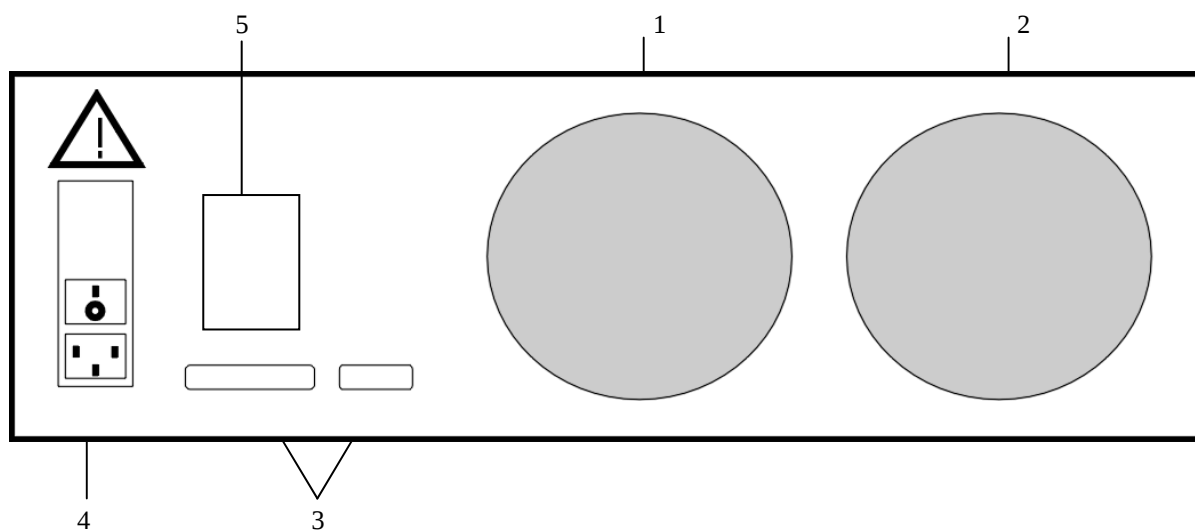
3. Область экранных клавиш

В этой строке отображаются символические описания, задающие значение четырех экранных клавиш. Обозначения клавиш и их значения таковы:

Символ	Функция клавиш	Примечание
x 10	Увеличить установленное значение в 10 раз	
: 10	Уменьшить установленное значение в 10 раз	
Shape	Выбор формы сигнала	Только для функций U, I, F
+/-	Сменить полярность выходного напряжения или тока	Только для функций DC U, DC I
EXIT	Перейти на один уровень вверх	Только для функций F, P-E
Calib.	Войти в меню калибровки	
SETUP	Войти в меню настройки	
TC type	Выбор типа датчика термопары	Только для функции T
RTD type	Выбор типа резистивного датчика температуры	Только для функции T
f	Ввести частоту сигнала	Только для функций U, I, F
MODE	Выбрать единицы измерения	Только для функции AC P-E

Задняя панель

На задней панели калибратора вентиляционные отверстия, гнездо для сетевого шнура с предохранителем, переключатель напряжения сети, сетевой выключатель, разъемы IEEE 488 для подключения к шине GPIB



и заводская табличка с серийным номером.

- 1 Впускное отверстие принудительной вентиляции
- 2 Выпускное отверстие принудительной вентиляции
- 3 Разъемы GPIB, RS-232
- 4 Гнездо для сетевого шнура с предохранителем, переключатель напряжения сети и сетевой выключатель
- 5 Заводская табличка

Управление калибратором

Выбор функции

После включения питания и завершения первоначальных проверок калибратор сбрасывается в исходное состояние: на выходе установлено постоянное напряжение 10 В, выходные клеммы отсоединены. Внутренний мультиметр отключен. Состояние калибратора можно изменить при помощи клавиш, расположенных на передней панели, одним из следующих способов:

1. Смена функции нажатием одной из функциональных клавиш

При нажатии клавиш U, I, DC-AC, R-C, P-E, F, T, METER калибратор переключается в соответствующий режим работы и сбрасывается к исходным или последним использовавшимся параметрам.

2. Подсоединение и отсоединение выходных клемм

При нажатии клавиши OUTPUT происходит подсоединение или отсоединение выходных клемм калибратора.

3. Подсоединение и отсоединение мультиметра

При нажатии клавиши INPUT мультиметр начинает измерение параметров на входных клеммах, в зависимости от режима работы мультиметра. Такое измерение возможно только в случае, если к разъему AUXILIARY подсоединен один из переходников (опции 140-xx).

4. Вход в меню настройки

При нажатии клавиши SETUP на экране появляются параметры меню настройки (SETUP), после чего с помощью экранных клавиш можно перевести прибор в режим калибровки (CALIB) или в режим тестера (TESTER). Возврат к предыдущей функции производится нажатием экранной клавиши EXIT.

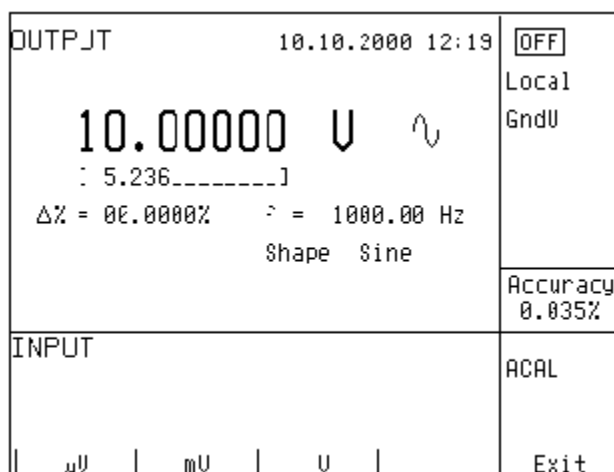
Установка параметров выходного сигнала

Во всех режимах работы предусмотрено несколько методов установки значения основного параметра выходного сигнала:

Ввод значения с цифровой клавиатуры

- Введите требуемое значение с цифровой клавиатуры. После ввода первой цифры над экранными клавишами отображаются символы единиц измерения. В контрольной строке отображаются символы [_ _ _ _ _].
- Также перейти к вводу можно, нажав центральную клавишу управления курсором.

- После ввода значения (когда оно отобразится в контрольной строке) нажмите экранную клавишу, расположенную под символом требуемых единиц измерения; в приведенном ниже примере это V (В), mV (мВ) или μ V (мкВ).
- Значение будет отображено в области основных данных, а контрольная строка исчезнет.



Ввод значения с помощью клавиш управления курсором

- Нажмите клавишу <, >, ^ или v. На экране отобразятся курсорные метки, указывающие на активный разряд.
- При помощи клавиш ^ и v можно изменять значение активного разряда, а при помощи клавиш <, > — перемещать курсорные метки.
- Для возврата к главному экрану нажмите клавишу EXIT или нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока на под одним значением не останется символов [_ _ _ _ _]. Все значения можно устанавливать как клавишами, так и потенциометром.

Ввод значения с помощью потенциометра

- Нажмите на ручку потенциометра. На экране отобразятся курсорные метки, указывающие на активный разряд.
- Изменение положения активного разряда производится вращением потенциометра.
- Нажмите на ручку потенциометра, чтобы перейти в режим, позволяющий изменять значение активного разряда. Над активным разрядом появятся символы ← и →. Изменять значение активного разряда можно вращением ручки.
- Чтобы вернуться в режим, позволяющий изменять значение активного разряда, поверните ручку.
- Для возврата к главному экрану нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока на под одним значением не останется символов [_ _ _ _ _], или нажмите клавишу EXIT. Все значения можно устанавливать как клавишами, так и потенциометром.

Смена полярности

В режимах постоянного напряжения и постоянного тока полярность выхода можно менять на противоположную нажатием экранной клавиши +/- . Если выбрана отрицательная полярность, перед значением основного параметра отображается символ «-».

Установка относительного отклонения

Во всех режимах работы калибратора, кроме частотного, можно ввести относительное отклонение выходного параметра от основного его значения на специальной странице ввода. Относительное отклонение отображается в области второстепенных данных и обозначается символом « $\Delta\%$ = 00.0000 %». Ввести относительное отклонение можно с использованием любого из описанных выше методов, т. е. с цифровой клавиатуры, нажатием клавиш управления курсором или вращением потенциометра.

Установка относительного отклонения с цифровой клавиатуры

- Нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока под значением относительного отклонения в области второстепенных данных на экране не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Введите требуемое значение отклонения и подтвердите значение, нажав экранную клавишу «%» или кнопку ENTER на цифровой клавиатуре.
- В строке дополнительных данных на экране под значением основного параметра отображается суммарное значение выходного параметра с указанием единиц измерения.
- Значение параметра на выходных клеммах равно значению, отображаемому в области основных данных, плюс $\Delta\%$.

OUTPUT		10.10.2000 12:19	[OFF]
10.00000 U ~			Local GndU
$\Delta\% = 00.0000\%$ [0.15 _ _ _ _ _]		$f = 1000.00 \text{ Hz}$ \$shape \$sine	
			Accuracy 0.035%
INPUT			ACAL
%			Exit

Максимальное значение относительного отклонения, которое можно ввести, равняется $\pm 30,000\%$. Отклонение может быть положительным или отрицательным. Если требуется ввести отрицательное отклонение, нажмите экранную клавишу +/- . Если требуется ввести положительное отклонение, нажмите экранную кнопку +/- повторно. Сменить полярность относительного отклонения можно при помощи клавиш управления курсором или потенциометра.

Установка относительного отклонения при помощи клавиш управления курсором

- Нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока под значением относительного отклонения не появятся символы [_ _ _ _ _]/
- Нажмите клавишу <, >, ^ или v. На экране отобразятся курсорные метки, указывающие на активный разряд.
- При помощи клавиш ^ и v можно изменять значение активного разряда, а при помощи клавиш <, > — перемещать курсорные метки.
- Для возврата к главному экрану нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока на под одним значением не останется символов [_ _ _ _ _], или нажмите клавишу EXIT. Все значения можно устанавливать как клавишами, так и потенциометром.

Установка относительного отклонения при помощи потенциометра

- Нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока под значением относительного отклонения в области второстепенных данных на экране не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Нажмите на ручку потенциометра. На экране отобразятся курсорные метки, указывающие на активный разряд. Изменение значения активного разряда производится вращением потенциометра.
- Нажмите на ручку потенциометра, чтобы перейти в режим, позволяющий изменять положение активного разряда. Над активным разрядом появятся символы $\leftarrow$ и $\rightarrow$. Изменять положение активного разряда можно вращением ручки.
- Чтобы вернуться в режим, позволяющий изменять значение активного разряда, поверните ручку.
- Для возврата к главному экрану нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока на под одним значением не останется символов [_ _ _ _ _], или нажмите клавишу EXIT. Все значения можно устанавливать как клавишами, так и потенциометром.

Если установлено ненулевое отклонение, можно изменять и значение основного параметра. Значение на параметра на выходе всегда пересчитывается. Если установлено нулевое относительное отклонение, область второстепенных данных не отображается.

Изменение значения в 10 раз

Все функции калибратора позволяют уменьшать и увеличивать значение выходного параметра в 10 раз. Такая операция эквивалентна изменению внутреннего диапазона только в режимах U, I, P-E. Если изменение приводит к переполнению или потере значимости, отображается сообщение об ошибке:

«Value too large !»	если результирующее значение слишком велико
«Value too small !»	если результирующее значение слишком мало

Смена диапазона

- Для увеличения диапазона нажмите экранную клавишу «x10», для уменьшения — «:10».
- Значение основного параметра, отображаемое на экране, будет соответственно увеличено или уменьшено в 10 раз.

Если выбрана функция P-E, при смене диапазона меняется величина тока, но не напряжения.

Если выбрана функция R-C, установленное значение параметра меняется на порядок в соответствующую сторону. При этом данная процедура не может использоваться для переключения внутренних диапазонов сопротивлений и емкостей, которые не являются десятичными.

Функция T также имеет диапазоны, отличные от десятичных, поэтому изменение установленного значения в 10 раз не соответствует изменению внутреннего диапазона. В данном случае изменение внутреннего диапазона зависит от температурной чувствительности сопротивления или емкости.

Подсоединение и отсоединение выходных клемм

После включения калибратора все выходные клеммы во всех режимах отсоединены. Чтобы подать на клеммы выходной сигнал, нажмите клавишу OUTPUT. Загорится красный светодиод над клавишей OUTPUT, и в информационном поле на экране отобразится символ .

Чтобы отсоединить выходные клеммы, снова нажмите клавишу OUTPUT. Красный светодиод погаснет, и в информационном поле на экране отобразится символ .

В процессе смены режима выходные клеммы всегда отсоединяются. Кроме того, выходные клеммы отсоединяются при переключении между диапазонами напряжения и тока, а также при переключении между диапазонами переменного и постоянного тока.

Если в режиме калибровки напряжения установлено напряжение свыше 100 В, подсоединять выходные клеммы необходимо по специальному алгоритму. Этот алгоритм описан в главе «Генерация калиброванного напряжения» настоящего руководства.

Установка частоты

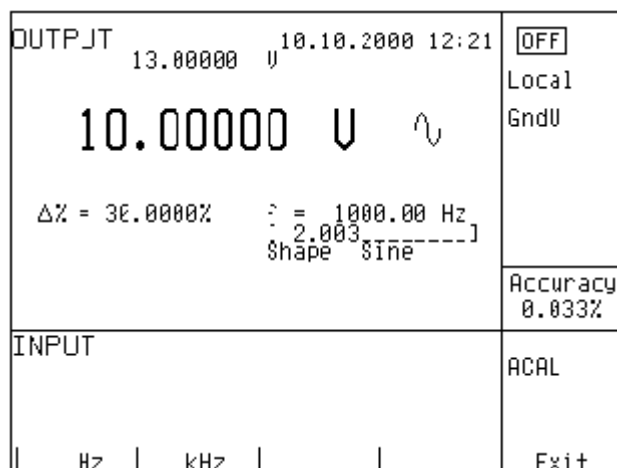
Установка частоты возможна только в режимах генерации переменного напряжения (ACU), переменного тока (ACI), мощности (P-E) и частоты (f). В каждом из этих режимов понятие «частота» имеет слегка отличающийся смысл, поэтому установка частоты происходит по-разному.

Переменное напряжение (ACU), переменный ток (ACI)

В режимах ACU, ACI и P-E установленное значение частоты отображается на экране в области второстепенных данных.

Изменение частоты

- Сначала выберите режим генерации переменного напряжения или переменного тока, нажав клавиши U (I), AC или выбрав режим P-E на дисплее. В области второстепенных данных на экране отобразится значение частоты в следующем виде: «f = xxx.xx Hz». Над одной из экранных клавиш будет отображаться символ f.
- После нажатия экранной клавиши f под значением частоты появятся символы [_ _ _ _ _]. Требуемое значение частоты можно ввести с цифровой клавиатуры. Нажмите Hz (Гц) или kHz (кГц), чтобы подтвердить введенное значение с указанием единиц измерения. Значение частоты можно устанавливать как клавишами, так и потенциометром.



При вводе слишком высокого или слишком низкого значения на экране калибратора отобразится максимально (минимально) допустимое значение для выбранной функции.

Частота (F)

Установленное значение частоты отображается на экране в области основных данных и является основным параметром сигнала. Устанавливать основные данные можно путем непосредственного ввода с цифровой клавиатуры, с помощью потенциометра или путем изменения цифры в текущей позиции курсора. Процедура установки описана в разделе «Установка значения выходного параметра».

OUTPUT		10.10.2000 12:23		OFF
1.000000 kHz		Local		
$\Delta\% = 0\% .0000\%$		U = 10.000 V		
PWM = 50%		Shape PWM POS		
		Accuracy		0.0050%
INPUT		ACAL		
x 10	:	10	Shape	Setup

При попытке установить частоту, большую или меньшую той, которая возможна для данного диапазона калибратора, отображается сообщение об ошибке: «Value is too large (small)».

Генерация калиброванного напряжения

Многофункциональный калибратор вырабатывает калиброванное постоянное и переменное напряжение. Выходные клеммы на передней панели для режимов калибровки напряжения обозначены как Hi и Lo. В зависимости от настроек калибратора, на клеммах может присутствовать напряжение до 1000 В_{эфф}.

Диапазон постоянных напряжений — от 0 до 1000 В.

Диапазон переменных напряжений — от 100 мкВ до 1000 В.

На разъем AUXILIARY выдается напряжение до 20 В. Этот разъем может использоваться только с переходником «опция 140-41».

Управление в режиме калибровки напряжения

- Нажмите клавишу U на калибраторе и затем выберите режим генерации переменного (AC) или постоянного (DC) напряжения, нажав клавишу DC-AC. На экране отобразятся следующие данные:
 - * основное значение установленного напряжения;
 - * относительное отклонение;
 - * погрешность выходного напряжения;
 - * частота (в случае генерации переменного напряжения);
 - * суммарное значение выходного напряжения в случае, если установлено ненулевое относительное отклонение.
- Установите требуемое значение напряжения (при необходимости — с указанием полярности), частоту и относительное отклонение. На данном этапе сигнал еще не подается на выходные клеммы. В информационной области на экране отображается символ OFF, сообщающий о том, что выходные клеммы отсоединены.
- Нажмите клавишу OUTPUT.

- Над клеммами OUTPUT загорится красный светодиод, сигнализирующий о подаче сигнала на выходные клеммы; в информационной области экрана отобразится символ .
- На выходных клеммах появится напряжение, соответствующее установленным параметрам.

Порядок работы при выборе напряжения, превышающего 100 В

Если выбрано значение выходного напряжения, превышающее 100 В, в информационной области экрана отображается символ , сообщающий о наличии опасного для жизни напряжения на выходных клеммах. Если в настоящий момент выходные клеммы подсоединены, при установке выходного напряжения, превышающего 100 В, они будут отсоединены. Чтобы снова подать выходной сигнал на клеммы, необходимо нажать клавишу OUTPUT. После нажатия клавиши OUTPUT раздается прерывистый звуковой сигнал, загорается светодиод OUTPUT, и в информационной области экрана отображается символ , уведомляющий пользователя о наличии опасного выходного сигнала на выходных клеммах.

Напряжение, полярность, частота, абсолютное и относительное отклонение могут устанавливаться без отсоединения выходных клемм. Выходные клеммы отсоединяются автоматически при переключении между диапазонами переменного и постоянного напряжения, а также при смене функции.

Использование функции автоматической калибровки (AUTOCAL)

Для устранения последствий кратковременного дрейфа и температурной зависимости малых постоянных напряжений можно воспользоваться функцией автоматической калибровки (AUTOCAL). Она доступна только в режиме калибровки. Соответствующая процедура приведены в разделе «Режим калибровки».

Перегрузка клемм

В случае перегрузки или коротко замыкания клемм в режиме калибровки напряжения калибратор отсоединяет выходные клеммы, и на экране отображается сообщение об ошибке «Overload U output».



ВНИМАНИЕ — ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!

Работая с напряжениями, превышающими 50 В, необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с опасными напряжениями.

Ни в коем случае не прикасайтесь к измерительной цепи, если установлено напряжение выше 50 В, и на выходные клеммы подается сигнал!



ВНИМАНИЕ — ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!

При дистанционном управлении калибратором выходные клеммы не могут быть отсоединены при помощи клавиш передней панели!

Сначала необходимо перевести калибратор в режим местного управления нажатием клавиши LOCAL, и только после этого станет возможным отсоединение выходных клемм. В противном случае необходимо выключить питание прибора.

Генерация калиброванного тока

Многофункциональный калибратор вырабатывает калиброванный постоянный и переменный ток. Выходные клеммы на передней панели для режимов калибровки тока обозначены как +I и -I. Эти клеммы выдерживают большой ток и являются единственными клеммами, к которым допускается подсоединять объект проверки. В зависимости от настроек калибратора, эти клеммы позволяют вырабатывать ток до 20 А_{эфф}.

Диапазон постоянных токов — от 0 до 20 А.

Диапазон переменных токов — от 1 мкА до 20 А.

При использовании 50-витковой катушки (опция 140-50) диапазон переменных токов составляет от 50 мкА до 1000 В. На разъеме AUXILIARY может вырабатываться ток до 20 мА; его использование возможно только с переходником «опция 140-41».

Управление в режиме калибровки тока

- Нажмите клавишу I на калибраторе и затем выберите режим генерации переменного (AC) или постоянного (DC) тока, нажав клавишу DC-AC. На экране отобразятся следующие данные:
 - * основное значение установленного тока;
 - * относительное отклонение;
 - * погрешность выходного тока;
 - * частота (в случае генерации переменного тока);
 - * суммарное значение выходного тока в случае, если установлено ненулевое относительное отклонение;
 - * время, по истечении которого будут отсоединены выходные клеммы, при установке тока свыше 10 А.
- Установите требуемое значение тока (при необходимости — с указанием полярности), частоту и относительное отклонение. На данном этапе сигнал еще не подается на выходные клеммы. В информационной области на экране отображается символ , сообщающий о том, что выходные клеммы отсоединены.
- Подключите нагрузку к выходным клеммам +I, -I или замкните их накоротко.
- Нажмите клавишу OUTPUT.
- Над клеммами OUTPUT загорится красный светодиод, сигнализирующий о подаче сигнала на выходные клеммы; в информационной области экрана отобразится символ .
- На выходных клеммах будет вырабатываться калиброванный ток, соответствующий установленным параметрам.
- Если включена функция COILx50 (см. ниже раздел «Функции настройки»), необходимо подсоединить к выходным клеммам поставляемую дополнительно 50-витковую катушку. Калибратор позволяет поверять амперметры на номинальный ток от 50 мкА до 1000 А. Прибор генерирует переменный и постоянный ток в диапазоне до 20 А.



ВНИМАНИЕ!

Если клемма GND соединена с клеммами Lo или -I, запрещается подключать внешнюю нагрузку к клеммам GND / Hi или GND / +I. Это может привести к повреждению калибратора.

Перегрузка клемм

При отключении внешней цепи от выходных клемм калибровки тока или превышении максимально допустимого напряжения на нагрузке калибратор отсоединяет выходные клеммы, и на экране отображается сообщение «Overload I output». Это же сообщение может отображаться при использовании 50-витковой катушки для генерации переменного тока с частотой выше 80 Гц. Это зависит от установленного значения тока и типа подключенного амперметра.

Если выходные клеммы отсоединяются в связи с ограничением времени работы при токе выше 10 А, на экране отображается сообщение «Current timeout!».

Генерация сигналов негармонической формы

Многофункциональный калибратор способен генерировать ряд типов периодических негармонических сигналов. Для выбора негармонической формы выходного сигнала необходимо перевести калибратор в режим AC U или AC I. В обоих случаях под значением частоты будет отображено обозначение формы выходного сигнала («Shape xxxxx»). Для изменения формы выходного сигнала нажмите соответствующую экранную клавишу.

Калибратор предусматривает генерацию следующих типов сигналов:

- | | |
|------------|---|
| • SINE | гармонический сигнал |
| • PWM POS | прямоугольный сигнал (полож.) с регулируемым коэффициентом заполнения |
| • PWM SYM | прямоугольный сигнал (симметр.) с регулируемым коэффициентом заполнения |
| • PWM NEG | прямоугольный сигнал (отриц.) с регулируемым коэффициентом заполнения |
| • RAMP A | пилообразный сигнал (симметр., полож.) |
| • RAMP B | пилообразный сигнал (симметр., отриц.) |
| • TRIANGLE | треугольный сигнал (симметр.) |
| • LIM SINE | гармонический сигнал с ограничением амплитуды (обрезанная синусоида) |

В отношении генерации негармонических сигналов действует ряд ограничений:

- генерация негармонических напряжений возможна в диапазоне частот от 0,1 до 1000 Гц;
- генерация негармонических токов возможна в диапазоне частот от 0,1 до 120 Гц;
- генерация этих сигналов ограничена диапазоном напряжения до 200 В и диапазоном токов до 2 А;
- генерация негармонических сигналов невозможна в режиме Р-Е (мощность-энергия).

Управление в негармоническом режиме

- Выберите режим переменного напряжения или переменного тока. В области основных данных на экране будут отображены следующие данные:
 - * основное значение установленного напряжения или тока, единицы измерения;
 - * относительное отклонение;
 - * частота;
 - * выбранная форма выходного сигнала.
- Переключение между различными формами выходного сигнала осуществляется нажатием экранной клавиши SHAPE.

Выходные клеммы автоматически отсоединяются при изменении формы выходного сигнала и величины относительного отклонения $\Delta\%$ (в случае, если установлено ненулевое относительное отклонение).

Отображаемая информация

В режиме генерации сигнала негармонической формы на экране присутствует также следующая дополнительная информация:

- Помимо основных данных по амплитуде, отображается также индекс «pk», уведомляющий, что отображаемое значение основного параметра является пиковым. Также высвечивается символ, обозначающий выбранную форму выходного сигнала.
- Под основными данными отображается информация о выбранной форме выходного сигнала («Shape xxxxx»).
- Под основными данными отображается рассчитанное эффективное значение выходного сигнала.
- Для сигналов прямоугольной формы отображается установленное значение коэффициента заполнения в виде «PWM= xx %».

OUTPUT		10.10.2000 12:29		OFF
030.0000		V _{pk} Γ ₋		Local GndU
Δ% = 03.0000%		f = 1000.00 Hz		Accuracy 0.30%
PWM= 53%		Shape PLM POS		
		U _{eff} = 015.0000 V		
INPLT				V DC
x 10	: 10	Shape	f	Setup

Имитация сопротивления и емкости

Многофункциональный калибратор способен имитировать резистор или конденсатор с точно заданным значением сопротивления или емкости. Сигнал с выхода имитатора подается на клеммы Hi/Lo и на разъем AUXILIARY (контакты 20, 21, 22, 23). Сопротивление на номинальную мощность 4 Вт доступно только при использовании переходника «опция 70».

Клеммы передней панели Hi-Lo допускают только двухпроводное подключение. Выбор двух- или четырехпроводной схемы подключения возможен только на разъеме AUXILIARY. Клеммы SIMHI-SIMLI предназначены для замера тока, а клеммы SIMHU-SIMLU — для замера напряжения. Для четырехпроводного подключения необходим переходник «опция 70» или «опция 140-41». Тип переходника, подсоединенного в настоящий момент к разъему AUXILIARY, отображается на экране. Если подсоединен переходник «опция 70», в правой части экрана отображается «CA 140-70». Если подсоединен переходник «опция 140-41», отображается «CA 140-41».

Переходник «опция 70» может использоваться только для четырехпроводного подключения имитируемого сопротивления. В сравнении с непосредственным двухпроводным подключением через клеммы Hi/Lo точность имитации сопротивления при использовании переходника «опция 70» оказывается выше (см. раздел «Технические данные»). Если к разъему AUXILIARY подсоединен переходник «опция 70», могут быть выбраны только режимы имитации сопротивления и резистивного датчика температуры.

Разрешающая способность по сопротивлению и емкости зависит от установленного значения соответствующего параметра и равна 0,01% от установленного значения. Минимальное установленное значение сопротивления равно 0,01 Ом.

Диапазон имитации сопротивления — от 0 Ом до 50 МОм.

Диапазон имитации емкости — от 0,9 нФ до 50 мкФ.

Управление в режиме имитации сопротивления и емкости

- Нажмите клавишу R-C на калибраторе. На экране будет высветиться установленное значение сопротивления.
- Если требуется имитировать емкость, повторно нажмите клавишу R-C. На экране высветится установленное значение емкости.
- В этом режиме на экране отображаются следующие данные:
 - * основное значение установленного сопротивления (емкости);
 - * относительное отклонение сопротивления (емкости);
 - * погрешность установленного сопротивления (емкости);
 - * суммарное значение сопротивления (емкости), если установлено ненулевое отклонение.
- Установите требуемое значение сопротивления (емкости) или относительного отклонения. Значение можно устанавливать при помощи цифровой клавиатуры, потенциометра и клавиш управления курсором. На данном этапе имитируемое сопротивление (емкость) еще не ☐OFF подсоединены к выходным клеммам. В информационной области на экране отображается символ, сообщающий о том, что выходные клеммы отсоединены.
- Подключите объект калибровки к выходным клеммам Hi-Lo.
- Нажмите клавишу OUTPUT.
- Над клеммами OUTPUT загорится красный светодиод, оповещающий о подсоединении имитируемого сопротивления (емкости) к выходным клеммам. В информационной области на экране отобразится символ ☒.

Теперь имитируемое сопротивление (емкость) подсоединено к выходным клеммам.

OUTPUT		8. 6.2000 12:26		☐ OFF
1.0000 μ F				Local
$\Delta\% = 00.0000\%$				Accuracy 1.0%
INPUT				ACAL
☐ x 10	☐ : 10	☐	☐	Setup

Установка относительного отклонения

- Нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока под значением относительного отклонения (« $\Delta\% = xx.xxxx\%$ ») не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Значение можно устанавливать при помощи цифровой клавиатуры, потенциометра и клавиш управления курсором. Подтвердите ввод, нажав экранную клавишу «%» или клавишу ENTER.

Ограничения, проистекающие из электронной имитации

Электронная имитация сопротивления и емкости позволяет устанавливать широкий диапазон значений с погрешностью, достаточной для поверки распространенных мультиметров. Электронная имитация имеет следующие ограничения:

- Измерительный ток, который вырабатывается поверяемым мультиметром, не должен превышать значение, указанное в документации на калибратор. При превышении этого значения погрешность имитированного значения не гарантируется.
- Максимальное пиковое напряжение на клеммах Hi/Lo, которое вырабатывается калибруемым мультиметром, не должно превышать указанные пределы — в противном случае калибратор автоматически отсоединит выходные клеммы, а на экране отобразится сообщение о перегрузке.

Частотная зависимость сопротивления и емкости

Электронная имитация сопротивления может использоваться с измерительными сигналами как постоянного, так и переменного тока. Электронная имитация емкости может использоваться только на переменном токе в диапазоне от 20 до 1000 Гц.

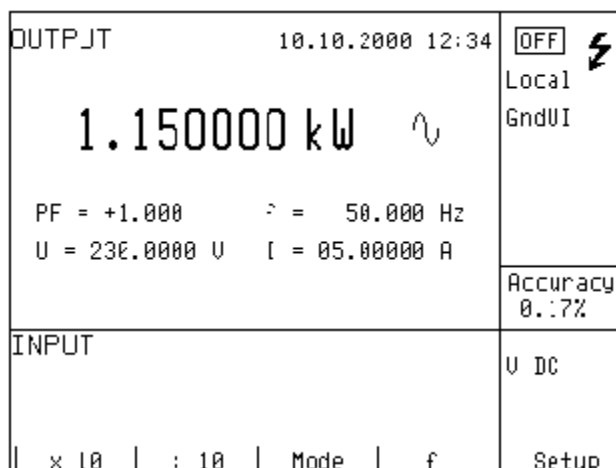
Генерация электрической мощности и энергии

Многофункциональный калибратор предусматривает генерацию заданных значений электрической мощности и энергии. Функция P-E вырабатывает напряжение на клеммах Hi и Lo и ток на клеммах +I и -I. Клеммы Lo и -I имеют между собой электрическое соединение.

Диапазон установки мощности:	от 0,0 до 2400 ВА
Диапазон установки напряжения:	от 0,2 до 240 В
Диапазон установки тока:	от 0,01 до 10 А
Диапазон установки коэффициента мощности:	от -1 до +1 (фаза от -90 до +90°)
Диапазон установки частоты:	постоянный ток, переменный ток от 40 до 400 Гц

Управление в режиме генерации мощности

- Нажмите клавишу P-E на калибраторе и затем выберите режим генерации переменного (AC) или постоянного (DC) тока, нажав клавишу DC-AC. На экране высветится установленное значение мощности.
- В этом режиме на экране отображаются следующие данные:
 - * основное значение установленной мощности в выбранных единицах измерения — VA (ВА), W (Вт) или VA_r (ВА_r);
 - * значение коэффициента мощности PF в отрицательной (LA) или положительной (LE) полярности или фазовый сдвиг между напряжением и током в градусах (°);
 - * частота, если выбрана генерация мощности переменного тока;
 - * напряжение на клеммах Hi и Lo;
 - * ток через клеммы +I и -I;
 - * погрешность установленного значения мощности.
- Значение мощности можно устанавливать при помощи цифровой клавиатуры, потенциометра и клавиш управления курсором. На данном этапе сигнал еще не подается на выходные клеммы. В информационной области на экране отображается символ , сообщающий о том, что выходные клеммы отсоединены.
- Подключите прибор, подлежащий поверке, к клеммам Hi/Lo и +I/-I или соедините накоротко клеммы +I и -I.
- Нажмите клавишу OUTPUT.
- Над клеммами OUTPUT загорится красный светодиод, сигнализирующий о подаче сигнала на выходные клеммы; в информационной области экрана отобразится символ .



Сигнал заданной мощности будет подан на выходные клеммы.

Режимы отображения

Калибратор предусматривает отображение мощности переменного тока одним из трех способов:

- полная мощность в ВА (VA);
- активная мощность в Вт (W);
- реактивная мощность в ВАр (VAr).

Для переключения между этими режимами отображения нажимайте экранную клавишу MODE. При изменении режима меняются также отображаемое значение мощности (в зависимости от установленного коэффициента мощности) и единицы измерения. Мощность постоянного тока всегда отображается в ваттах.

Калибратор способен отображать фазовое соотношение между выходным напряжением и током в форме значения коэффициента мощности (от -1 до +1) или фазового сдвига в градусах (от 0 до 360°). Метод отображения фазового соотношения задается в меню настройки (SETUP).

Режимы установки мощности

В калибраторе предусмотрено несколько режимов установки значения выходной мощности.

1. Установка основного значения мощности

- Основное значение можно изменить тремя способами: а) при помощи цифровой клавиатуры, устанавливая курсор на нужный разряд клавишами <, > и меняя цифру в выбранном разряде; б) путем смены диапазона нажатием экранных клавиш x10 и :10; в) вращением потенциометра.
- Изменение выходной мощности достигается за счет изменения выходного тока.

OUTPUT		10.10.2000 12:37	OFF
0.930000 kW		Local GndUI	
Phase = 0.0° f = 50.000 Hz		Accuracy 0.18%	
U = 230.0000 V I = 04.04348 A			
INPUT		U DC	
		Exit	

2. Установка напряжения

- Основное значение мощности можно изменить путем изменения напряжения.

OUTPUT		10.10.2000 12:38	OFF
1.150000 kW		Local GndUI	
Phase = 0.0° f = 50.000 Hz		Accuracy 0.17%	
U = 230.0000 V I = 05.00000 A [225-----]			
INPUT		U DC	
μV	mV	V	Exit

- Выберите режим P-E и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением напряжения (U = xxx.xxxx V) не появятся символы [_].
- Значение напряжения можно ввести с цифровой клавиатуры и подтвердить нажатием экранной клавиши μV (мкВ), mV (мВ) или V (В). Кроме того, его можно установить при помощи клавиш управления курсором или потенциометра.
- Основное значение мощности будет пересчитано, исходя из вновь установленного напряжения и имеющихся значений тока и коэффициента мощности.

3. Установка тока

- Основное значение мощности можно изменить путем изменения тока.
- Выберите режим P-E и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением тока (I = xx.xxxx A) не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Значение напряжения можно ввести с цифровой клавиатуры и подтвердить нажатием экранной клавиши μA (мкА), mA (мА) или A (А). Кроме того, его можно установить при помощи клавиш управления курсором или потенциометра.

- Основное значение мощности будет пересчитано, исходя из вновь установленного тока и имеющихся значений напряжения и коэффициента мощности.

OUTPUT		10.10.2000 12:39		OFF
1.150000 kW				Local GndUI
Phase = 0.0° f = 50.000 Hz				
U = 230.0000 V I = 05.00000 A				
		[1.901-----]		Accuracy 0.17%
INPUT		U DC		
μA	mA	A		Exit

4. Установка коэффициента мощности (только для мощности переменного тока)

- Если в качестве единиц измерения выбраны ватты (W) или вары (VAr), основное значение мощности можно также изменить путем изменения коэффициента мощности. При этом полная выходная мощность меняться не будет.
- Выберите режим P-E и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением коэффициента мощности (PF = x.xxx LA (LE) или Phase = xxx.x) не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Значение коэффициента мощности можно ввести с цифровой клавиатуры и подтвердить нажатием экранной клавиши LA/LE (°) либо клавиши ENTER.
- Основное значение мощности будет пересчитано, исходя из вновь установленного коэффициента мощности и имеющихся значений тока и напряжения. Перерасчет делается только в том случае, если отображается активная или реактивная мощность.

OUTPUT		10.10.2000 12:39		OFF
1.150000 kW				Local GndUI
PF = +1.000 f = 50.000 Hz				
[0.5-----] U = 230.0000 V I = 05.00000 A				
				Accuracy 0.17%
INPUT		U DC		
LA	LE			Exit

В режиме генерации мощности установка относительного отклонения не предусмотрена.

Если для установления фазового отношения между напряжением и током вводится коэффициент мощности, то подтверждение значения клавишей LA задает положительную фазу, а клавишей LE — отрицательную.

Установка энергии

Перейдите в режим генерации энергии многократным нажатием клавиши P-E. В области дополнительных данных на дисплее отобразится время в секундах и энергия, которая будет выработана на выходных клеммах после нажатия клавиши OUTPUT, определенная исходя из установленных значений напряжения, тока, частоты и коэффициента мощности. Диапазон установки времени — от 1,1 до 1999 с.

OUTPUT		10.10.2000 12:40		OFF	
1.150000 kW				Local	GndUI
PF = +1.000		f = 50.000 Hz		Accuracy 0.17%	
U = 230.0000 V		I = 05.00000 A			
t = 60.0 s		E = 069.0000kWs			
INPUT				V DC	
x 10	: 10	Mode	f	Setup	

Значение энергии можно установить двумя способами:

Непосредственная установка энергии

- Выберите режим калибровки энергии и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением энергии (E = xxx.xxxx) не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Установить значение можно при помощи цифровой клавиатуры, клавиш управления курсором или потенциометра и подтвердить нажатием экранных клавиш Ws/kWs/MWs, VAs/kVAS/MVAs или VArS/kVArS/MVArS, в зависимости от выбранного режима. Можно также подтвердить значение нажатием ENTER.
- Время будет пересчитано, исходя из нового значения энергии.

Установка времени

- Выберите режим калибровки энергии и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением времени (t = xxx.x s) не появятся символы [_ _ _ _ _].

OUTPUT		10.10.2000 12:41		OFF	
1.150000 kW		~		Local	GndUI
PF = +1.000		f = 50.000 Hz		Accuracy 0.17%	
U = 230.0000 V		I = 05.00000 A			
t = 60.0 s		E = 069.0000kWs			
[120_____]					
INPUT					V DC
s				Exit	

- при помощи цифровой клавиатуры, клавиш управления курсором или потенциометра и подтвердить нажатием экранной клавиши **s**, в зависимости от установленного режима. Можно также подтвердить значение нажатием **ENTER**.
- Значение энергии будет пересчитано, исходя из нового значения времени.

Заземление калибратора и поверяемого прибора в режиме P-E

При калибровке ваттметров и электросчетчиков с отдельными цепями измерения тока и напряжения рекомендуется выбрать **GND U ON** и **GND I ON** (включить оба метода заземления) в калибраторе CALIBRO-140. При таких настройках как выход генерации напряжения, так и выход генерации тока калибратора будут заземлены.

Если поверяемый прибор имеет электрически соединенные, но не заземленные входы тока и напряжения, в калибраторе CALIBRO-140 следует выбрать **GND U ON** и **GND I OFF**.

Если клеммы Lo и -I калибратора соединены между собой, и эти же клеммы подсоединены к поверяемому прибору, результирующее падение напряжения на токовых кабелях может повредить реле, соединяющее клеммы Lo и -I с клеммой GND калибратора.

В главе «Примеры» приведена более подробная информация о надлежащих способах подключения ваттметров и электросчетчиков к калибратору.

Расчет неопределенности установленного значения мощности

Погрешность установленного значения мощности, отображаемая в строке экрана «Ассигасу», рассчитывается по следующим формулам:

$$\text{для активной мощности} \quad dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^2 + 0.03^2)} \quad [\%]$$

$$\text{для реактивной мощности} \quad dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^{*2} + 0.03^2)} \quad [\%]$$

$$\text{для полной мощности} \quad dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + 0.03^2)} \quad [\%]$$

где dP — погрешность установленного значения мощности [%]

dU — погрешность установленного значения напряжения [%]

dP — погрешность установленного значения тока [%]

dPF — погрешность установленного значения коэффициента мощности $PF (\cos \varphi)$ [%]

dPF^* — погрешность установленного значения $\sin \varphi$ [%]

Генерация частоты

Многофункциональный калибратор предусматривает генерацию напряжений различной формы с точно заданной частотой, амплитудой и коэффициентом заполнения. Выходной сигнал подается на коаксиальный BNC-разъем **FREQ**, находящийся на передней панели. Ни на какую другую клемму сигнал не подается.

Имеется два режима генерации частоты. В первом режиме (режим широтно-импульсной модуляции — PWM) обеспечивается генерация прямоугольного сигнала с калиброванными амплитудой, частотой и коэффициентом заполнения. Диапазон частот в этом режиме — до 10 кГц. Во втором режиме (высокочастотный режим — HF) обеспечивается генерация прямоугольного сигнала с очень крутым нарастающим фронтом — обычно его длина менее 3 нс.

Режим широтно-импульсной модуляции (PWM)

Диапазон частот: От 0,1 Гц до 100 кГц

Диапазон напряжений: От 1 мВ* до 10 В*

Формы сигнала: Прямоугольный — отрицательный (PWM NEG), симметричный (PWM SYM) и положительный (PWM POS)

Высокочастотный режим (HF)

Диапазон частот: От 0,1 Гц до 20 МГц

Диапазон напряжений: 5 В*; 0, -10, -20, -30 дБ

Формы сигнала: Симметричный прямоугольный

Режим широтно-импульсной модуляции может использоваться для калибровки чувствительности по входу осциллографов на частотах до 10 кГц. Высокочастотный режим может использоваться для калибровки развертки осциллографов.

Переключение между этими режимами производится нажатием функциональной клавиши F. На экране отображается символ выбранного в настоящий момент режима (PWM или HF).

Управление в режиме генерации частоты

- Нажмите функциональную клавишу F. Калибратор переключится в режим широтно-импульсной модуляции (PWM). Если требуется высокочастотный режим (HF), нажмите клавишу F еще раз. В области основных данных на экране высветится частота.
- В этом режиме на экране отображаются следующие данные:
 - * установленное значение частоты;
 - * относительное отклонение частоты;
 - * амплитуда сигнала (в режиме PWM) или ослабление (в режиме HF);
 - * коэффициент заполнения (только в режиме PWM);
 - * форма сигнала — PWM NEG/POS/SYM (только в режиме PWM).
- Установите значение частоты при помощи цифровой клавиатуры, клавиш управления курсором или потенциометра. На данном этапе сигнал еще не подается на выходные клеммы. В информационной области на экране отображается символ , сообщающий о том, что выходные клеммы отсоединены.
- Подключите объект калибровки к клемме FREQ.
- Нажмите клавишу OUTPUT.
- Над клеммами OUTPUT загорится красный светодиод, оповещающий о подаче сигнала на выходной разъем.

OUTPUT		10.10.2000 12:41		 Local
1.000000 kHz		□		
Δ% = 00.0000%		U = 10.000 V		Accuracy 0.0050%
PWM= 50%		Shape PWM POS		
INPUT				V DC
x 10	: 10	Shape		Setup

- На выходном разъеме будет присутствовать сигнал с заданным значением частоты.

Примечание

- Разъем FREQ нельзя перегружать. В диапазоне напряжений от 100 мВ до 10 В максимальный ток нагрузки составляет 5 мА. В других диапазонах напряжений максимальный ток нагрузки составляет 0,1 мА. При перегрузке выхода соответствие фактического значения установленному не гарантируется.
- Выход защищен от короткого замыкания.
- Внешний корпус разъема имеет электрическое соединение с шасси калибратора.

Установка относительного отклонения

- Нажимайте центральную клавишу управления курсором, пока под значением относительного отклонения («Δ% = xx.xxxx %») не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Значение можно устанавливать при помощи цифровой клавиатуры, потенциометра и клавиш управления курсором. Подтвердите ввод, нажав экранную клавишу «%» или клавишу ENTER.

Установка амплитуды

Амплитуда сигнала в вольтах может устанавливаться только в режиме широтно-импульсной модуляции (PWM).

- Выберите режим калибровки частоты и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением амплитуды (U = x.xxx V) не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Установите значение с цифровой клавиатуры и подтвердите его нажатием экранной клавиши V или клавиши ENTER.

OUTPUT		10.10.2000 12:42		
1.000000 kHz $\square$ Δ% = 00.0000% U = 10.000 V PWM = 50% [5.002] Shape PWM-POS				Local
				Accuracy 0.0050%
				INPUT
U				Exit

Установка ослабления

Ослабление сигнала в дБ может устанавливаться только в высокочастотном режиме (HF). Допустимы следующие значения ослабления: 0, -10, -20 и -30 дБ.

- Выберите режим калибровки частоты и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением ослабления ($a = x.xxx \text{ dB}$) не появятся символы [_ _ _ _].
- Установите значение с цифровой клавиатуры и подтвердите его нажатием экранной клавиши dB или клавиши ENTER. При установке значения, отличного от перечисленных выше, используется ближайшее к нему допустимое значение.

Установка коэффициента заполнения

Коэффициент заполнения может устанавливаться только в режиме широтно-импульсной модуляции (PWM).

- Выберите режим калибровки частоты и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением коэффициента заполнения ($PWM = xx \%$) не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Установите значение с цифровой клавиатуры и подтвердите его нажатием экранной клавиши % или клавиши ENTER.

Установка формы сигнала

Форма сигнала может устанавливаться только в режиме широтно-импульсной модуляции (PWM).

- Нажимая экранную клавишу SHAPE, установите требуемую форму сигнала (NEG — отрицательный, SYM — симметричный, POS — положительный).
- Выходной сигнал выбранной формы будет подан на выходной разъем.

Имитация датчиков температуры

Многофункциональный калибратор предусматривает имитацию датчиков температуры и термопар. При имитации датчиков температуры к клеммам Hi/Lo подсоединяется сопротивление, соответствующее установленной температуре, типу датчика и температурной шкале. При имитации термопар на клеммах Hi/Lo вырабатывается напряжение, соответствующее установленной температуре, типу датчика и температуре холодного спая термопары.

Имитируемые параметры датчиков температуры доступны также на разъеме AUXILIARY. Напряжение термопары подается на контакты +U, -U. Четырехпроводное подключение резистивных датчиков температуры обеспечивается клеммами тока PTLI, PTNI и клеммы напряжения PTLU, PTNU. Рекомендуется использовать переходник 140-41.

Диапазон установки температуры: от -250 до +1820 °C, в зависимости от типа имитируемого датчика

Типы датчиков: резистивный датчик температуры Pt 1.385, Pt 1.392, Ni
термопара K, N, R, S, B, J, T, E

Температурная шкала: ITS 90, PTS 68 для резистивных датчиков температуры и термопар

Переключение между резистивными датчиками температуры и термопарами

- Нажмите клавишу T на калибраторе. В области основных данных на экране высветится установленное значение температуры. Калибратор будет имитировать резистивный датчик температуры.
- Нажмите повторно клавишу T на калибраторе. Калибратор будет имитировать термопару.

Установка температуры

- Нажмите клавишу T на калибраторе. В области основных данных на экране высветится установленное значение температуры.
- В этом режиме на экране отображаются следующие данные:
 - * основные данные температуры (в °C или K)
 - * тип датчика термопары: K, N, R, S, B, J, T, E
резистивные датчики температуры: Pt 1.385, Pt 1.392, Ni
 - * сопротивление при 0 °C, обозначенное как R0 (только для резистивных датчиков температуры);
 - * температура холодного спая термопары, обозначенная как RJ;
 - * установленное значение относительного отклонения в %, обозначенное как $\Delta T = \text{xxxx.x } ^\circ\text{C (K)}$.

В информационной области отображаются следующие данные:

- * тип температурной шкалы;
- * погрешность имитируемого значения температуры для выбранного типа датчика температуры.
- Установите основное значение температуры при помощи цифровой клавиатуры, клавиш управления курсором или потенциометра. Выходные клеммы отсоединены. В информационной области на экране отображается символ ☐ OFF, сообщающий о том, что выходные клеммы отсоединены.
- Подключите объект поверки к клеммам Hi/Lo.
- Нажмите клавишу OUTPUT.
- Над клеммами OUTPUT загорится красный светодиод, оповещающий о подаче сигнала на выходной разъем. На экране отобразится символ подсоединенных выходных клемм.

OUTPUT		8. 6.2000 12:44		☐ OFF
0100.0 °C				Local
				ITS90
				Accuracy
				0.4 °C
		$\Delta T = 0000.0 ^\circ\text{C}$		
		RJ = 0023.0 °C		
		TC type T		
		U = +3.3672 mV		
INPUT				U DC
		TC type		Setup

Примечание

- Нагрузка на выходные клеммы ограничена в соответствии с действующими диапазонами напряжения и тока.
- Выходные сигналы, подаваемые на клеммы Hi/Lo и разъем AUXILIARY, защищены от короткого замыкания.

Переключение между различными типами датчиков температуры

- Для выбора нужного типа датчика нажимайте экранную клавишу TC type или RTD type.
- Если выбраны датчики температуры, при каждом нажатии клавиши выбирается один из типов резистивных термометров — Pt1.385, Pt1.392 или Ni. На экране отображается текущий выбор — Pt385, Pt392 или Ni соответственно.
- Если выбраны термопары, при каждом нажатии клавиши выбирается один из типов термопар — K, N, R, S, B, J, T или E. На экране отображается текущий выбор в форме TC TYPE x, где x — тип термопары.

Ввод коэффициента R0 для резистивных датчиков температуры

Для резистивных датчиков температуры можно задать сопротивление при температуре 0 °C, обозначенное как R0. Диапазон значений составляет от 20 Ом до 2 кОм для всех типов резистивных датчиков.

- Выберите режим имитации резистивного датчика температуры и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением коэффициента R0 ($R_0 = \text{xxxx } \Omega$) не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Установите значение с цифровой клавиатуры и подтвердите его нажатием экранной клавиши Ω или k Ω либо клавиши ENTER.

OUTPUT		8. 6.2000 12:45	OFF
0100.0 °C		$\Delta T = 0000.0^\circ\text{C}$ Pt385	Local ITS90
			Accuracy 0.11 °C
INPUT		V DC	
		RTD type	Setup

Примечание

После включения калибратора или перед первым изменением коэффициента R0 устанавливается равным 100 Ом. Это значение соответствует резистивному датчику температуры Pt 100.

Ввод температуры холодного спая

Для термопар можно ввести температуру холодного спая. Для этого служит поле RJ в области дополнительных данных экрана.

- Выберите режим имитации термопары и продолжайте нажимать центральную клавишу управления курсором, пока под отображаемым значением коэффициента RJ («RJ = xxxx.x °C»), если выбрана шкала Цельсия, или «RJ = xxxx.x K», если выбрана шкала Кельвина) не появятся символы [_ _ _ _ _].
- Установите значение с цифровой клавиатуры.
- Подтвердите ввод, нажав экранную клавишу °C или K либо клавишу ENTER.

OUTPUT		8. 6.2000 12:46	[OFF]
0100.0 °C		Local	
		ITS90	
ΔT = 0000.0 °C		RJ = 0023.0 °C	
TC type T		[28.5 _ _ _ _ _]	
		Accuracy	
		0.4 °C	
INPUT		U DC	
°C			Exit

Автоматическая компенсация температуры холодного спая

Если для имитации термопары используется переходник «опция 140-01», можно осуществить компенсацию датчиков термопары. За температуру холодного спая принимается температура окружающего воздуха, измеряемая при помощи смонтированного в переходнике датчика Pt1000. Эта автоматическая компенсация производится всегда, когда действует режим измерения температуры (клавиша INPUT нажата, горит зеленый светодиод). Если режим измерения температуры не включен или переходник «опция 140-01» не подсоединен, возможна только ручная компенсация. Чтобы вручную скомпенсировать влияние холодного спая, установите параметр RJ равным соответствующему значению температуры окружающего воздуха.

Использование функции AUTOCAL

Для устранения последствий кратковременного дрейфа и температурной зависимости функции имитации можно воспользоваться функцией автоматической калибровки (AUTOCAL). Она доступна только в режиме калибровки. Порядок действий таков:

- Нажмите экранную клавишу для входа в меню калибровки. Введите код режима калибровки и подтвердите ввод нажатием ENTER.
- При помощи клавиш управления курсором или потенциометра выберите функцию AUTOCAL в меню калибровки. После выбора этой функции доступен будет только один пункт меню — OFFSET ACAL. Нажмите экранную клавишу SELECT, чтобы выбрать этот пункт.
- Следуйте инструкциям, отображаемым на экране. Автоматическая калибровка занимает 8–10 минут; в ходе этой процедуры пользователю предлагается соединить накоротко цепи Hi/Lo, а затем разъединить их.
- После выполнения калибровки прибор остается в режиме калибровки. Нажмите экранную клавишу EXIT, чтобы вернуться в обычный режим.

В ходе процедуры автоматической калибровки запрещается подсоединять что-либо к каким-либо клеммам прибора; исключение — соединение накоротко клемм Hi/Lo по команде прибора. Порядок калибровки описывается в главе «Режим калибровки».

Мультиметр

В калибратор встроен мультиметр, позволяющий измерять целый ряд электрических и других параметров. Помимо постоянных напряжения и тока, с его помощью можно измерять частоту, температуру и даже другие неэлектрические параметры, если подключить к калибратору тензометрические датчики. Подключение к мультиметру осуществляется только через разъем AUXILIARY. Цоколевка этого разъема описывается в главе «Органы управления и индикации».

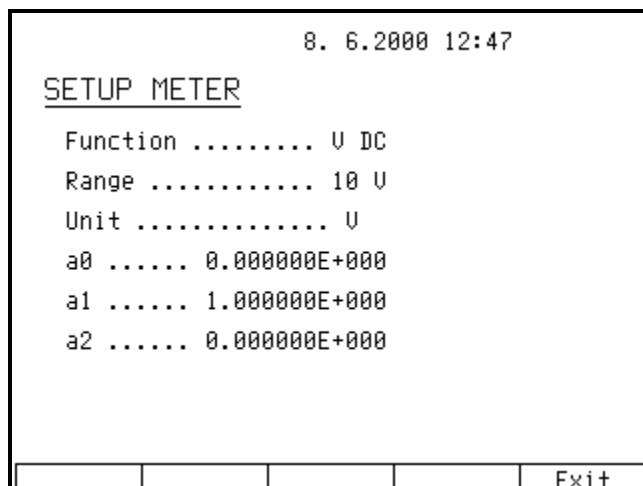
Производитель рекомендует использовать для подключения мультиметра переходники «опция 140-41» или «опция 40». Переходник «опция 140-41» снабжен предохранителем, защищающим мультиметр от перегрузки по току.

Производитель не рекомендует подключать входы мультиметра к выходам калибратора.

Такое подключение может привести к подаче высокого напряжения на входы мультиметра, что грозит повреждением последнего.

Основное меню

- Меню настройки мультиметра можно открыть с помощью клавиши прямого вызова METER. При нажатии этой клавиши открывается меню SETUP METER, позволяющее настраивать параметры мультиметра. Чтобы вернуться в предыдущее меню, нажмите экранную клавишу EXIT.
- Для перемещения по меню используются клавиши управления курсором $\wedge$ и $\vee$. Активный пункт меню всегда отображается в инверсном виде.
- Параметры активного пункта меню можно изменить, если соответствующая функция допускает изменение. Изменение параметров активного пункта меню производится клавишами UP, DOWN, CLR, NEXT и экранными клавишами.
- Кроме того, параметры мультиметра можно устанавливать с помощью потенциометра. Потенциометр может использоваться для перемещения по меню или изменения значения активного параметра. Для переключения между этими режимами нажмите на ручку потенциометра.
- Завершив установку параметров, вернитесь в обычный режим отображения многократными нажатиями экранной клавиши EXIT.



В ходе настройки параметров мультиметра выполнение измерения невозможно. Перейти к измерению можно только после выхода из меню с помощью клавиши INPUT.

Выбор функции

- Нажмите клавишу прямого действия METER и выберите в меню пункт FUNCTION, используя клавиши управления курсором.
- При помощи клавиш управления курсором UP, DOWN или потенциометра выберите одну из перечисленных ниже функций:
 - * Основной диапазон постоянных напряжений (VDC) — до 10 В
 - * Постоянный ток (mA DC) — 20 мА
 - * Диапазон малых постоянных напряжений (mV DC) — до 2 В
 - * Диапазон измерения сопротивления по четырехпроводной схеме — до 2 кОм
 - * Частота — до 15 кГц
 - * Измерение температуры при помощи термопар (T TC)
 - * Измерение температуры при помощи резистивных датчиков температуры (T RTD)
 - * Тензометрия (измерение давления, силы) (SGS)
- При выборе функции измерения некоторые связанные с ней параметры автоматически меняются (диапазон измерения, единицы измерения).
- Нажмите экранную клавишу EXIT, чтобы закрыть меню выбора функций и вернуться к основному режиму отображения.

Выбор диапазона измерения

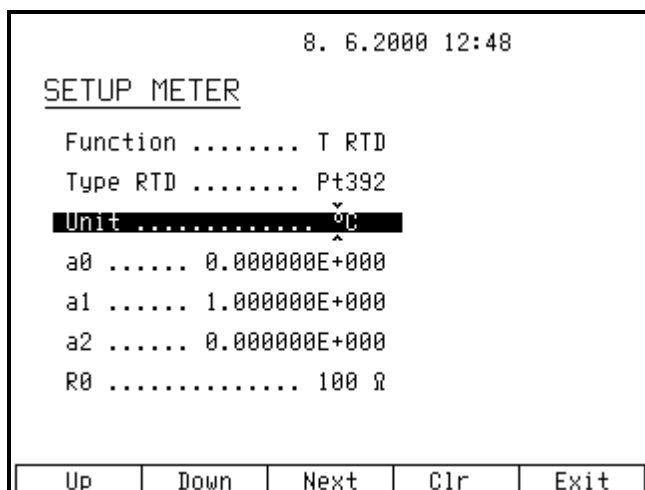
- Нажмите клавишу прямого вызова METER и выберите в меню пункт RANGE, используя клавиши управления курсором.
- При помощи клавиш управления курсором UP, DOWN или потенциометра выберите диапазон измерения для выбранной функции. Изменение диапазона допускают следующие функции:
 - * Измерение малых постоянных напряжений (mV DC): 20, 200, 2000 мВ
 - * Измерение температуры при помощи термопар (T TC), типы: K, N, R, S, B, J, T, E

- * Измерение температуры при помощи резистивных датчиков, типы: Pt 1.385, Pt 1.392
- * Установка чувствительности тензометрических датчиков (давление сила) (SGS)
- Установив требуемый диапазон, перейдите к предыдущему или следующему пункту меню при помощи клавиш $\wedge$ или $\vee$. То же самое можно сделать вращением ручки потенциометра, предварительно нажав на ручку. Нажмите экранную клавишу EXIT, чтобы закрыть меню выбора диапазона и вернуться к основному режиму отображения.

Единицы измерения

Единицы измерения можно выбрать для каждой функции измерения. Единицы измерения отображаются на экране вместе с измеренным значением. Обозначение единицы измерения может содержать до 4 символов.

- Нажмите клавишу прямого вызова METER и выберите в меню пункт UNIT, используя клавиши управления курсором.
- Нажмите на ручку потенциометра, чтобы отобразить символы to $\wedge$ и $\vee$ над текущим символом.
- При помощи клавиш управления курсором UP, DOWN или потенциометра выберите требуемый символ в текущей позиции.
- Нажмите экранную клавишу NEXT для перехода к следующему символу.
- Нажмите на ручку потенциометра для завершения процедуры установки.
- После выбора единицы измерения перейдите к предыдущему или следующему пункту меню при помощи клавиш $\wedge$ или $\vee$. То же самое можно сделать вращением ручки потенциометра, предварительно нажав на ручку. Нажмите экранную клавишу EXIT, чтобы закрыть меню выбора диапазона и вернуться к основному режиму отображения.



Чтобы вернуться к исходным единицам измерения, нажмите экранную клавишу CLR. Исходные установки приведены ниже:

- | | |
|--|---------|
| * Основной диапазон постоянных напряжений (VDC) | V (B) |
| * Постоянный ток (mA DC) — 20 mA | mA (mA) |
| * Диапазон малых постоянных напряжений (mV DC) — до 100 mV | mV (mB) |
| * Измерение сопротивления по четырехпроводной схеме | Ω |
| * Частота — до 15 кГц | Hz (Гц) |
| * Измерение температуры при помощи термодатчиков | °C |

- * Измерение температуры при помощи резистивных датчиков
- * Тензометрия

°C
mV/V (mB/B)

Использование расчетной формулы

Каждая функция мультиметра предусматривает отображение результата перерасчета измеренного значения. Значение, отображаемое на экране, всегда рассчитывается по следующей формуле:

$$Y = A0 + A1 \cdot X + A2 \cdot X^2$$

где X — значение, измеренное мультиметром
Y — значение, отображаемое на экране

По умолчанию коэффициент установлены равными $A0 = 0$, $A1 = 1$, $A2 = 0$. Это означает, что на экране отображается измеренное значение. Если требуется какой-то перерасчет, введите требуемые значения коэффициентов. Параметр $A0$ должен иметь ту же размерность, что и строка UNIT.

- Нажмите клавишу прямого действия METER и выберите в меню параметр $A0$ ($A1$, $A2$), используя клавиши управления курсором.
- Введите новое значение с цифровой клавиатуры.
- Подтвердите значение нажатием ENTER.
- Установив требуемые коэффициенты, перейдите к предыдущему или следующему пункту меню при помощи клавиш $\wedge$ или $\vee$. То же самое можно сделать вращением ручки потенциометра, предварительно нажав на ручку. Нажмите экранную клавишу EXIT, чтобы закрыть меню выбора диапазона и вернуться к основному режиму отображения.

Чтобы вернуться к исходным значениям коэффициентов, нажмите экранную клавишу CLR.

Каждая функция измерения мультиметра имеет собственный независимый набор коэффициентов.

Установка параметров функций

У некоторых функций измерения имеются дополнительные параметры. При измерении температуры с использованием резистивных датчиков можно устанавливать параметр $R0$ (сопротивление при 0°C), при измерении температуры с использованием термопар — температуру холодного спая, а при тензометрических измерениях — напряжение питания моста.

Исходные установки приведены ниже:

T RTD	$R0 = 100 \text{ Ом}$
T TC	$RJ = 23 \text{ }^\circ\text{C}$
SGS	Voltage = 5 В

Порядок изменения значений параметров таков:

- Нажмите клавишу прямого действия METER и выберите функцию, затем при помощи клавиш управления курсором выберите строку с требуемым параметром функции.
- Введите новое значение с цифровой клавиатуры.
- Подтвердите значение нажатием ENTER.
- Установив требуемые коэффициенты, перейдите к предыдущему или следующему пункту меню при помощи клавиш $\wedge$ или $\vee$. То же самое можно сделать вращением ручки потенциометра, предварительно нажав на ручку. Нажмите экранную клавишу EXIT, чтобы закрыть меню выбора диапазона и вернуться к основному режиму отображения.

Запуск измерения

Порядок запуска измерения следующий:

- Нажмите клавишу прямого действия INPUT в основном режиме работы калибратора.
- В поле INPUT на экране отобразится измеренное значение. О выполнении измерения сигнализирует горение зеленого светодиода над клавишей INPUT.
- Чтобы остановить измерение, снова нажмите клавишу INPUT. Светодиод погаснет, и входные разъемы будут отсоединены.

OUTPUT		10.10.2000 12:48		OFF
05.00000 U		=		Local
$\Delta\% = 00.0000\%$				GndU
				Accuracy
				0.0050%
INPUT				mA DC
10.0003 mA				
$\times 10$	:	10	+/-	Setup

Мультиметр не отображает погрешность измеренного значения. При выходе за допустимый диапазон по входу на экране отображается сообщение «OVERFLOW».

Для подачи сигнала на вход необходимо использовать переходник «опция 140-41».

Функция установки нуля

Мультиметр имеет функцию установки нуля. Ее можно включить после запуска измерения, нажав клавишу прямого действия INPUT. Установка нуля производится нажатием клавиши прямого действия METER. После нажатия этой клавиши последнее полученное значение сохраняется в памяти прибора и вычитается из всех последующих измеренных значений. В правой части экрана отображается сообщение «Zero», информируя пользователя о том, что данная функция включена. Чтобы отключить функцию установки нуля, повторно нажмите клавишу METER.

Вход в меню мультиметра возможен только после остановки измерения нажатием клавиши INPUT.

OUTPUT		10.10.2000 12:48		[OFF]
05.00000 U =		Local		GndU
$\Delta\% = 00.0000\%$		Accuracy		0.0050%
INPUT		mA DC		Zero
- 0.0002 mA		mA DC		Zero
$\times 10$	:	10	+/-	Setup

Функцию установки нуля можно использовать, например, для компенсации падения напряжения на кабелях, подавления остаточных сигналов и т. д.

Перегрузка может привести к повреждению мультиметра.

Примечания:

- * Входы измерения тока мультиметра защищены от перегрузки по току предохранителем, расположенным в переходнике «опция 140-41». Для замены предохранителя необходимо отвернуть крышку держателя предохранителя. Данная процедура описывается в руководстве по эксплуатации переходника.
- * Мультиметр можно использовать в качестве милливольтметра постоянного тока с диапазонами 20 мВ, 200 мВ, 2 В и 10 В. Соответствующие входные клеммы — PTHU и PTLU.
- * Максимально допустимый потенциал входных клемм относительно клеммы заземления — 20 В.
- * Измерение частоты возможно в диапазоне до 15 кГц. Напряжение входного сигнала должно находиться в диапазоне от 0,2 до 5 В. Предполагается сигнал прямоугольной или синусоидальной формы.

Одновременное использование функций

Многофункциональный калибратор обеспечивает одновременную генерацию калиброванного сигнала и измерение параметров другого сигнала при помощи встроенного мультиметра. Для одновременной работы с обеими частями калибратора необходимо использовать поставляемые производителем переходники.

В ходе работы калибратор может находиться в следующих состояниях, каждое из которых имеет свои ограничения.

	Метод использования	Ограничение на выходные сигналы	Ограничение на функции мультиметра	Метод подключения
1	Переходники не используются.	Ограничений на выходные сигналы калибратора нет, и они могут использоваться в полном объеме. Выходные сигналы калибратора подаются только на клеммы передней панели.	Использование мультиметра невозможно. При попытке включить мультиметр отображается сообщение об ошибке «FAIL».	
2	Калибратор используется с переходником «опция 140-01».	Ограничений на выходные сигналы калибратора нет, и они могут использоваться в полном объеме. Выходные сигналы калибратора подаются только на контакты переходника.	Мультиметр может использоваться только для измерения внешней температуры датчиком Pt100, встроенным в переходник.	Переходник «опция 140-01», подключенный к клеммам калибратора.
3	Калибратор используется с переходником «опция 140-41», предназначенным для одновременного измерения. Для функции OUTPUT 140-41 установлено значение AUX.	Выходные сигналы калибратора подаются только на контакты переходника. Ограничения по диапазонам: - постоянное напряжение — до 20 В; - постоянный ток — до 20 мА; - измерение сопротивления по четырехпроводной схеме.	Мультиметр можно использовать без ограничений и во всех диапазонах. Возможно подключение тензометрических датчиков.	Переходник «опция 140-41», подключенный к клеммам калибратора. OUTPUT 140-41: AUX
4	Калибратор используется с переходником «опция 140-41», предназначенным для одновременного измерения. Для функции OUTPUT 140-41 установлено значение PANEL.	Выходные сигналы калибратора подаются только клеммы передней панели. Они могут использоваться в полном объеме без ограничений по диапазонам. Выходные сигналы калибратора не подаются на контакты переходника.	Мультиметр можно использовать без ограничений и во всех диапазонах. Подключение тензометрических датчиков невозможно.	Переходник «опция 140-41», подключенный к клеммам калибратора. OUTPUT 140-41: PANEL
5	Калибратор используется с переходником «опция 40» (Сапог – кабельный конец с 2 пружинными штекерами).	Ограничений на выходные сигналы калибратора нет, и они могут использоваться в полном объеме. Выходные сигналы калибратора подаются только на клеммы передней панели.	Мультиметр может использоваться в следующих диапазонах: - постоянное напряжение — до 12 В; - постоянный ток — до 25 мА; - частота — до 15 кГц.	Кабель «опция 40», подключенный к разъему AUXILIARY.
6	Калибратор используется с переходником «опция 60» (Сапог – кабельный конец с 4 пружинными штекерами).	Ограничений на выходные сигналы калибратора нет, и они могут использоваться в полном объеме. Выходные сигналы калибратора подаются только на клеммы передней панели.	Мультиметр может использоваться только в следующих диапазонах: - измерение температуры при помощи термопар; - измерение температуры при помощи резистивных датчиков; - измерение сопротивления — до 2 кОм. Подключение тензометрических датчиков невозможно.	Кабельный конец переходника «опция 60», подключенный к разъему AUXILIARY.
7	Калибратор используется с переходником «опция 70» (Сапог – 4 контакта).	Могут устанавливаться только следующие выходные сигналы: - сопротивление (четырёхпроводная схема); - имитация резистивного датчика температуры (четырёхпроводная схема). Выходные сигналы подаются только на контакты переходника «опция 70».	Использование мультиметра невозможно. При попытке включить мультиметр отображается сообщение об ошибке «FAIL».	Переходник «опция 70», подключенный к разъему AUXILIARY.

Если ток потребляется от выходных контактов +I и –I переходника «опция 140-41», запрещается одновременно подсоединять выходные клеммы +I и –I на передней панели калибратора.

В главе «Примеры» приведены примеры надлежащего выполнения соединений при одновременных измерениях.

Тестер

Калибратор укомплектован прикладным программным обеспечением, упрощающим автоматизированное тестирование регуляторов и преобразователей. Функция тестера сочетает использование калибратора в качестве источника прецизионных сигналов с автоматическим изменением выходного сигнала, а отклик объекта тестирования измеряется встроенным мультиметром. Калибратор предусматривает возможность дальнейшей обработки измеренных значений с индикацией положительного или отрицательного результата теста (PASS/FAIL).

Функция тестера предусматривает выполнение запрограммированной последовательности шагов (числом до 10). Для каждого шага можно задать тип и значение выходного сигнала, а также тип входного сигнала и допуск по нему. Если входной сигнал выходит за пределы допуска, для соответствующего шага тестовой программы фиксируется отрицательный результат. Также можно задавать интервал времени между отдельными шагами.

Основное меню

- Нажмите экранную клавишу SETUP для входа в режим тестера. После нажатия этой кнопки в нижней строке экрана отобразится меню TESTER. Нажмите соответствующую экранную клавишу, чтобы открыть меню тестовых программ.
- Меню содержит порядковый номер тестовой программы, дату создания и имя программы.

17. 7.2000 15:06				
SETUP TESTER				
NR.	DATE	PROGRAM NAME		
1	4. 7.2000	Program number 01		
2	4. 7.2000	Program number 02		
3	4. 7.2000	Program number 03		
4	4. 7.2000	Program number 04		
5	4. 7.2000	Program number 05		
6	4. 7.2000	Program number 06		
Select		Execute		Exit

- Выберите требуемую тестовую программу при помощи клавиш управления курсором или потенциометра. Для выполнения программы нажмите экранную клавишу EXECUTE, для редактирования программы — экранную клавишу SELECT.

Выполнение тестовой программы

После нажатия экранной клавиши EXECUTE, запускающего тестовую программу, на экране калибратора отображаются параметры выходного сигнала и конфигурация мультиметра. В ходе выполнения тестовой программы над основными выходными данными отображаются номер программы (PROGRAM NUMBER) и номер шага (STEP). PROGRAM NUMBER xx, где xx может принимать значения от 00 до 09, обозначает номер выполняемой в настоящий момент тестовой программы. STEP (макс. 10) обозначает номер текущего шага программы.

По завершении выполнения тестовой программы на экране калибратора отображается таблица с результатами. Таблица содержит порядковый номер каждого шага, установленное для данного шага значение выходного параметра калибратора, измеренное значение с мультиметра и результат соответствующего шага — положительный (PASS) или отрицательный (FAIL).

TESTER RESULTS			
Program number 01		9 errors	
STEP	OUTPUT [W]	INPUT [V]	RESULT
0	10.000000	10.00011	fault
1	20.000000	10.00021	fault
2	30.000000	10.00023	fault
3	40.000000	10.00024	fault
4	50.000000	10.00031	fault
5	60.000000	10.00026	fault
6	70.000000	10.00006	fault
7	80.000000	10.00025	fault
8	90.000000	10.00004	fault
9	100.000000	10.00002	pass
			EXIT

Над таблицей отображается общее число шагов с отрицательным результатом (xx ERRORS), а также обозначение выполнявшегося теста.

После просмотра результатов теста нажмите экранную клавишу EXIT, чтобы вернуться на предыдущий уровень. Прервать тест можно нажатием клавиши CANCEL.

Программирование теста

Программирование тестовой процедуры становится возможным после выбора процедуры в основном меню режима тестера и нажатия экранной клавиши SELECT. При этом на экране калибратора

SETUP TESTER				
Program number 01		Output : W AC Input : U DC Steps : 10		
STEP	OUTPUT [W]	LOW [V]	HIGH [V]	TIME
0	10.000000	1.99000	2.01000	2.0
1	20.000000	1.98000	2.02000	2.0
2	30.000000	2.97000	3.03000	2.0
3	40.000000	3.96000	4.04000	2.0
4	50.000000	4.95000	5.05000	2.0
Output		Input	Steps	Exit

отображается таблица режима программирования.

Возможна установка двух основных параметров:

- тип входного и выходного сигналов, число шагов;

- числовые значения параметров для каждого шага.

Задание типа сигналов и числа шагов

Тип выходного сигнала задается при помощи экранной клавиши OUTPUT. Эта клавиша осуществляет перебор типов сигналов, которые будут генерироваться на выходных клеммах в ходе выполнения тестовой программы. Имеются следующие типы сигналов:

VDC – VAC – ADC – AAC – WDC – WAC – R – C – T RTD – T TC – F PWM – F HF

Выбранный тип выходного сигнала отображается в заголовке программной таблицы в столбце «Output». При изменении типа выходного сигнала значения в таблице также изменяются.

Тип измеряемого (входного) сигнала задается при помощи экранной клавиши INPUT. Эта клавиша осуществляет перебор параметров сигнала, которые будут замеряться на входных клеммах встроенным мультиметром в ходе выполнения тестовой программы. Имеются следующие типы сигналов:

V DC – mA DC – mV DC – R 4W – Freq – T TC – T RTD

Расшифровка обозначений:

V DC Измерение постоянного напряжения в диапазоне 12 В

mA DC Измерение постоянного тока в диапазоне 25 мА

mV DC Измерение постоянного напряжения в диапазоне от 20 мВ до 2 В (автоматическое переключение диапазонов)

R 4W Измерение сопротивления по четырехпроводной схеме

Freq Измерение частоты в диапазоне до 15 кГц

T TC Измерение температуры при помощи термопары

T RTD Измерение температуры при помощи резистивного датчика

Если используются функции T TC или T RTD, действуют параметры, установленные для режима мультиметра. В их число входят единицы измерения (K – °C), шкала температур (ITS68 – PTS90), тип датчика, температура холодного спая термопары (RJ) и сопротивление при 0 °C.

Выбранный тип входного сигнала отображается в заголовке программной таблицы в столбце «Input». При изменении типа входного сигнала значения в таблице также изменяются.

Число шагов тестовой программы задается при помощи экранной клавиши STEPS в диапазоне от 1 до 10. Установленное число шагов отображается в заголовке программной таблицы в столбце «Steps». При изменении числа шагов меняется число строк в таблице. Выбор строк в таблице производится клавишами $\vee$, $\wedge$ или вращением ручки потенциометра.

Задание числовых значений параметров для теста

После выбора типа выходного сигнала можно задать числовые значения параметров для отдельных шагов. Для каждого шага можно установить следующие параметры:

1. Значение параметра выходного сигнала (OUTPUT). Можно использовать диапазон, действующий для соответствующего выходного сигнала.

Если задается постоянное напряжение или ток, вводить можно только значение напряжения или тока, но не частоты. Калибратор использует частоту, установленную ранее для соответствующей выходной функции.

Если выбран выходной сигнал типа F PWM или F HF (частота), вводить можно только значение частоты. Калибратор использует выходное напряжение и коэффициент заполнения, установленные ранее для соответствующей выходной функции.

Если выходной выбран сигнал типа W AC или W DC (мощность), вводить можно только значение мощности. Калибратор использует постоянное напряжение, коэффициент мощности (фазу) и частоту,

установленные ранее для режима генерации мощности. Значение мощности в программной таблице изменяется путем изменения выходного тока в ходе теста.

2. Нижний предел допуска по входному параметру (LOW). Значение предела может устанавливаться в пределах выбранного на мультиметре диапазона.
3. Верхний предел допуска по входному параметру (HIGH). Значение предела может устанавливаться в пределах выбранного на мультиметре диапазона.
4. Длительность каждого шага программы в секундах (TIME). Диапазон значений — от 0,5 до 100 с.

Порядок программирования значений следующий:

- Выберите значение, которое требуется изменить, при помощи клавиш управления курсором или потенциометра.
- Введите числовое значение в единицах измерения, отображаемых в заголовке таблицы.

SETUP TESTER									
Program number 01		Output : U AC Input : mV DC Steps : 8							
STEP	OUTPUT [V]	LOW [mV]	HIGH [mV]	TIME					
0	10.000000	0.9900	2.0100	0.5					
1	15.200000	1.9800	2.0200	2.0					
2	30.000000	2.9700	3.0300	2.0					
3	40.000000	3.9600	4.0400	2.0					
4	50.000000	4.9500	5.0500	2.0					
<table border="1"> <tr> <td>Output</td><td>Input</td><td>Steps</td><td></td><td>Exit</td></tr> </table>					Output	Input	Steps		Exit
Output	Input	Steps		Exit					

- Подтвердите введенное значение нажатием ENTER. Новое значение будет скопировано в соответствующую позицию.
- Так можно изменять все числовые значения в таблице.
- Завершив программирование, нажмите экранную клавишу EXIT для возврата на предыдущий уровень.

Примечание.

При запуске тестовой программы выполняются все шаги.

В одной тестовой программе может использоваться только по одному типу входного и выходного сигналов. Переключение на другую функцию калибратора по ходу выполнения программы не предусмотрено.

Настройка реле

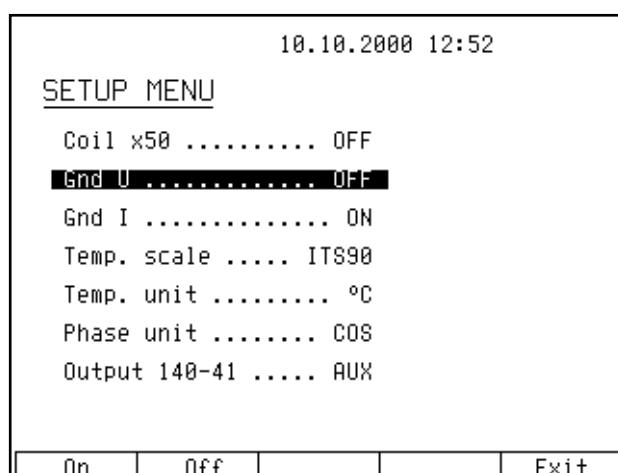
Пункты SWITCH POLARITY (полярность реле) и SWITCH ACTIVITY (действие реле) меню настройки (SETUP) используются для настройки реле. В следующей таблице приведены состояния реле в зависимости от значений параметров SWITCH POLARITY и SWITCH ACTIVITY, а также результата теста.

МЕНЮ SETUP		РЕЛЕ ДО ТЕСТА	РЕЗУЛЬТАТ ТЕСТА	РЕЛЕ ПОСЛЕ ТЕСТА
Switch polarity	OFF	разомкнуто	FAIL	разомкнуто
Switch activity	PASS		PASS	замкнуто
Switch polarity	ON	замкнуто	FAIL	замкнуто
Switch activity	PASS		PASS	разомкнуто

Switch polarity	OFF	разомкнуто	FAIL	замкнуто
Switch activity	FAIL		PASS	разомкнуто
Switch polarity	ON	замкнуто	FAIL	разомкнуто
Switch activity	FAIL		PASS	замкнуто

Меню настройки (SETUP)

Многофункциональный калибратор позволяет также устанавливать множество других, менее часто используемых параметров. Для этого используется меню настройки (SETUP). Вход в это меню производится нажатием экранной клавиши SETUP. Если выходные клеммы подсоединены, они отсоединяются, и экран принимает следующий вид:



Для перемещения по меню используйте клавиши управления курсором $\wedge$ или $\vee$ либо ручку потенциометра. Активный пункт меню или параметр всегда отображается инверсными цветами. При выборе другого пункта меню или параметра обозначения экранных клавиш также меняются. Экранные клавиши показывают, как может устанавливаться соответствующий параметр. Каждый параметр можно изменить после нажатия на ручку потенциометра. Для сохранения параметров по завершении их установки дважды нажмите экранную клавишу EXIT. При выключении калибратора новые параметры сохраняются. В меню настройки имеются следующие параметры:

1. **Coil x50 xx** **ON/OFF**

Этот параметр можно включать (ON), когда для калибровки клещевого амперметра планируется использовать 50-витковую токовую катушку. Катушка производит умножение выходного тока. Производителем для данного параметра устанавливается значение OFF.

2. **GND U xx** **ON/OFF**

Этот параметр управляет соединением клеммы Lo с клеммой GND. На практике это означает заземление клеммы Lo. Нажатием соответствующих экранных клавиш можно заземлить данную клемму или снять заземление. Производителем для данного параметра устанавливается значение ON, т. е. выходная клемма заземлена.

3. **GND I xx** **ON/OFF**

Этот параметр управляет соединением клеммы -I с клеммой GND. На практике это означает заземление клеммы -I. Нажатием соответствующих экранных клавиш можно заземлить данную клемму или снять заземление. Производителем для данного параметра устанавливается значение OAA, т. е. выходные клеммы не заземлены.

Рекомендуется заземлять только канал напряжения (GND U ON, GND I OFF) для всех режимов, кроме режимов генерации мощности и энергии. Если у поверяемого прибора заземлена клемма Lo, рекомендуется снять заземление с обоих выходов калибратора (GND U OFF, GND I OFF), чтобы исключить возникновение контуров заземления.

Примечание

Если не заземлены ни выход калибратора, ни входы прибора, отношение сигнал/шум на выходе калибратора может ухудшиться.

4. **Temp.scale xx** **ITS90/PTS68**

Этот параметр позволяет выбирать шкалу температур для платиновых резистивных датчиков температуры. При нажатии этих экранных клавиш происходит переключение между шкалами температуры ITS90 и PTS68. Производителем для данного параметра устанавливается значение ITS90.

5. **Temp.unit xx** **°C/K**

Этот параметр позволяет выбирать единицы измерения температуры для имитации датчиков температуры. При нажатии этих экранных клавиш происходит переключение между единицами °C и K. Производителем для данного параметра устанавливается значение °C.

6. **Phase.unit xx** **°/cos**

Этот параметр позволяет выбирать единицы измерения фазового сдвига между выходами напряжения и тока в режиме генерации мощности и энергии. При нажатии этих экранных клавиш происходит переключение между единицами ° и COS (градусы и безразмерные единицы коэффициента мощности).

7. **Output 140-41 xx** **AUX/PANEL**

Этот параметр позволяет выбирать выходные клеммы. AUX означает, что выходные сигналы подаются только на контакты переходника. PANEL означает, что выходные сигналы подаются только на клеммы передней панели.

8. **Meter average xx** **UP/DOWN**

Этот параметр задает количество измерений, которое выполняется перед отображением среднего значения мультиметром (постоянная интегрирования). При помощи экранных клавиш UP, DOWN можно выбрать значение в диапазоне от 1 до 20. Чем выше данное значение, тем больше времени необходимо калибратору для измерения значения, но тем стабильнее отображаемое значение. Если выбрано число 20, на одно измерение уходит около 2,5 с.

9. Interface xx GPIB/RS232

Этот параметр задает тип интерфейса, используемого для дистанционного управления калибратором с ПК. При нажатии клавиш GPIB или RS232 выбирается соответствующий тип интерфейса. Дистанционное управление калибратором возможно только АО выбранному интерфейсу.

10. GPIB address xx UP/DOWN

Этот параметр задает адрес калибратора на шине GPIB. При помощи экранных клавиш UP, DOWN можно выбрать любой действительный адрес GBIP в диапазоне от 00 до 30. Производителем установлен адрес 02.

11. RS232 baud rate xx UP/DOWN

Этот параметр задает скорость передачи данных по шине RS232. При помощи экранных клавиш UP, DOWN можно выбрать одно из следующих значений: 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200. Для идеальной связи с ПК необходимо, чтобы на ПК и калибраторе были установлены одинаковые значения скорости передачи данных.

12. Handshake xx OFF/Xon-Xoff

Этот параметр задает способ квитирования при обмене данными. При помощи экранных клавиш можно выбрать значения OFF или Xon/Xoff. Для идеальной связи с ПК необходимо, чтобы на ПК и калибраторе были установлены одинаковые способы квитирования.

13. Keyb.beep xx ON/OFF

Этот параметр позволяет включать и отключать звуковую сигнализацию нажатия клавиш. Экранная клавиша ON включает звуковую сигнализацию, OFF — отключает. Производителем для данного параметра устанавливается значение ON.

Этот параметр не управляет звуковой сигнализацией о выходных напряжениях, превышающих 100 В, а также об ошибках.

14. Keyb.volume xx UP/DOWN

Этот параметр задает громкость звуковой сигнализации. При помощи экранных клавиш UP, DOWN можно устанавливать значения в диапазоне от 00 до 15. Чем больше значение, тем громче звук. Данный параметр управляет громкостью звуковой сигнализации нажатия клавиш (если она включена), сигнализации о выходных напряжениях, превышающих 100 В, и сигнализации об ошибках при управлении калибратором.

15. Brightness xx UP/DOWN

Этот параметр задает контрастность экрана. При помощи экранных клавиш UP, DOWN можно устанавливать значения в диапазоне от 00 до 15.

16. Rotary change xx ON/OFF

Этот параметр управляет рядом функций потенциометра. Если установлено значение ON, потенциометр может использоваться для перемещения курсора как вправо-влево (символы ← и →), так и вверх-вниз (символы ^ и v). Если установлено значение OFF, потенциометр позволяет перемещать курсор только вверх-вниз (символы ^ и v).

17. *Switch polarity xx ON/OFF*

Этот параметр управляет работой встроенного реле. Если выбрано значение ON, реле замыкается перед тестом. Если выбрано значение OFF, реле размыкается перед тестом.

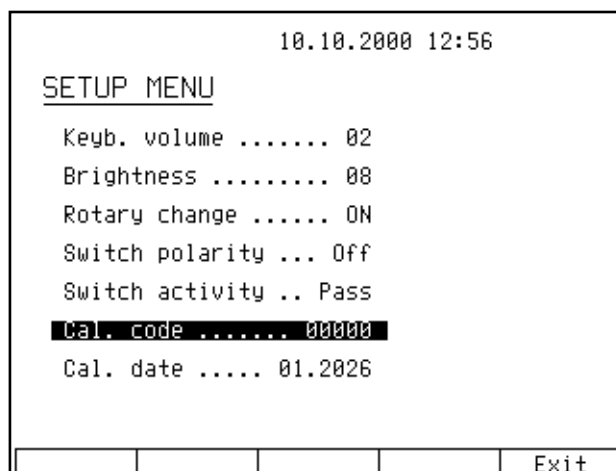
18. *Switch activity xx PASS/FAIL*

Этот параметр управляет работой встроенного реле. Если выбрано значение PASS, реле срабатывает (меняет состояние) в случае положительного результата теста. Если выбрано значение FAIL, реле срабатывает (меняет состояние) в случае отрицательного результата теста.

19. *Cal.code 00000*

Ввод калибровочного кода. Калибровочный код — это пятизначное число, которое необходимо ввести для доступа к режиму калибровки. Если калибровочный код установлен равным «00000», эта информация отображается в меню настройки. Калибровочный код можно изменить. Новый калибровочный код можно ввести непосредственно с клавиатуры и подтвердить нажатием ENTER. Если установлен ненулевой калибровочный код, для доступа к режиму калибровки необходимо ввести правильный код. Ненулевой калибровочный код далее не отображается на экране.

Назначение калибровочного кода - предотвратить несанкционированное изменение калибровки прибора.



Примечание

В случае изменения калибровочного кода рекомендуется его записать. Если вы забудете калибровочный код, калибратор придется отправлять производителю.

20. *Cal.date xx.yyyy*

Дата последней калибровки калибратора (месяц/год). Изменить этот параметр невозможно; он записывается автоматически при выходе из режима калибровки.

21. *Serial No xxxxxx*

Серийный номер калибратора. Изменить этот параметр невозможно.

22. Time xx:yy

Текущее время. Этот параметр можно изменить при помощи экранных клавиш HOUR UP, HOUR DO, MIN UP, MIN DO.

23. Date xx.yy.zzzz

Текущая дата. Этот параметр можно изменить при помощи экранных клавиш DAY UP, MONTH UP, YEAR UP, YEAR DO.

24. Time on display xx ON/OFF

Если для этого параметра установлено значение ON, в верхней части экрана отображаются время и дата. Если установлено значение OFF, время и дата не отображаются. Производителем для данного параметра устанавливается значение ON.

Режим калибровки

Многофункциональный калибратор можно калибровать при помощи встроенной в него специальной процедуры. В ходе калибровки в заранее заданном порядке устанавливаются нулевая точка и наклон характеристик отдельных диапазонов генерации и измерения. Управлять калибровкой можно только при помощи клавиш и меню калибратора.

В режиме калибровки имеется функция автоматической калибровки AUTOCAL. Эта функция позволяет автоматически компенсировать кратковременную нестабильность нулевой точки в диапазоне напряжений до 20 В. Эта функция не входит в полную процедуру калибровки, но ею можно пользоваться для уменьшения временного и температурного дрейфа нулевой точки при калибровке малых постоянных напряжений и имитации термопар.

Принципы калибровки

Калибратор можно калибровать:

- полностью — все функции во всех рекомендуемых точках;
- частично — избранные функции во всех рекомендуемых точках;
- частично — избранные функции в избранных точках.

Процедура полной калибровки состоит из процедур частичной калибровки, выполненных в порядке, определенном в меню калибровки. Если выбран тот или иной пункт меню калибровки (например, VOLTAGE DC), необходимость калибровать все диапазоны, определенные в алгоритме калибровки, отсутствует. Если выполнить заново калибровку всех диапазонов невозможно (например, необходимый эталон недоступен), можно подтвердить данные старой калибровки, т. е. пропустить текущий шаг калибровки.

Прервать калибровку можно на любом этапе выполнения процедуры калибровки. Однако данная калибровка влияет на параметры калибратора.

Указанная в характеристиках погрешность калибратора гарантируется только после полной калибровки.

Калибровка **постоянного напряжения** выполняется путем установки нуля и наклона шкалы во всех диапазонах и при обеих полярностях сигнала (+ и -) (кроме диапазона 1000 В, где в коррекции нуля нет необходимости).

Калибровка **переменного напряжения** выполняется путем установки нуля и наклона шкалы во всех диапазонах на частоте 1000 Гц (кроме диапазона 1000 В, в котором калибровка производится на частоте 500 Гц).

Калибровка **постоянного тока** выполняется путем установки нуля и наклона шкалы во всех диапазонах и при обеих полярностях сигнала (+ и -).

Калибровка **переменного тока** выполняется путем установки нуля и наклона шкалы во всех диапазонах на частоте 1000 Гц (кроме диапазона 20 А, в котором калибровка производится на частоте 120 Гц).

Калибровка **мощности переменного и постоянного тока** выполняется путем калибровки переменного и постоянного тока. Фазовое соотношение между напряжением и током (коэффициент мощности) определяется в цифровой форме и не предусматривает калибровки. Его можно только проверить. Соответствующая проверка не входит в процедуру калибровки.

Калибровка **сопротивления** выполняется путем установки нуля и наклона шкалы во всех диапазонах. Наклон в каждом диапазоне калибруется дважды. На практике необходимо измерить 9 внутренних сопротивлений диапазонов (от 50 Ом до 1 МОм) и ввести в калибратор измеренные значения; после этого для каждого диапазона настраивается нулевая точка шкалы. Калибровка сопротивления должна осуществляться через разъем AUXILIARY. К разъему AUXILIARY должен быть подключен переходник «опция 70».

Калибровка **емкости** выполняется путем установки нуля и наклона шкалы во всех диапазонах. Наклон в каждом диапазоне калибруется дважды. На практике необходимо измерить 9 внутренних емкостей диапазонов (от 1 нФ до 1 мкФ) и ввести в калибратор измеренные значения; после этого для каждого диапазона настраивается нулевая точка шкалы.

Калибровка **частоты** выполняется путем калибровки постоянного напряжения и проверки нулевой точки. Проверяются уровни постоянного напряжения, между которыми переключается калибратор при генерации сигнала. Погрешность генерации ШИМ- или прямоугольного выходного сигнала зависит от частотной погрешности и не подлежит калибровке — ее можно только проверить. Соответствующая проверка не входит в процедуру калибровки.

Калибровка **мультиметра** производится в диапазонах напряжений 2 В и 10 В (постоянного тока), в диапазоне токов 20 мА постоянного тока и в диапазоне сопротивлений 2000 Ом. Для калибровки необходимо использовать переходники «опция 40» (напряжение, ток) и «опция 60» (сопротивление).

Доступ к процедуре калибровки

Для доступа к процедуре калибровки необходимо ввести калибровочный код.

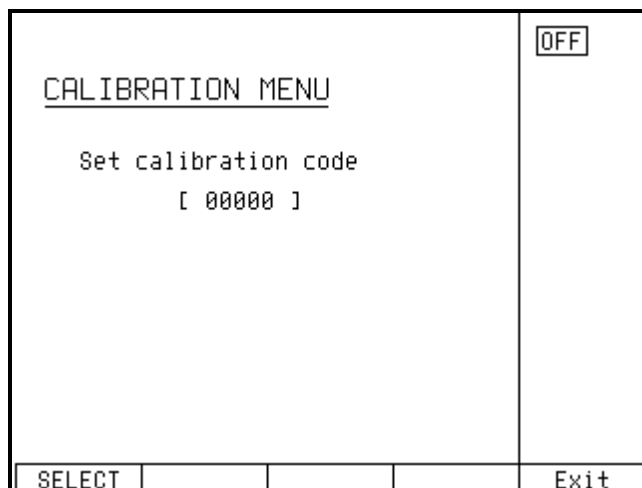
- Нажмите SETUP для входа в меню настройки.
- Нажмите экранную клавишу CALIB.
- Доступ к режиму калибровки разрешен в отсутствие каких-либо переходников, а также при подсоединенном переходнике «опция 40», «опция 60» или «опция 70». Если к разъему AUXILIARY подсоединен переходник «опция 140-01» или «опция 140-41», доступ к режиму калибровки отсутствует. В этом случае на экране калибратора отображается следующее сообщение:

Err 9
Bad cable adapter !

- При попытке обращения к процедуре калибровки в течение 60 минут после включения калибратора соответствующее меню не открывается, а на экране калибратора отображается следующее сообщение:

Err 21
Time warm up ! («Идет прогрев»)
xx minutes remain («Осталось xx минут»)

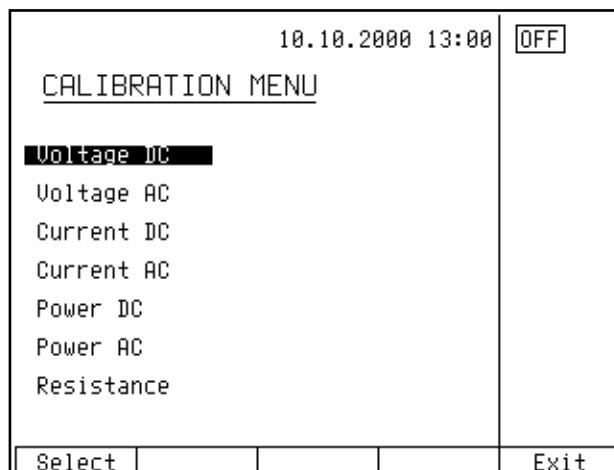
- Если калибратор уже включен в течение как минимум 60 минут, после нажатия экранной клавиши CAL. MODE запрашивается калибровочный код.



- Введите правильный калибровочный код с цифровой клавиатуры и нажмите ENTER.
- При вводе неправильного кода на экране в течение приблизительно 3 секунд высвечивается следующее сообщение:

Err 20
Bad calib. code!

- При вводе правильного калибровочного кода отображается меню калибровки:



- Используйте клавиши управления курсором ^ и v для перемещения по списку:

1.	VOLTAGE DC	Калибровка всех диапазонов постоянного напряжения
2.	VOLTAGE AC	Калибровка всех диапазонов переменного напряжения
3.	CURRENT DC	Калибровка всех диапазонов постоянного тока
4.	CURRENT AC	Калибровка всех диапазонов переменного тока
5.	POWER DC	Калибровка мощности постоянного тока
6.	POWER AC	Калибровка мощности переменного тока
7.	RESISTANCE	Калибровка сопротивления
8.	CAPACITANCE	Калибровка емкости
9.	FREQUENCY	Калибровка амплитуды в режиме генерации частоты
10.	ANALOG INPUT	Калибровка мультиметра
11.	AUTOCAL	Коррекция постоянного напряжения смещения

Выбор типа калибровки

После входа в меню калибровки можно выбрать одну из процедур частичной калибровки. Используйте клавиши управления курсором $\wedge$ и $\vee$ для перемещения по списку. Выбрав функцию для калибровки, нажмите экранную клавишу SELECT. На экране отобразятся следующие данные (следующий пример действителен для диапазона VOLTAGE DC):

CALIBRATION MENU				OFF
Voltage DC				
+0mV	-0mV	+20mV	-20mV	
+0mV	-0mV	+200mV	-200mV	
+0 V	-0 V	+2 V	-2 V	
+0 V	-0 V	+20 V	-20 V	
+0 V	-0 V	+200 V	-200 V	
+200 V	-200 V	+1kV	-1kV	
SELECT				Exit

В таблице перечислены рекомендуемые точки калибровки. После того, как будет выбрана необходимая точка калибровки при помощи экранной клавиши SELECT, на экране отображаются следующие данные.

CALIBRATION MENU				OFF
Voltage DC				
Range 20mV		Value +0mV		
+00327679				
000001001111111111111111				
WRITE		SKIP		Exit

Экранные клавиши имеют следующие функции:

WRITE Запись в память нового калибровочного значения с безвозвратной потерей старого

SKIP Пропуск текущего шага калибровки с сохранением в памяти старого значения

EXIT Прерывание текущей калибровки. После нажатия этой клавиши в памяти калибратора сохраняются все данные (старые или вновь введенные), и калибратор возвращается в меню калибровки. Калибровать все диапазоны необязательно; возможна калибровка только избранных диапазонов с пропуском тех, которые не требуют калибровки.

На экране отображается калибруемый диапазон (RANGE), также значение, которое необходимо установить на внешнем эталонном мультиметре (VALUE).

Ввод новых калибровочных данных

Используйте клавиши управления курсором $\wedge$, $\vee$, $<$, $>$ для установки основных данных на экране, когда выходной сигнал, измеренный внешним эталонным мультиметром, достигнет требуемой точки калибровки. По достижении значения, заданного внешним эталоном, нажмите WRITE для записи нового калибровочного значения в память калибровки. Если нажать клавишу SKIP, калибратор проигнорирует новое значение, и в памяти останется старое значение. После нажатия клавиши WRITE или SKIP калибратор переходит к следующей точке калибровки.

Эта процедура повторяется для всех точек калибровки выбранной функции. Если нажать клавишу EXIT до завершения калибровки, калибратор вернется в меню калибровки.

Прерывание калибровки

Калибровка может быть прервана в следующих случаях:

- выполнена полная калибровка, новые калибровочные данные введены, программа произвела возврат в меню калибровки;
- выполнена калибровка выбранной функции, новые калибровочные данные введены, программа произвела возврат в меню калибровки;
- выполнена калибровка одного или нескольких диапазонов выбранной функции, новые калибровочные данные введены, программа произвела возврат в меню калибровки;
- процедура калибровки была запущена, но калибровочные данные не введены, программа произвела возврат в меню калибровки после нажатия экранной клавиши EXIT.

Для прерывания калибровки нажмите экранную клавишу EXIT. После нажатия этой клавиши, дата калибровки автоматически сохраняется, и калибратор возвращается в состояние, в котором он находился до запуска процедуры калибровки.

Точки калибровки

Для каждой функции калибратора определены фиксированные точки калибровки, значения в которых должны устанавливаться в ходе калибровки. Для функций VOLTAGE DC, VOLTAGE AC, CURRENT DC, CURRENT AC, POWER AC, POWER DC и F значение соответствующего параметра сигнала вводится с клавиатуры. Для функций R-C, а частично также в ходе калибровки мультиметра необходимо вводить калибровочные данные сопротивлений диапазонов. Функция T не требует калибровки, поскольку выходное напряжение или сопротивление определяется арифметической интерполяцией по стандартным таблицам параметров датчиков температуры.

Не требуется также калибровка следующих параметров калибратора:

- частота;
- фазовое соотношение между выходными напряжением и током (коэффициент мощности) в режиме генерации мощности или энергии переменного тока;
- мощности переменного и постоянного тока (кроме собственно постоянного и переменного тока в этом режиме).

Функция VOLTAGE DC

номинальное значение	установленные пределы	диапазон	примечание
0,0 В	2 мкВ	20 мВ	калибровка нуля
0,0 В	2 мкВ	-20 мВ	калибровка нуля
19 мВ	4 мкВ	20 мВ	калибровка наклона
-19 мВ	4 мкВ	-20 мВ	калибровка наклона
0,0 В	2 мкВ	200 мВ	калибровка нуля
0,0 В	2 мкВ	-200 мВ	калибровка нуля
190 мВ	6 мкВ	200 мВ	калибровка наклона
-190 мВ	6 мкВ	-200 мВ	калибровка наклона
0,0 В	5 мкВ	2 В	калибровка нуля
0,0 В	5 мкВ	-2 В	калибровка нуля
1,9 В	12 мкВ	2 В	калибровка наклона
-1,9 В	12 мкВ	-2 В	калибровка наклона
0,0 В	20 мкВ	20 В	калибровка нуля
0,0 В	20 мкВ	-20 В	калибровка нуля
19 В	100 мкВ	20 В	калибровка наклона
-19 В	100 мкВ	-20 В	калибровка наклона
0,0 В	200 мкВ	200 В	калибровка нуля
0,0 В	200 мкВ	-200 В	калибровка нуля
190 В	600 мкВ	200 В	калибровка наклона
-190 В	600 мкВ	-200 В	калибровка наклона
1000 В	20 мВ	1000 В	калибровка наклона
-1000 В	20 мВ	-1000 В	калибровка наклона

Таблица калибровки функции DC VOLTAGE

Функция VOLTAGE

номинальное значение	установленные пределы	диапазон	рекомендуемая частота
1,9 мВ	5 мкВ	20 мВ	1000 Гц
19 мВ	10 мкВ	20 мВ	1000 Гц
19 мВ	15 мкВ	200 мВ	1000 Гц
190 мВ	40 мкВ	200 мВ	1000 Гц
190 мВ	30 мкВ	2 В	1000 Гц
1,9 В	100 мкВ	2 В	1000 Гц
1,9 В	200 мкВ	20 В	1000 Гц
19 В	1 мВ	20 В	1000 Гц
19 В	5 мВ	200 В	1000 Гц
190 В	10 мВ	200 В	1000 Гц
190 В	50 мВ	1000 В	1000 Гц
750 В	50 мВ	1000 В	500 Гц

Таблица AC VOLTAGE

Для калибровки могут использоваться другие частоты, помимо рекомендуемых. Заявленные технические характеристики калибратора действительны только при использовании рекомендуемых частот.

Функция CURRENT DC

номинальное значение	установленные пределы	диапазон	примечание
0,0 А	3 нА	200 мкА	калибровка нуля
0,0 А	3 нА	-200 мкА	калибровка нуля
190 мкА	5 нА	200 мкА	калибровка наклона
190 мкА	5 нА	-200 мкА	калибровка наклона
0,0 А	20 нА	2 мА	калибровка нуля
0,0 А	20 нА	-2 мА	калибровка нуля
1,9 мА	50 нА	2 мА	калибровка наклона
1,9 мА	50 нА	-2 мА	калибровка наклона
0,0 А	100 нА	20 мА	калибровка нуля
0,0 А	100 нА	-20 мА	калибровка нуля
19 мА	200 нА	20 мА	калибровка наклона
-19 мА	200 нА	-20 мА	калибровка наклона
0,0 А	1 мкА	200 мА	калибровка нуля
0,0 А	1 мкА	-200 мА	калибровка нуля
190 мА	2 мкА	200 мА	калибровка наклона
-190 мА	2 мкА	-200 мА	калибровка наклона
0,0 А	20 мкА	2 А	калибровка нуля
0,0 А	20 мкА	-2 А	калибровка нуля
1,9 А	50 мкА	2 А	калибровка наклона
-1,9 А	50 мкА	-2 А	калибровка наклона
0,0 А	300 мкА	20 А	калибровка нуля
0,0 А	300 мкА	-20 А	калибровка нуля
10 А	600 мкА	20 А	калибровка наклона
-10 А	600 мкА	-20 А	калибровка наклона

Таблица DC CURRENT

Функция CURRENT AC

номинальное значение	установленные пределы	диапазон	рекомендуемая частота
19 мкА	5 нА	200 мкА	1000 Гц
190 мкА	50 нА	200 мкА	1000 Гц
190 мкА	40 нА	2 мА	1000 Гц
1,9 мА	200 нА	2 мА	1000 Гц
1,9 мА	200 нА	20 мА	1000 Гц
19 мА	2 мкА	20 мА	1000 Гц
19 мА	2 мкА	200 мА	1000 Гц
190 мА	20 мкА	200 мА	1000 Гц
190 мА	20 мкА	2 А	500 Гц
1,9 А	200 мкА	2 А	500 Гц
1,9 А	1 мА	20 А	120 Гц
10 А	3 мА	20 А	120 Гц

Таблица AC CURRENT

Для калибровки могут использоваться другие частоты, помимо рекомендуемых. Заявленные технические характеристики калибратора действительны только при использовании рекомендуемых частот.

Функция POWER DC**Калибровка постоянного тока**

номинальное значение	установленные пределы	диапазон	примечание
0,0 А	400 нА	20 мА	калибровка нуля
0,0 А	400 нА	-20 мА	калибровка нуля
19 мА	2 мкА	20 мА	калибровка наклона
-19 мА	2 мкА	-20 мА	калибровка наклона
0,0 А	2 мкА	200 мА	калибровка нуля
0,0 А	2 мкА	-200 мА	калибровка нуля
190 мА	20 мкА	200 мА	калибровка наклона
-190 мА	20 мкА	-200 мА	калибровка наклона
0,0 А	50 мкА	2 А	калибровка нуля
0,0 А	50 мкА	-2 А	калибровка нуля
1,9 А	200 мкА	2 А	калибровка наклона
-1,9 А	200 мкА	-2 А	калибровка наклона
0,0 А	200 мкА	10 А	калибровка нуля
0,0 А	200 мкА	-10 А	калибровка нуля
10 А	1 мА	10 А	калибровка наклона
-10 А	1 мА	-10 А	калибровка наклона

Таблица DC POWER

Функция POWER AC**Калибровка переменного тока**

номинальное значение	установленные пределы	диапазон	рекомендуемая частота
1,9 мА	400 нА	20 мА	120 Гц
19 мА	2 мкА	20 мА	120 Гц
19 мА	2 мкА	200 мА	120 Гц
190 мА	20 мкА	200 мА	120 Гц
190 мА	20 мкА	2 А	120 Гц
1,9 А	200 мкА	2 А	120 Гц
1,9 А	200 мкА	10 А	120 Гц
10 А	1 мА	10 А	120 Гц

Таблица AC POWER

Для калибровки могут использоваться другие частоты, помимо рекомендуемых. Заявленные технические характеристики калибратора действительны только при использовании рекомендуемых частот.

Функция RESISTANCE

номинальное значение	установленные пределы	диапазон
10 Ом	0,01 Ом	10–50 Ом
0 Ом	0,005 Ом	10–50 Ом
20 Ом	0,005 Ом	10–50 Ом
50 Ом	0,005 Ом	50–100 Ом
20 Ом	0,005 Ом	50–100 Ом
100 Ом	0,01 Ом	50–100 Ом
200 Ом	0,01 Ом	100–400 Ом
100 Ом	0,01 Ом	100–400 Ом
400 Ом	0,03 Ом	100–400 Ом
1 кОм	0,02 Ом	400 Ом–2 кОм
400 Ом	0,02 Ом	400 Ом–2 кОм
2 кОм	0,06 Ом	400 Ом–2 кОм
5 кОм	0,1 Ом	2–10 кОм
2 кОм	0,1 Ом	2–10 кОм
10 кОм	0,3 Ом	2–10 кОм
20 кОм	1 Ом	10–40 кОм
10 кОм	1 Ом	10–40 кОм
40 кОм	3 Ом	10–40 кОм
100 кОм	3 Ом	40–200 кОм
40 кОм	3 Ом	40–200 кОм
200 кОм	10 Ом	40–200 кОм
500 кОм	20 Ом	200 кОм–1 МОм
200 кОм	20 Ом	200 кОм–1 МОм
1 МОм	100 Ом	200 кОм–1 МОм
2 МОм	200 Ом	1–4 МОм
1 МОм	200 Ом	1–4 МОм
4 МОм	1 кОм	1–4 МОм
10 МОм	2 кОм	4–20 МОм
4 МОм	2 кОм	4–20 МОм
20 МОм	10 кОм	4–20 МОм
20 МОм	20 кОм	20–50 МОм
50 МОм	50 кОм	20–50 МОм

Таблица R

Для калибровки сопротивления необходимо использовать переходник «опция 70» или «опция 140-41». Подключите эталонный мультиметр к четырем выходным контактам подсоединенного в настоящий момент переходника.

Функция CAPACITANCE

номинальное значение	установленные пределы	диапазон
1 нФ	5 пФ	900 пФ–2,5 нФ
900 пФ	5 пФ	900 пФ–2,5 нФ
2,5 нФ	5 пФ	900 пФ–2,5 нФ
5 нФ	5 пФ	5–10 нФ
2,5 нФ	5 пФ	5–10 нФ
10 нФ	10 пФ	5–10 нФ
20 нФ	10 пФ	10–50 нФ
10 нФ	10 пФ	10–50 нФ
50 нФ	50 пФ	10–50 нФ
100 нФ	50 пФ	50–250 нФ
50 нФ	50 пФ	50–250 нФ
250 нФ	250 пФ	50–250 нФ
500 нФ	250 пФ	250 нФ–1 мкФ
250 нФ	250 пФ	250 нФ–1 мкФ
1 мкФ	1 нФ	250 нФ–1 мкФ
2 мкФ	2 нФ	1–2,5 мкФ
1 мкФ	2 нФ	1–2,5 мкФ
2,5 мкФ	5 нФ	1–2,5 мкФ
5 мкФ	5 нФ	2,5–10 мкФ
2,5 мкФ	5 нФ	2,5–10 мкФ
10 мкФ	20 нФ	2,5–10 мкФ
20 мкФ	20 нФ	10–50 мкФ
10 мкФ	20 нФ	10–50 мкФ
50 мкФ	200 нФ	10–50 мкФ

Таблица C

Функция FREQUENCY калибровка амплитуды

номинальное значение	установленные пределы	диапазон	примечание
0,0 В	10 мкВ	--	калибровка нуля
10 В	1 мВ	10 В	калибровка наклона

Таблица F

Функция мультиметра ANALOG INPUT калибровка напряжения, тока, сопротивления

номинальное значение	установленные пределы	диапазон	примечание
0 В	50 мкВ	10 В	калибровка нуля
10 В	200 мкВ	10 В	калибровка наклона
0 мА	50 нА	20 мА	калибровка нуля
19 мА	500 нА	20 мА	калибровка наклона
0 Ом	5 мОм	200 Ом	калибровка нуля
100 Ом	5 мОм	200 Ом	калибровка наклона
0 Ом	50 мОм	2000 Ом	калибровка нуля
1000 Ом	50 мОм	2 кОм	калибровка наклона
0 мВ	2 мкВ	20 мВ	калибровка нуля
19 мВ	2 мкВ	20 мВ	калибровка наклона
0 мВ	7 мкВ	200 мВ	калибровка нуля
190 мВ	7 мкВ	200 мВ	калибровка наклона
0 мВ	50 мкВ	2 В	калибровка нуля
1,9 В	50 мкВ	2 В	калибровка наклона

Таблица Multimetr

Для калибровки в диапазонах 2, 10 В и 20 мА необходимо использовать переходник «опция 40». Для калибровки диапазонов сопротивления необходимо использовать переходник «опция 60».

Процедура полной калибровки

Ниже описывается процедура полной калибровки.

Необходимые приборы:

Для выполнения калибровки необходимы следующие приборы:

- 8 ½-разрядный мультиметр типа HP3458A или Wavetek 1281, либо другой с погрешностью измерения постоянного напряжения 0,001 %
- Резистивный шунт 10 мОм, 100 мОм — Burster 1280 или другой с погрешностью 0,01%
- Эталонное сопротивление 100 Ом, 1000 Ом — Burster 1228, 1229 или другое с погрешностью 0,005%
- Измеритель RLC BM 595, HP 4263A, HP4278A, ESI 2150 или другой с погрешностью 0,1 %
- Счетчик HP 53181A, HO 53130, BM 642 или другой с погрешностью 0,001 %
- Ваттметр с погрешностью 0,02–0,05 %

Для измерения суммарного значения коэффициента нелинейных искажений сигналов переменного тока рекомендуется использовать анализатор нелинейных искажений HP8903A и осциллограф с полосой частот минимум 20 МГц.

Процедура калибровки

1. Включите питание калибратора и мультиметра и оставьте их включенными как минимум на три часа в лаборатории при температуре $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$.
2. Нажмите экранную клавишу SETUP для вызова меню настройки, а затем экранную клавишу CALIB для вызова меню калибровки.
3. Введите калибровочный код и нажмите ENTER (по умолчанию задан калибровочный код «00000»).
4. **Калибровка диапазонов постоянного напряжения**
 - a) Подсоедините входные клеммы измерения напряжения мультиметра к выходным клеммам Hi/Lo калибратора.
 - b) Выберите в меню калибровки VOLTAGE DC и подтвердите выбор нажатием клавиши SELECT. Включите выходные клеммы CALIBRO-140.
 - c) Следуя инструкциям на экране калибратора и таблице DCU, настройте выходной сигнал калибратора в точках калибровки.
 - d) Для регулировки выходного сигнала калибратора в точках калибровки нажмите клавишу SELECT и настройте выходное напряжение при помощи клавиш управления курсором <, >, ∨, ∧ или потенциометра. Подтвердите правильность установки значения нажатием экранной клавиши WRITE. Если вы хотите пропустить точку, в которой уже произведена калибровка, нажмите экранную клавишу SKIP.
 - e) Отключите выходные клеммы.
5. **Калибровка диапазонов переменного напряжения**
 - a) Выберите в меню калибровки VOLTAGE AC и подтвердите выбор нажатием клавиши SELECT. Включите выходные клеммы CALIBRO-140.

- b) Следуя инструкциям на экране калибратора и таблице ACU, отрегулируйте выходной сигнал калибратора в точках калибровки.
- c) Для регулировки выходного сигнала калибратора в точках калибровки нажмите клавишу SELECT и настройте выходное напряжение при помощи клавиш управления курсором <, >, √, ^ или потенциометра. Подтвердите правильность установки значения нажатием экранной клавиши WRITE. Если вы хотите пропустить точку, в которой уже произведена калибровка, нажмите экранную клавишу SKIP.
- d) Отключите выходные клеммы. Отсоедините мультиметр и калибратор.

6. Калибровка диапазонов постоянного тока

- a) Подсоедините входные клеммы измерения тока мультиметра к выходным клеммам +I/-I калибратора. Выберите CURRENT DC в меню калибровки.
- b) Выберите диапазон измерения постоянного тока на внешнем мультиметре. Включите выходные клеммы.
- c) Следуя инструкциям на экране калибратора и таблице DCI, отрегулируйте выходной сигнал калибратора в точках калибровки.
- d) Для регулировки выходного сигнала калибратора в точках калибровки нажмите клавишу SELECT и настройте выходной ток при помощи клавиш управления курсором <, >, √, ^ или потенциометра. Подтвердите правильность установки значения нажатием экранной клавиши WRITE. Если вы хотите пропустить точку, в которой уже произведена калибровка, нажмите экранную клавишу SKIP.
- e) В диапазонах 2 А и 20 А следует использовать резистивный шунт, если эталонный мультиметр не охватывает эти диапазоны.

7. Калибровка диапазонов переменного тока

- a) Выберите CURRENT AC в меню калибровки. Установите ту же функцию на внешнем мультиметре.
- b) Следуя инструкциям на экране калибратора и таблице ACI, отрегулируйте выходной сигнал калибратора в точках калибровки.
- c) Для регулировки выходного сигнала калибратора в точках калибровки нажмите клавишу SELECT и настройте выходной ток при помощи клавиш управления курсором <, >, √, ^ или потенциометра. Подтвердите правильность установки значения нажатием экранной клавиши WRITE. Если вы хотите пропустить точку, в которой уже произведена калибровка, нажмите экранную клавишу SKIP.
- d) В диапазонах 2 А и 20 А следует использовать резистивный шунт, если эталонный мультиметр не охватывает эти диапазоны.

8. Калибровка диапазонов мощности постоянного тока

- a) Калибровка диапазонов мощности постоянного тока производится путем калибровки диапазонов постоянного тока 20 мА, 200 мА, 2 А и 10 А. Необходимость калибровки диапазонов напряжения отсутствует.
- b) Выберите POWER DC в меню калибровки.
- c) Подсоедините эталонный амперметр к выходным клеммам +I/-I калибратора.

**ВНИМАНИЕ**

Клеммы Lo и -I калибратора имеют между собой электрическое соединение.

- d) Следуя инструкциям на экране калибратора и таблице POWER DC, отрегулируйте выходной сигнал калибратора в точках калибровки.
- e) Для регулировки выходного сигнала калибратора в точках калибровки нажмите клавишу SELECT и настройте выходное напряжение при помощи клавиш управления курсором <, >, √, ^ или потенциометра. Подтвердите правильность установки значения нажатием экранной клавиши WRITE.
- f) В диапазонах 2 А и 20 А следует использовать резистивный шунт.

9. Калибровка диапазонов мощности переменного тока

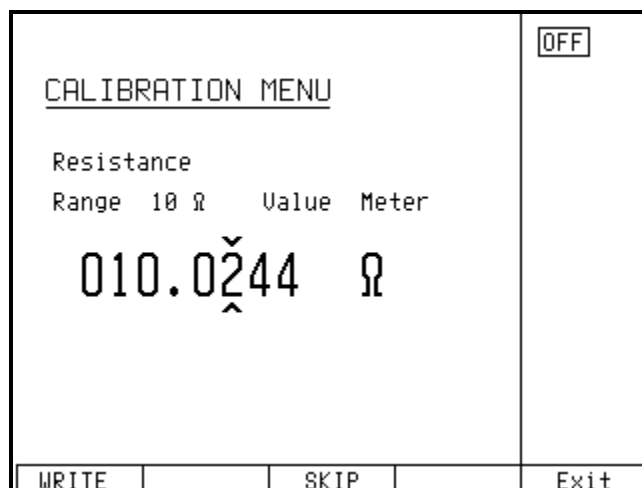
- a) Калибровка диапазонов мощности переменного тока производится путем калибровки диапазонов переменного тока 20 мА, 200 мА, 2 А и 10 А. Необходимость калибровки диапазонов напряжения отсутствует.
- b) Выберите POWER AC в меню калибровки.
- c) Подсоедините эталонный амперметр к выходным клеммам +I/-I калибратора.
- d) Следуя инструкциям на экране калибратора и таблице POWER AC, отрегулируйте выходной сигнал калибратора в точках калибровки.
- e) Для регулировки выходного сигнала калибратора в точках калибровки нажмите клавишу SELECT и настройте выходное напряжение при помощи клавиш управления курсором <, >, √, ^ или потенциометра. Подтвердите правильность установки значения нажатием экранной клавиши WRITE.
- f) В диапазонах 2 А и 20 А следует использовать резистивный шунт.

10. Калибровка диапазонов сопротивления

Калибровка диапазонов сопротивления производится обоими методами, т. е. путем установки проверяемого значения и измерения этого значения эталонным прибором, а также путем регулировки выходного сигнала калибратора с целью установки номинального значения диапазона измерения калибратора на внешнем мультиметре. Если требуется ввести измеренное значение в калибратор, в соответствующей точке калибровки отображается VALUE METER. Значение на экране калибратора имеет тот же формат, что и номинальное значение в соответствующей точке калибровки на экране. Если же от пользователя требуется настроить выходной сигнал калибратора, чтобы установить номинальный диапазон измерения калибратора на внешнем мультиметре, в соответствующей точке калибровки отображается VALUE. Значение на экране калибратора имеет общий формат.

- a) Калибратор необходимо калибровать с переходником «опция 70», подключенным по четырехпроводной схеме. Подсоедините переходник к разъему AUXILIARY. Выберите RESISTANCE в меню калибровки.
- b) Выберите функцию измерения сопротивления по четырехпроводной схеме на внешнем мультиметре. Установите нуль на внешнем мультиметре с учетом кабелей, если это необходимо.

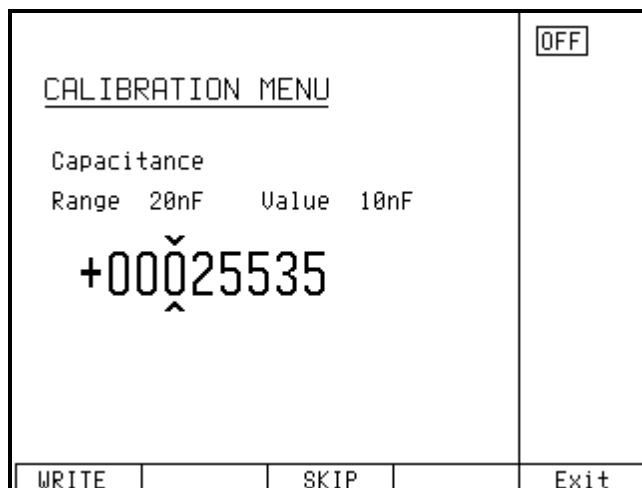
- c) Подсоедините все четыре провода переходника «опция 70» к входным клеммам внешнего мультиметра. Используйте четырехпроводную схему. Соблюдайте правильность подсоединения проводов и клемм.
- d) Измерьте сопротивление в рекомендуемых калибровки при помощи мультиметра и запишите полученные значения в память калибратора. Для ввода значения используйте цифровую клавиатуру, потенциометр или клавиши управления курсором.
- e) Произведите регулировку во всех точках калибровки, как обычно. Нажмите экранную клавишу WRITE для подтверждения правильности введенных значений.
- f) Отсоедините переходник «опция 70» от разъема AUXILIARY.



11. Калибровка диапазонов емкостей

Калибровка диапазонов емкостей производится обоими методами, т.е. путем установки проверяемого значения и измерения этого значения эталонным прибором, а также путем регулировки выходного сигнала калибратора с целью установки номинального значения диапазона измерения калибратора на внешнем мультиметре. Если требуется ввести измеренное значение в калибратор, в соответствующей точке калибровки отображается VALUE METER. Значение на экране калибратора имеет тот же формат, что и номинальное значение в соответствующей точке калибровки на экране. Если же от пользователя требуется настроить выходной сигнал калибратора, чтобы установить номинальный диапазон измерения калибратора на внешнем мультиметре, в соответствующей точке калибровки отображается VALUE. Значение на экране калибратора имеет общий формат.

- a) Выберите CAPACITANCE в меню калибровки. Выберите GND U OFF и GND I OFF в меню настройки.
- b) Отрегулируйте значения для короткозамкнутых и разомкнутых клемм внешнего измерителя RLC, установите частоту, которая будет использоваться в ходе измерения (1000 Гц для диапазона 1–10 нФ, 100 Гц для диапазона 10 нФ–10 мкФ). Подсоедините клеммы Hi, Hu к выходу Lo калибратора, а клеммы Li, Lu — к выходу Hi калибратора.
- c) Измерьте емкости конденсаторов внутренних диапазонов при помощи измерителя RLC и запишите полученные значения в память калибратора. Процедура такая же, как при калибровке диапазонов сопротивлений.
- d) Произведите регулировку во всех точках калибровки, как обычно. Нажмите экранную клавишу WRITE для подтверждения правильности введенных значений.



11. Калибровка амплитуды в режиме генерации частоты

- a) Выберите FREQUENCY в меню калибровки.
- b) Подсоедините внешний мультиметр с установленным на нем диапазоном измерения постоянного сопротивления к выходным клеммам Hi/Lo калибратора.
- c) Следуя инструкциям на экране калибратора и таблице F, отрегулируйте выходной сигнал калибратора в точках калибровки. Для регулировки выходного сигнала калибратора в точках калибровки используйте клавиши управления курсором <, >, ∨, ∧. Подтвердите правильность установки значения нажатием экранной клавиши WRITE.
- d) При калибровке амплитуды функции генерации частоты устанавливается постоянное напряжение, соответствующее амплитуде прямоугольного выходного сигнала.

12. Калибровка встроенного мультиметра

Калибровка встроенного мультиметра заключается в калибровке диапазонов напряжений 20 мВ, 200 мВ, 2 В и 10 В, диапазона токов 20 мА и диапазонов сопротивлений 200 Ом и 2 кОм.

Для подсоединения мультиметра необходимы переходники «опция 40» (двухпроводной переходник) и «опция 60» (четырёхпроводной переходник).

Ввиду того, что точность встроенного мультиметра в режимах измерения сопротивлений, малых напряжений и токов сравнима с точностью калибратора, для калибровки встроенного мультиметра следует использовать внешний калибратор более высокого класса точности. Если внешнего калибратора не имеется, для калибровки встроенного мультиметра можно воспользоваться калибратором CALIBRO-140, но следует принять во внимание тот факт, что его точности может не хватить. Рекомендуется производить калибровку с использованием 8 ½-разрядного цифрового мультиметра.

- a) Калибровка диапазона постоянных напряжений 10 В
 - Подключите переходник «опция 40» к разъему AUXILIARY на передней панели.
 - Выберите ANALOG INPUT в меню калибровки. Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора первой точки калибровки — 0 В.
 - Замкните накоротко контакты переходника «опция 40».
 - После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения.

- Подсоедините входные клеммы измерения напряжения внешнего мультиметра к выходным клеммам Hi/Lo калибратора. Можно использовать измерительные провода, входящие в базовый комплект поставки. Подсоедините входной провод H переходника «опция 40» к выходу Hi калибратора, а входной провод L переходника «опция 40» — к выходу Lo калибратора. При необходимости установите нуль на внешнем мультиметре, прежде чем подсоединять кабели (внутренний и внешний мультиметры соединены параллельно).
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора точки калибровки 10 В. Загорится красный индикатор, все клеммы калибратора будут автоматически включены.
- В нижней части экрана высветится «Output = xx.xxxxxx V» — установленное значение выходного напряжения. Это значение можно изменить при помощи потенциометра или клавишу управления курсором.
- Отрегулируйте выходное напряжение калибратора так, чтобы внешний мультиметр показывал 10,0000 В.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения. Если калибровка в этой точке не требуется, нажмите SKIP. Клеммы мультиметра будут отключены.
- Отсоедините внешний и внутренний мультиметры.

b) Калибровка диапазона постоянных токов 20 мА

- Оставьте входные клеммы переходника «опция 70» разомкнутыми.
- Замкните накоротко выходные клеммы +I и –I калибратора.
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора первой точки калибровки — 0 мА.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения нулевой точки.
- Разомкните клеммы +I и -I. Подсоедините входной провод L переходника «опция 40» к выходу -I калибратора, входной провод H переходника «опция 40» к отрицательной клемме измерения тока эталонного мультиметра, а выходную клемму +I калибратора — к положительной клемме измерения тока эталонного мультиметра. Выход тока калибратора, вход встроенного мультиметра и вход измерения тока стандартного мультиметра соединены последовательно. При необходимости установите нуль на внешнем мультиметре, прежде чем калибровать диапазон токов.
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора точки калибровки 19 мА. Над клавишей OUTPUT загорится красный светодиод.

Примечание. Может случиться, что калибратор издаст звуковой сигнал, и на экране появится сообщение об ошибке. В этом случае нажмите клавишу OUTPUT ON для ручного включения выхода калибратора.

- Отрегулируйте выходной ток калибратора так, чтобы внешний мультиметр показывал 19,0000 мА. После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения. Клеммы мультиметра будут отключены.
- Отсоедините внешний и внутренний мультиметры. Отсоедините переходник «опция 40» от разъема AUXILIARY.

c) Калибровка диапазона сопротивлений 100 Ом

Калибровка диапазонов сопротивлений 100 и 1000 Ом состоит из следующих шагов:

- Калибровка 0 Ом
- Калибровка диапазона сопротивлений мультиметра

Для калибровки диапазонов сопротивлений необходимы внешние эталонные сопротивления 100 и 1000 Ом.

Подсоедините к разъему AUXILIARY переходник «опция 60».

Калибровка 0 Ом

- Замкните накоротко все входные провода переходника «опция 60».
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора первой точки калибровки — 0 Ом.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения.

Калибровка 100 Ом

- Подсоедините к входным клеммам эталонное сопротивление 100 Ом. Используйте четырехпроводную схему.
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора второй точки калибровки — 100 Ом.
- После того, как значение стабилизируется, введите калибровочное значение эталонного сопротивления в нижнюю строку и подтвердите ввод нажатием WRITE.

d) Калибровка диапазона сопротивлений 1000 Ом

- Замкните накоротко все входные провода переходника «опция 60».
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора первой точки калибровки — 0 Ом.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения.

Калибровка 1000 Ом

- Подсоедините к входным клеммам эталонное сопротивление 1000 Ом. Используйте четырехпроводную схему.
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора второй точки калибровки — 1000 Ом.
- После того, как значение стабилизируется, введите калибровочное значение эталонного сопротивления в нижнюю строку и подтвердите ввод нажатием WRITE.

e) Калибровка диапазона напряжений 20 мВ

- Замкните накоротко измерительные провода переходника «опция 60».
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора первой точки калибровки диапазона 20 мВ — 0 мВ.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения.
- Подсоедините внешний эталонный мультиметр с установленным милливольтовым диапазоном измерения постоянных напряжений к выходным клеммам Hi/Lo. Используйте измерительные провода из базового комплекта поставки. Подсоедините измерительный провод HU переходника к клемме Hi калибратора, а измерительный провод LU переходника — к клемме Lo калибратора.. Встроенный и внешний мультиметр соединены параллельно. При необходимости установите нуль на внешнем мультиметре, прежде чем выполнять калибровку.
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора точки калибровки 19 мВ. Над клавишей OUTPUT загорится красный светодиод.
- Установите на калибраторе такое выходное напряжение, чтобы эталонный мультиметр показывал 19,000 мВ.

- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения. Клеммы калибратора будут автоматически отключены.

- Отсоедините входные провода переходника «опция 60».

f) Калибровка диапазона напряжений 200 мВ

- Замкните накоротко измерительные провода переходника «опция 60».
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора первой точки калибровки диапазона 200 мВ — 0 мВ.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения.
- Подсоедините внешний эталонный мультиметр с установленным милливольтовым диапазоном измерения постоянных напряжений к выходным клеммам Hi/Lo. Используйте измерительные провода из базового комплекта поставки. Подсоедините измерительный провод HU переходника к клемме Hi калибратора, а измерительный провод LU переходника — к клемме Lo калибратора. Встроенный и внешний мультиметр соединены параллельно. При необходимости установите нуль на внешнем мультиметре, прежде чем выполнять калибровку.
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора точки калибровки 190 мВ. Над клавишей OUTPUT загорится красный светодиод.
- Установите на калибраторе такое выходное напряжение, чтобы эталонный мультиметр показывал 190,00 мВ.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения. Клеммы калибратора будут автоматически отключены.
- Отсоедините входные провода переходника «опция 60».

g) Калибровка диапазона напряжений 2000 мВ

- Замкните накоротко измерительные провода переходника «опция 60».
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора первой точки калибровки диапазона 2000 мВ — 0 мВ.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения.
- Подсоедините внешний эталонный мультиметр с установленным милливольтовым диапазоном измерения постоянных напряжений к выходным клеммам Hi/Lo. Используйте измерительные провода из базового комплекта поставки. Подсоедините измерительный провод HU переходника к клемме Hi калибратора, а измерительный провод LU переходника — к клемме Lo калибратора. Встроенный и внешний мультиметр соединены параллельно. При необходимости установите нуль на внешнем мультиметре, прежде чем выполнять калибровку.
- Нажмите экранную клавишу SELECT для выбора точки калибровки 1900 мВ. Над клавишей OUTPUT загорится красный светодиод.
- Установите на калибраторе такое выходное напряжение, чтобы эталонный мультиметр показывал 1900,0 мВ.
- После того, как значение стабилизируется, нажмите экранную клавишу WRITE для записи в память нового калибровочного значения. Клеммы калибратора будут автоматически отключены.
- Отсоедините входные провода переходника «опция 60».

- i) Выйдите из режима калибровки.

Функция AUTOCAL

Для устранения последствий кратковременного дрейфа и температурной зависимости функции имитации можно воспользоваться функцией автоматической калибровки (AUTOCAL). Она доступна только в режиме калибровки.

Использование функции AUTOCAL влияет на нулевое значение постоянного напряжения, генерируемого калибратором. Пользоваться этой функцией рекомендуется только после достижения калибратором рабочей температуры.

Процедура:

- Нажмите экранную клавишу для входа в меню калибровки. Введите код режима калибровки и подтвердите ввод нажатием ENTER.
- При помощи клавиш управления курсором или потенциометра выберите функцию AUTOCAL в меню калибровки. После выбора этой функции доступен будет только один пункт меню — OFFSET ACAL. Нажмите экранную клавишу SELECT, чтобы выбрать этот пункт.
- Калибровка состоит из двух шагов. На первом шаге необходимо замкнуть накоротко клеммы Hi и Lo. Соедините клеммы коротким кабелем. На втором шаге калибратор даст команду на размыкание клемм Hi и Lo. Следуйте инструкциям на экране:
 - Получив соответствующую команду, замкните накоротко клеммы Hi и Lo калибратора. Нажмите экранную клавишу NEXT.
 - В течение 30 секунд калибратор будет выполнять внутреннее измерение. На протяжении этого промежутка времени в нижней части экрана будет отображаться информация о ходе измерения.
 - По завершении измерения калибратор даст команду на размыкание клемм Hi и Lo. Отсоедините кабель и подтвердите выполнение этого действия, нажав экранную клавишу NEXT.
 - Калибратор будет выполнять внутреннее измерение диапазонов напряжений в течение приблизительно 8 минут. На протяжении этого промежутка времени в нижней части экрана будет отображаться информация о ходе измерения.
 - По завершении измерения калибратор вернется в режим калибровки.
 - Нажмите экранную клавишу EXIT, чтобы вернуться в обычный режим.
- Запрещается подсоединять что-либо к каким-либо клеммам в ходе процедуры калибровки. Исключением является короткое замыкание клемм Hi и Lo по команде калибратора.

Сообщения об ошибках

Если в ходе работы с калибратором происходит ошибка, на экране отображается сообщение об ошибке. Возможные причины возникновения ошибок:

- Неправильные управляющие воздействия с передней панели — попытка принудительного входа в запрещенный режим, установка значения, выходящего за допустимые пределы, перегрузка выходных клемм и т. д.
- Сбой калибратора — ошибка внутреннего обмена данными между функциональными блоками калибратора.
- Неправильные управляющие воздействия с шины GPIB или RS-232.

Ниже изображен пример сообщения об ошибке, появляющегося при попытке установить слишком большое значение. Все сообщения об ошибках отображаются в центре экрана.

OUTPUT				OFF
05.00000 U DC				Local GndU Off
Error 40 Value too large !				Accuracy 0.0050%
INPUT				mA DC
x 10	: 10		+/-	Setup

В приведенной ниже таблице перечислены все сообщения об ошибках, их значение и процедуры устранения.

№	Текст	Описание	Устранение
01	Overload 2V !	Перегрузка в диапазоне 2 В.	Выходной ток слишком велик. Увеличьте сопротивление нагрузки.
02	Overload 20V !	Перегрузка в диапазоне 20 В.	Выходной ток слишком велик. Увеличьте сопротивление нагрузки.
03	Overload 200V !	Перегрузка в диапазонах 200, 1000 В.	Выходной ток слишком велик. Увеличьте сопротивление нагрузки.
04	Overload I output !	Перегрузка выхода тока	Напряжение на нагрузке слишком велико. Уменьшите сопротивление нагрузки.
05	High temperature !	Слишком высокая внутренняя температура.	Выходные каскады перегружены. Не пользуйтесь диапазонами 200 В, 1000 В и 20 А в течение как минимум 10 минут. Проверьте, не перекрыты ли вентиляционные отверстия.
06	Overload RC !	Перегрузка имитатора RC.	Измерительный ток слишком велик. Используйте более низкий диапазон испытываемого омметра.
07	FBK error !	Внутренняя ошибка.	Выключите и снова включите калибратор.
08	OUTPUT must be in OFF state !	Попытка смены переходника при включенных выходных клеммах.	Отключите выходные клеммы, нажав клавишу OUTPUT, смените переходник и снова включите выходные клеммы.
10	Interface error !	Ошибка обмена данными по интерфейсу GPIB.	Неверный формат данных GPIB.
11	Bad command !	Неверная команда GPIB.	Неизвестная команда GPIB.
12	Bad communication !	Ошибка обмена данными по интерфейсу GPIB.	Приемник не подключен к шине GPIB. Проверьте правильность подсоединения кабеля GPIB.
13	Over range !	Выход за пределы диапазона при управлении по GPIB	По интерфейсу GPIB было установлено значение, выходящее за пределы диапазона. Установите правильное значение.
20	Bad calib. code!	Неверный калибровочный код.	Введен неверный калибровочный код, запуск калибровки невозможен. Введите правильный калибровочный код.
21	Time warm up !	Попытка запустить калибровку до окончания прогрева.	Попытка запустить калибровку до истечения 60-минутного периода прогрева. Оставьте калибратор включенным как минимум на 60 минут.
24	Cable adapter must be off !	Переходник не подходит для автоматической калибровки.	Используйте другой переходник или выполните автоматическую калибровку без переходника.
25	Use cable adapter !	Попытка запустить калибровку без переходника.	Калибровка диапазонов сопротивлений возможна при использовании переходника «опция 70». Калибровка встроенного мультиметра возможна при использовании переходников «опция 40» и «опция 60».
30	Internal RxD timeout !	Внутренняя ошибка.	Внутренняя ошибка калибратора. Выключите калибратор, подождите 5 с и снова включите его. Если ошибка появится вновь, обратитесь к производителю.
31	Internal communication !	Внутренняя ошибка.	Внутренняя ошибка калибратора. Выключите калибратор, подождите 5 с и снова включите его. Если ошибка появится вновь, обратитесь к производителю.
37	Calibrator is not ready !	Внутренняя ошибка.	Внутренняя ошибка калибратора. Выключите калибратор, подождите 5 с и снова включите его. Если ошибка появится вновь, обратитесь к производителю.
40	Value too large !	Выход за верхний предел.	Попытка установить значение выше верхнего предела. Установите правильное значение.
41	Value too small !	Выход за нижний предел.	Попытка установить значение ниже нижнего предела. Установите правильное значение.
42	Deviation too large !	Слишком большое отклонение	Установленное значение отклонения выходит за пределы диапазона от -30% до +30%. Установите правильное значение.
44	Unable +/- !	Смена полярности не разрешена.	Попытка изменить полярность в условиях, когда это не разрешено. Режимы — F, P-E, R-C, ACV, ACI.
45	Unable – polarity !	Отрицательная полярность не разрешена.	Попытка установить отрицательную полярность в условиях, когда это не разрешено. Режимы — F, P-E, R-C, ACV, ACI.
46	Unable DC/AC !	Преобразование от постоянного к переменному току невозможно.	Попытка изменить параметр AC/DC там, где это не имеет смысла или не разрешено.
47	Current timeout !	Превышен временной предел протекания тока свыше 10 А.	Долговременное протекание тока свыше 10 А через клеммы тока .
48	Not allowed on AUX output !	Функция не может использоваться на выходе AUXILIARY.	Не используйте данную функцию с подключенным переходником.

Функциональное описание калибратора

Основные блоки

Основные функциональные блоки калибратора таковы:

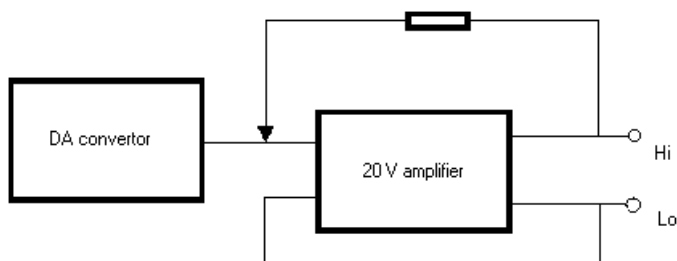
- Клавиатура передней панели
- ЖК-экран
- Выходные клеммы
- Усилитель выходного напряжения 200 В
- Усилитель выходного напряжения 20 А
- Системная плата
- Усилитель напряжения 2 В
- Усилитель напряжения 20 В
- Опорное постоянное напряжение с ЦАП
- Генератор
- Цепи обратной связи
- Фазосдвигающие цепи
- Генератор диапазонов токов
- Мультиметр
- Силовой трансформатор
- Плата блока питания
- Интерфейсы GPIB и RS232

22 bit ADC
to CPU
Block diagram CALIBRO-140

22-разрядный АЦП
к процессору
Блок-схема CALIBRO-140

Диапазоны напряжений 2, 20 В постоянного тока

The functional scheme is shown in the picture below:



Надпись

DA convertor
20V amplifier

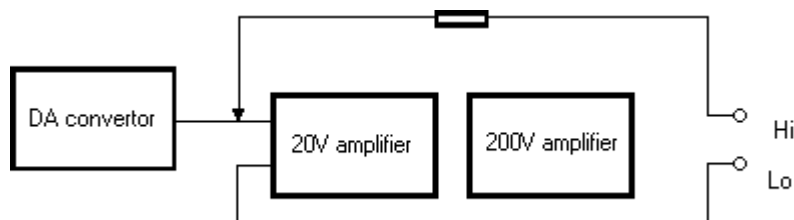
Перевод

ЦАП
Усилитель 20 В

В 22-разрядный измерительный преобразователь встроен источник постоянного опорного напряжения. Напряжение с его выхода подается на выходной каскад диапазонов 2 и 20 В. Выходное напряжение на клеммах Hi и Lo измеряется через измерительные провода. Обратная связь устраняет влияние выходного импеданса усилителя и сопротивления проводов на калибратор.

Диапазон напряжений 200 В постоянного тока

Функциональная блок-схема приведена на рисунке.



Надпись

DA convertor
<X>V amplifier

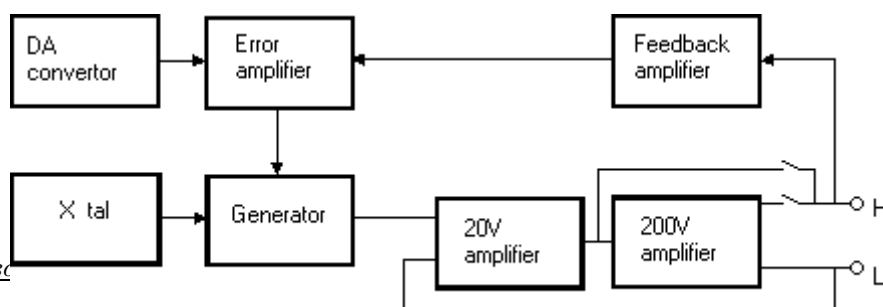
Перевод

ЦАП
Усилитель <X> В

Схема аналогична используемой для диапазонов 2 и 20 В. Усилитель мощности на напряжение 240 В с электронными предохранителями соединен с выходом усилителя 20 В.

Диапазоны напряжений 2–200 В переменного тока

Функциональная блок-схема приведена на рисунке.



Надпись

DA convertor
<X>V amplifier
Error amplifier
Feedback amplifier
X tal
Generator

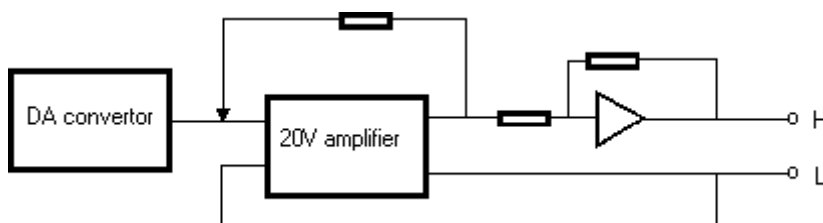
Перевод

ЦАП
Усилитель <X> В
Усилитель сигнала ошибки
Усилитель обратной связи
Кварцевый генератор
Генератор

Встроенный генератор калибратора генерирует синусоидальный сигнал с амплитудой, управляемой напряжением. Его частота берется от кварцевого генератора цепи управления микропроцессора. Этот сигнал подается на усилитель 20 В или 200 В, а затем на выходные. Цепи обратной связи обеспечивают измерение напряжения на выходных клеммах, нормализацию его значения и детектирование. Результатом является сигнал, соответствующий среднему значению выходного напряжения. Этот сигнал далее фильтруется и сравнивается с установленным значением выходного напряжения. Значение ошибки управляет амплитудой выходного сигнала генератора.

Диапазоны напряжений 20 и 200 мВ

Диапазоны напряжений 20 и 200 мВ получаются из диапазонов 2 и 20 В.



Надпись

DA convertor
20V amplifier

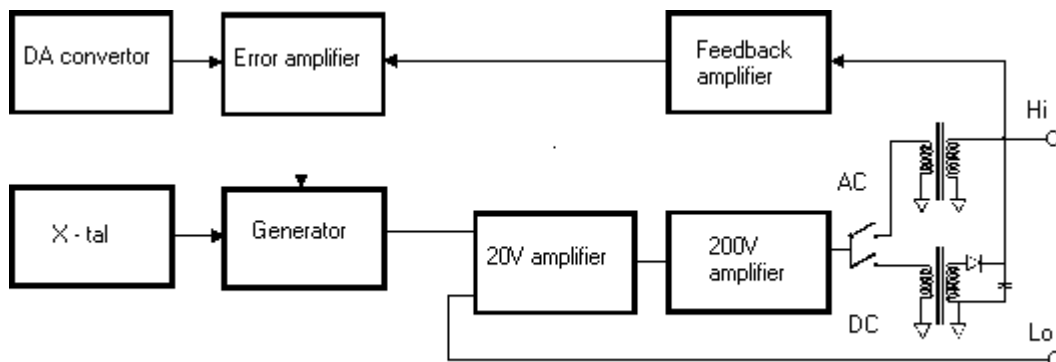
Перевод

ЦАП
Усилитель 20 В

Выходной сигнал с усилителя подается на инвертирующий аттенуатор с номинальным коэффициентом ослабления 1:100. Ослабленный сигнал поступает на выходные клеммы и замеряется через цепь местной обратной связи. Это соединение позволяет нагружать выход калибратора током величиной несколько мА без потери точности.

Диапазон напряжений 1000 В переменного и постоянного тока

Работа наивысшего диапазона напряжений калибратора обеспечивается усилителем 200 В. Он соединен с парой трансформаторов, имеющих коэффициент трансформации около 1:6.



Надпись

DA convertor
<X>V amplifier
Error amplifier
Feedback amplifier
X tal
Generator

Перевод

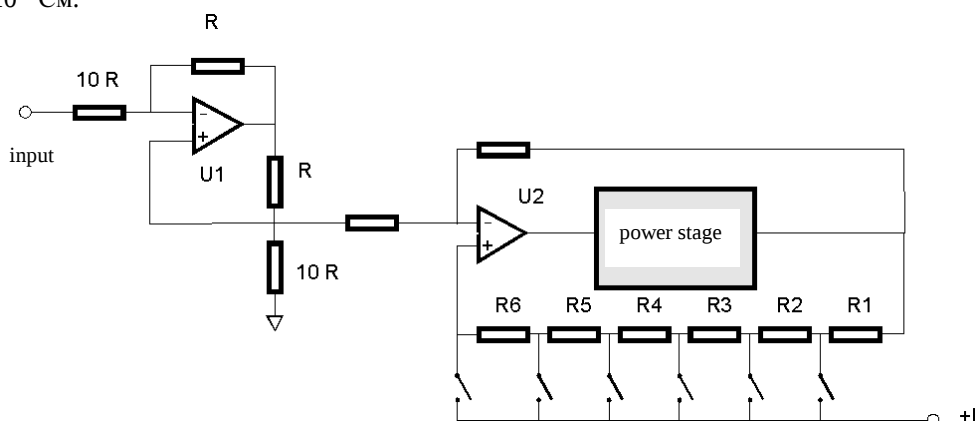
ЦАП
Усилитель <X> В
Усилитель сигнала ошибки
Усилитель обратной связи
Кварцевый генератор
Генератор

В режиме 1000 В переменного тока сигнал с выхода усилителя 200 В трансформируется и подается на выходные клеммы. Выходное напряжение замеряется, выпрямляется и сравнивается с опорным постоянным напряжением, вырабатываемым ЦАП. Значение ошибки управляет амплитудой выходного напряжения генератора, так что на выходных клеммах вырабатывается правильное напряжение.

В режиме 1000 В постоянного тока, сигнал частотой 12 кГц трансформируется, выпрямляется, фильтруется и подается на выходные клеммы. Замер выходного напряжения производится также, как и в режиме 1000 В переменного тока.

Преобразователь тока

Преобразователь тока и усилитель тока образуют отдельный конструктивный блок, в основе которого лежит преобразователь с регулируемой крутизной, имеющий номинальный коэффициент преобразования 10^{-5} См.



Надпись

input
power stage

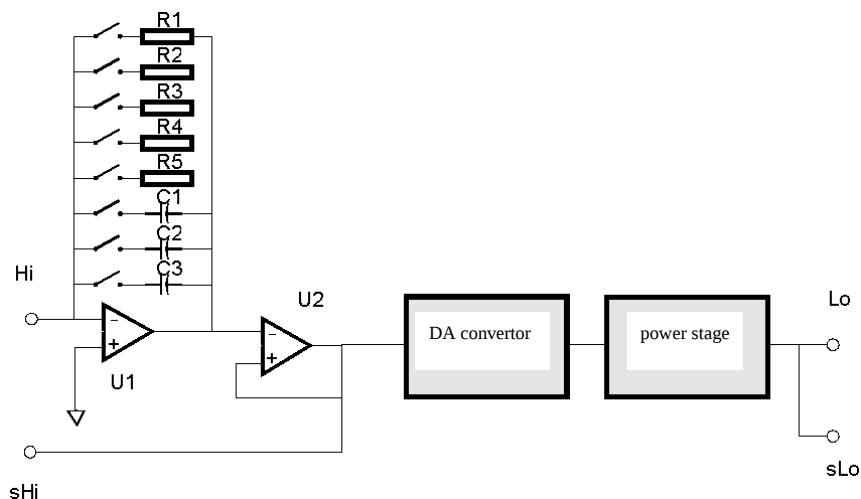
Перевод

вход
силовой каскад

Шестидиапазонный коммутируемый усилитель тока соединен с выходом преобразователя тока. Его вход оборудован защитой от перегрузки и отдельной цепью, измеряющей сдвиг между выходными напряжением и током в диапазонах токов 2 и 20 А. Выходной каскад двухтактный, класса В.

Имитатор сопротивления и емкости

Сопротивление и емкость имитируются электронным способом.



Надпись
DA prevodnik
koncovy stupen

Перевод
ЦАП
Оконечный каскад

H_i и L_o — выходные клеммы калибратора. Каскад с операционным усилителем U_1 преобразует напряжение в ток. U_2 играет роль разделительного усилителя. R_1 – R_5 и C_1 – C_3 задают импеданс диапазона. ЦАП имеет коэффициент преобразования от 0 к +1 и от 0 к -1 и обеспечивает имитацию значений сопротивления и емкости, отличных от значений импедансов диапазона. Выходной каскад увеличивает допустимый ток нагрузки выхода.



ВНИМАНИЕ!

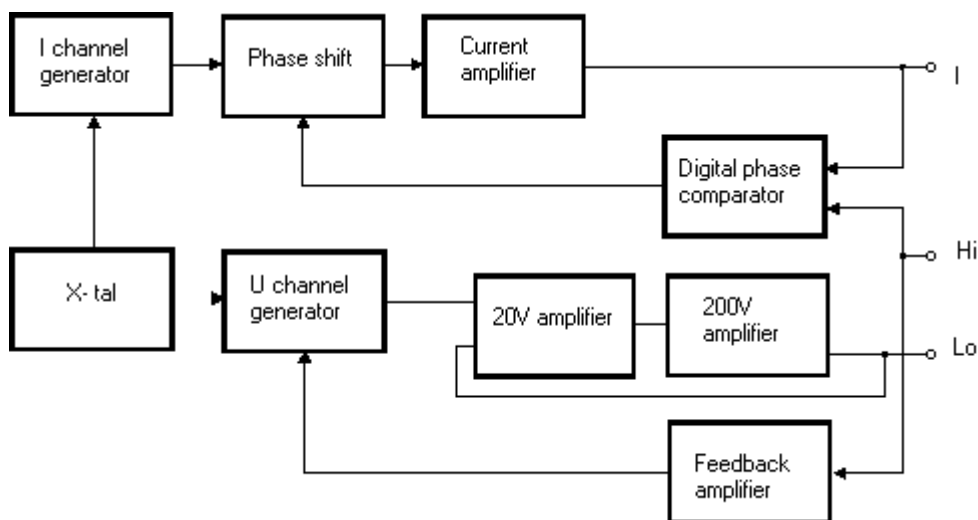
Пиковое выходное напряжение имитатора (клеммы H_i и L_o) ограничено 8 В.

Синтезатор частоты

Цепь частотного синтеза обеспечивает точную установку частоты во всем рабочем диапазоне калибратора. Для частотного синтеза используются цепи цифровой обработки сигналов с основной частотой 20 МГц.

Режим энергии и мощности

В режиме энергии и мощности калибратор подает установленное напряжение на клеммы Hi/Lo и пропускает установленный ток через клеммы +I/-I. В режиме переменного тока сигналы имеют фазовый сдвиг, соответствующий установленному коэффициенту мощности.



Надпись

I channel generator
Phase shift
Current amplifier
Digital phase comparator
U channel generator
<X>V amplifier
Feedback amplifier
X tal

Перевод

Генератор канала тока
Фазовый сдвиг
Усилитель тока
Цифровой фазовый компаратор
Генератор канала напряжения
Усилитель <X> В
Усилитель обратной связи
Кварцевый генератор

Выходное напряжение берется из диапазона напряжений 200 В переменного тока. Выходной ток берется из диапазона токов 2 или 20 А. Генератор выходного тока работает независимо от генератора выходного напряжения и синхронизируется по кварцевому генератору микропроцессора. Между сигналами генератора выходного тока и генератора выходного напряжения имеется фазовый сдвиг, соответствующий установленному коэффициенту мощности. Фазы выходных тока и напряжения сравниваются фазовым компаратором и затем сравниваются с опорным значением, соответствующим установленному коэффициенту мощности; выходное напряжение управляет фазовращателем, задающим фазу выходного тока.

Обслуживание калибратора

Многофункциональный калибратор представляет собой электронный прибор с микропроцессорным управлением. Все блоки, испытывающие высокую нагрузку в ходе работы, охлаждаются вентилятором.

Правила работы с калибратором

Для обеспечения правильной работы калибратора необходимо соблюдать перечисленные ниже правила:

- *Включать и выключать калибратор разрешается только с помощью сетевого выключателя на задней панели.*
- *Не включайте калибратор в сеть иного напряжения, чем то, которое установлено переключателем напряжения сети.*
- *Не перекрывайте вентиляционные отверстия, расположенные на задней панели и дне прибора.*
- *Не разрешается эксплуатировать калибратор в запыленной атмосфере. Прибор предназначен для использования в лаборатории.*
- *Не допускайте попадания жидкостей или мелких предметов в калибратор через вентиляционные отверстия.*
- *Не эксплуатируйте калибратор при температурах, выходящих за пределы номинального диапазона температур.*
- *Подключайте калибруемые приборы к надлежащим выходным клеммам. Калибратор не оборудован защитой от неправильного подключения.*
- *Не пытайтесь вставить в выходные клеммы штекеры большего диаметра, чем тот, на который они рассчитаны — это может привести к их повреждению.*
- *Всегда, когда это возможно, заземляйте выходную клемму Lo через меню настройки (функция GND U ON).*
- *Не перегружайте силовые каскады, оставляя калибратор включенным в течение длительного времени, особенно в диапазоне токов 20 А и диапазонах напряжений 200 и 1000 В.*
- *Если приборы, подлежащие калибровке, подключены к выходным клеммам калибратора кабелями, отличными от оригинальных, убедитесь, что эти кабели рассчитаны на используемые при калибровке напряжения и токи. Максимальное выходное переменное напряжение может достигать — 1000 В, максимальный выходной переменный ток — 20 А.*

Периодическое обслуживание

Электрические и механические детали калибратора не требуют какого-либо специального обслуживания. В случае загрязнения корпус и экран можно протирать шерстяной тряпочкой, смоченной в спирте.

Рекомендуемая периодичность калибровки прибора — 12 месяцев. Калибровку следует выполнять в специальном калибровочном центре.

Порядок действий в случае неисправности

Если в ходе работы возникает **очевидная неисправность** (например, экран не светится, вентилятор не работает), необходимо немедленно выключить калибратор. Прежде всего проверьте предохранитель, расположенный в гнезде сетевого шнура. Порядок действий таков:

- Отсоедините сетевой шнур от гнезда питания на задней панели.
- Вставьте лезвие плоской отвертки в вырез переключателя напряжения сети и извлеките держатель предохранителя.
- Выньте предохранитель. Если он перегорел, замените его другим предохранителем того же номинала.
- Установите на место держатель предохранителя, подсоедините сетевой шнур и включите калибратор. Если неисправность не исчезает, обратитесь к производителю.

Очевидная неисправность (например, неработоспособность диапазона или режима измерений) не подлежит самостоятельному устранению пользователем. Обратитесь к производителю.

Скрытые неисправности могут иметь различные симптомы и вызываться различными причинами. Обычно они приводят к нестабильности некоторого параметра. Скрытые дефекты могут быть вызваны неприемлемым искажением, ухудшением изоляции и другими причинами. В этом случае следует обратиться к производителю.

Иногда создается впечатление, что калибратор имеет скрытый дефект, когда не соблюдаются правила работы с ним. В этом случае виновником неисправности является оператор. Наиболее частые случаи ложных «скрытых дефектов»:

- Выход напряжения сети за пределы допусков или его нестабильность.
- Неправильное заземление измерительной цепи (ненадежное соединение клеммы заземления с розеткой электросети или несколько соединений с землей, вызывающие образование контуров заземления).
- Близость к источникам интенсивных электрических или электромагнитных помех.
- Сильное электростатическое или электромагнитное поле, могущее вызвать серьезную нестабильность в ходе калибровки при высоком импедансе.

Проверочные испытания

В этой главе описывается рекомендуемая процедура проверки параметров калибратора. В ходе испытаний доступ внутрь прибора не нужен.

Необходимое оборудование

Для выполнения проверочных испытаний необходимы следующие приборы:

- 8 ½-разрядный мультиметр типа HP3458A или Fluke 8508A, либо другой с погрешностью измерения постоянного напряжения 0,001 %
- Резистивный шунт 10 мОм, 100 мОм — Burster 1280 или другой с погрешностью 0,01%
- Измеритель RLC HP 4263A, HP4278A, ESI 2150 или другой с погрешностью 0,1 %
- Счетчик HP 53181A, HP 53130 или другой с погрешностью 0,001 %
- Ваттметр с погрешностью 0,02–0,05 % типа Zimmer LMG95, Yokogawa или аналог
- Эталонное сопротивление 100 Ом, 1000 Ом с погрешностью 0,005%

Для измерения суммарного значения коэффициента нелинейных искажений сигналов переменного тока рекомендуется использовать анализатор нелинейных искажений HP8903A и осциллограф с полосой частот минимум 20 МГц.

Настройка калибратора

В ходе испытаний калибратора подключение следует производить непосредственно к клеммам передней панели, без использования переходников типа 140-01 или 140-41. Для испытаний встроенного мультиметра рекомендуется использовать переходники «опция 40» и «опция 60». Для снижения помех от электрической сети в измерительной цепи рекомендуется установить следующие параметры калибратора в меню настройки (SETUP):

- | | |
|-------------------|------------------------------------|
| • Coil x50 | OFF |
| • GND U | ON (в случае емкости — OFF) |
| • GND I | ON (в случае емкости — OFF) |

Примечание. Рекомендуется заземлять только канал генерации напряжения (GND U ON, GND I OFF) для всех режимов, кроме режимов генерации мощности и энергии. Если у поверяемого прибора заземлена клемма Lo, рекомендуется снять заземление с обоих выходов калибратора (GND U OFF, GND I OFF), чтобы исключить возникновение контуров заземления.

Если ни калибратор, ни эталонный прибор не заземлены, на выходных клеммах может присутствовать повышенное напряжение.

В общем случае, когда калибратор подключен к эталонному измерительному прибору, через подключение к электрической сети могут образовываться контуры заземления. Они могут приводить к ухудшению отношения сигнал-шум и кратковременной стабильности, а также к негармоническим искажениям выходного сигнала. Если необходимо подавить эти эффекты, можно использовать тороидальные дроссели.

- **Meter average** 05

Установка всех прочих параметров меню настройки (SETUP) не влияет на погрешность калибратора.

Для всех испытаний на переменном токе используйте сигнал синусоидальной формы.

Проверка рабочих характеристик может производиться по истечении периода прогрева, т. е. через 1 час после включения. Перед началом проверочных испытаний калибратор должен находиться при стабильной температуре в течение как минимум 8 часов.

Основные шаги проверочных испытаний

Процедура проверки состоит из следующих шагов:

- Тест **диапазона постоянных напряжений 20 В** с проверкой линейности
- Тест **внутренних диапазонов постоянных напряжений** 20 мВ, 200 мВ, 2 В, 240 В, 1000 В
- Тест **диапазона переменных напряжений 20 В** с проверкой линейности
- Тест **внутренних диапазонов переменных напряжений** 20 мВ, 200 мВ, 2 В, 20 В, 240 В, 1000 В
- Тест **диапазона постоянных токов 200 мА** с проверкой линейности
- Тест **внутренних диапазонов постоянных токов** 200 мкА, 2 мА, 20 мА
- Тест **внутренних диапазонов переменных токов** 200 мкА, 2 мА, 20 мА, 200 мА
- Тест **диапазонов переменных и постоянных токов** 2 А, 20 А
- Тест **мощности переменного и постоянного тока** 480 ВА/2400 ВА (мощность переменного тока с коэффициентом мощности 0, +0,5, -0,5)
- Тест **сопротивления** в точках 10 Ом, 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 50 МОм на постоянном токе
- Тест **емкости** в точках 1 нФ, 10 нФ, 100 нФ, 1 мкФ, 10 мкФ, 50 мкФ на частоте 1000 Гц
- Тест номинального значения **частоты** 1 кГц
- Тест внутренних диапазонов **мультиметра** 20 мВ, 200 мВ, 2 В, 10 В постоянного тока, 25 мА постоянного тока, 200 Ом, 2 кОм, частоты 1 кГц
- Тест **уровня искажений** переменного напряжения, диапазон 20 В

Процедура

Ниже описана процедура проверочных испытаний. Рекомендуемые точки измерения — те же, что и точки в таблице пределов (см. ниже).

1. Включите питание калибратора и оставьте его включенным как минимум на один час в лаборатории при температуре $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$.
2. Выполните процедуру ACAL (см. главу «Режим калибровки»).
3. Подсоедините вход измерения напряжения эталонного мультиметра к клеммам генерации напряжения калибратора. Установите надлежащие параметры эталонного мультиметра для достижения максимально возможной точности.
4. Выполните тест диапазона постоянных напряжений 20 В с проверкой линейности, тест постоянного напряжения, тест диапазона переменных напряжений 20 В с проверкой линейности и тест переменного напряжения согласно таблицам I, II, III, IV. Отклонения не должны превышать указанные пределы.

5. Подсоедините вход измерения тока эталонного мультиметра к клеммам генерации тока калибратора. Установите надлежащие параметры эталонного мультиметра для достижения максимально возможной точности.
6. Выполните тест диапазона постоянных токов 200 мА с проверкой линейности, тест постоянного тока и тест переменного тока согласно таблицам V, VI, VII. Отклонения не должны превышать указанные пределы.
7. Подсоедините резистивный шунт сопротивлением 100 мОм к клеммам генерации тока калибратора. Подсоедините вход измерения напряжения эталонного мультиметра к клеммам напряжения резистивного шунта. Установите на эталонном мультиметре диапазон 100 (200) мВ.
8. Выполните тест большого переменного и постоянного тока в диапазоне 2 А согласно таблице VIII. Отклонение не должно превышать указанный предел.
9. Подсоедините резистивный шунт сопротивлением 10 мОм к клеммам генерации тока калибратора. Подсоедините вход измерения напряжения эталонного мультиметра к клеммам напряжения резистивного шунта. Установите на эталонном мультиметре диапазон 100 (200) мВ.
10. Выполните тест большого переменного и постоянного тока в диапазоне 20 А согласно таблице VIII. Отклонение не должно превышать указанный предел.
11. Подсоедините эталонный ваттметр к соответствующим выходным и входным клеммам калибратора.
12. Выполните тест мощности переменного и постоянного тока согласно таблице IX. Отклонения не должны превышать указанные пределы.
13. Подсоедините клеммы генерации напряжения калибратора к клеммам Hi/Lo и Sense H/L эталонного мультиметра. Установите режим измерения сопротивления на мультиметре и калибраторе. Для тестирования при номинальных значениях сопротивления ниже 10 кОм используйте четырехпроводную схему подключения. Перед тем, как приступить к измерению, устраните влияние термоэлектрических напряжений и остаточных сопротивлений мультиметра и кабелей, используя функцию автоматической установки нуля эталонного мультиметра (Autozero).
14. Подключите переходник «опция 70» к разъему AUXILIARY. Выполните тест сопротивления согласно таблице X. Отклонения не должны превышать указанные пределы.
15. Подсоедините клеммы генерации напряжения калибратора к измерителю RCL. Установите параметры GND U OFF и GND I OFF в меню настройки (SETUP). (В распространенных измерителях RCL измерительная цепь не должна быть заземлена.) Подсоедините клемму источника измерителя RCL к выходной клемме Lo калибратора.
16. Выполните тест емкости согласно таблице XI. Отклонения не должны превышать указанные пределы.
17. Подсоедините клеммы генерации напряжения калибратора к измерителю RCL. Установите переменное выходное напряжение 1 В и частоту 1 кГц.
18. Выполните тест частоты согласно таблице XII. Отклонение не должно превышать указанный предел.
19. Подсоедините переходник «опция 40» к разъему AUXILIARY на передней панели. Подсоедините штекер Lo переходника к выходной клемме Lo калибратора. Подсоедините штекер Hi переходника к выходной клемме Hi калибратора. Установите на калибраторе надлежащее значение частоты и диапазон постоянного напряжения 20 В (частоту и диапазон постоянного напряжения 10 В на встроенном мультиметре) согласно таблице XIII.
20. Выполните тест мультиметра в точках с частотой 1000 Гц и постоянным напряжением 10 В. Отклонения не должны превышать пределы, указанные в приведенных ниже таблицах.

Примечание. Поскольку точности выхода калибратора хватает не во всех точках, для получения точного значения соответствующего параметра выходного сигнала используйте внешний эталонный счетчик (для измерения частоты) или мультиметр (для измерения постоянного напряжения), соединенные параллельно с выходными клеммами.

21. Подключите переходник «опция 40» к выходным клеммам +I, -I калибратора. Установите надлежащее значение выходного постоянного тока.

22. Выполните тест мультиметра в диапазоне переменных токов 25 мА, т. е. в точке 19 мА (см. таблицу пределов) согласно таблице XIII. Отклонение не должно превышать указанный предел.
23. Подключите переходник «опция 60» к разъему AUXILIARY на передней панели. В меню настройки (SETUP) установите диапазон постоянных напряжений 2 В встроенного мультиметра. Соедините между собой клеммы (штекеры) H_u и L_u переходника, чтобы создать короткое замыкание, и используйте функцию ZERO встроенного мультиметра для установки нуля.
24. Соедините клемму H_u переходника с выходной клеммой H_i калибратора. Соедините клемму L_u переходника с выходной клеммой L_i калибратора.
25. Установите надлежащие значения постоянного напряжения на калибраторе в соответствии с таблицей XIII и выполните тест внутренних диапазонов постоянных напряжений 20 мВ, 200 мВ и 2 В. Отклонение не должно превышать указанный предел.

Примечание. Поскольку точности выхода калибратора хватает не во всех точках, для получения точного значения постоянного напряжения на выходных клеммах выходного сигнала используйте внешний эталонный мультиметр, соединенный параллельно с выходными клеммами.

26. Отсоедините переходник «опция 60» от выходных клемм H_i , L_i . Выберите функцию измерения сопротивления встроенного мультиметра в меню настройки (SETUP). Замкните накоротко все штекеры переходника «опция 60». Используйте функцию ZERO встроенного мультиметра для компенсации параметров переходника. Подсоедините к переходнику эталонное сопротивление 100 Ом. Используйте четырехпроводную схему.
27. Выполните тест мультиметра в диапазоне сопротивлений 200 Ом согласно таблице XIII. Отклонение не должно превышать указанный предел.
28. Точно так же выполните тест в диапазоне сопротивлений 2000 Ом.
29. Отсоедините переходник «опция 60» и подсоедините к клеммам генерации напряжения калибратора измеритель нелинейных искажений. Установите выходное переменное напряжение 10 В, частоту 1000 Гц и синусоидальную форму сигнала.
30. Проверьте уровень нелинейных искажений сигнала. Он не должен превышать 0,05%.

Если параметры калибратора выходят за допустимые пределы в каких-то точках, соответствующую функцию и диапазон необходимо откалибровать. Заново калибровать все функции не требуется — достаточно только той, характеристики которой не соответствуют номинальным. Процедура калибровки описывается в главе «Режим калибровки».

Таблицы пределов**Основной диапазон постоянных напряжений 20 В с проверкой линейности**

Функция	Диапазон	Значение, В	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
V DC	20,0 В	2,0		0,008
V DC	20,0 В	4,0		0,006
V DC	20,0 В	6,0		0,005
V DC	20,0 В	8,0		0,004
V DC	20,0 В	10,0		0,004
V DC	20,0 В	12,0		0,004
V DC	20,0 В	14,0		0,004
V DC	20,0 В	16,0		0,004
V DC	20,0 В	18,0		0,004
V DC	20,0 В	19,0		0,004
V DC	20,0 В	-2,0		0,008
V DC	20,0 В	-4,0		0,006
V DC	20,0 В	-6,0		0,005
V DC	20,0 В	-8,0		0,004
V DC	20,0 В	-10,0		0,004
V DC	20,0 В	-12,0		0,004
V DC	20,0 В	-14,0		0,004
V DC	20,0 В	-16,0		0,004
V DC	20,0 В	-18,0		0,004
V DC	20,0 В	-19,0		0,004

Таблица I

Тест генерации постоянных напряжений

Функция	Диапазон	Значение, В	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
V DC	2,0 В	1,9		0,004
V DC	2,0 В	-1,9		0,004
V DC	240,0 В	190,0		0,004
V DC	240,0 В	240,0		0,003
V DC	240,0 В	-190,0		0,004
V DC	240,0 В	-240,0		0,003
V DC	1000,0 В	1000,0		0,010
V DC	1000,0 В	-1000,0		0,010

Таблица II

Основной диапазон переменных напряжений 20 В с проверкой линейности

Функция	Диапазон	Значение, В	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
V-AC	20,0 В	2,0	1000	0,075
V-AC	20,0 В	4,0	1000	0,050
V-AC	20,0 В	6,0	1000	0,042
V-AC	20,0 В	8,0	1000	0,037
V-AC	20,0 В	10,0	1000	0,035
V-AC	20,0 В	12,0	1000	0,033
V-AC	20,0 В	14,0	1000	0,032
V-AC	20,0 В	16,0	1000	0,031
V-AC	20,0 В	18,0	1000	0,031
V-AC	20,0 В	19,0	1000	0,030

Таблица III

Тест генерации переменных напряжений

Функция	Диапазон	Значение, В	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
V-AC	20 мВ	0.019	1000	0.358
V-AC	200 мВ	0.19	1000	0.142
V-AC	2,0 В	1.9	1000	0.030
V-AC	20,0 В	19.0	50	0.030
V-AC	20,0 В	19.0	120	0.030
V-AC	20,0 В	19.0	10000	0.030
V-AC	20,0 В	19.0	20000	0.082
V-AC	20,0 В	19.0	50000	0.082
V-AC	240,0 В	190.0	1000	0.036
V-AC	1000 В	750.0	120	0.057

Таблица IV

Основной диапазон постоянного тока 200 мА с проверкой линейности

Функция	Диапазон	Значение, А	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
A-DC	200,0 мА	0,02		0,040
A-DC	200,0 мА	0,04		0,025
A-DC	200,0 мА	0,06		0,020
A-DC	200,0 мА	0,08		0,018
A-DC	200,0 мА	0,10		0,016
A-DC	200,0 мА	0,12		0,015
A-DC	200,0 мА	0,14		0,014
A-DC	200,0 мА	0,16		0,014
A-DC	200,0 мА	0,18		0,013
A-DC	200,0 мА	0,19		0,013
A-DC	200,0 мА	-0,02		0,040
A-DC	200,0 мА	-0,04		0,025
A-DC	200,0 мА	-0,06		0,020
A-DC	200,0 мА	-0,08		0,018
A-DC	200,0 мА	-0,10		0,016
A-DC	200,0 мА	-0,12		0,015
A-DC	200,0 мА	-0,14		0,014
A-DC	200,0 мА	-0,16		0,014
A-DC	200,0 мА	-0,18		0,013
A-DC	200,0 мА	-0,19		0,013

Таблица V

Тест генерации постоянного тока

Функция	Диапазон	Значение, А	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
A-DC	200,0 мкА	0,00019		0,061
A-DC	200,0 мкА	-0,00019		0,061
A-DC	2,0 мА	0,0019		0,025
A-DC	2,0 мА	-0,0019		0,025
A-DC	20,0 мА	0,019		0,013
A-DC	20,0 мА	-0,019		0,013

Таблица VI

Тест генерации переменного тока

Функция	Диапазон	Значение, А	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
A-AC	200,0 мкА	0,00019	60	0,161
A-AC	2,0 мА	0,0019	60	0,081
A-AC	20,0 мА	0,019	60	0,055
A-AC	20,0 мА	0,019	120	0,055
A-AC	20,0 мА	0,019	1000	0,055
A-AC	20,0 мА	0,019	1000	0,055
A-AC	200,0 мА	0,19	60	0,055

Таблица VII

Тест большого переменного и постоянного тока

Функция	Диапазон	Значение, А	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
A-DC	2,0 А	1.0		0.025
A-DC	2,0 А	-1.0		0.025
A-AC	2,0 А	1.0	60	0.060
A-DC	10,0 А	10.0		0.040
A-DC	10,0 А	-10.0		0.040
A-AC	10,0 А	10.0	60	0.160

Таблица VIII

Тест мощности переменного и постоянного тока

Функция	Диапазон	Значение, ВА	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
P 1	480 Вт	480	60	0,07
P 0,5LA	480 Вт	240	60	0,46
P 0,5LE	480 Вт	240	60	0,46
P 1	2400 Вт	2400	60	0,14
P 0,5LA	2400 Вт	1200	60	0,77
P 0,5LE	2400 Вт	1200	60	0,77

Таблица IX

Напряжение = 240 В

Тест сопротивления

Функция	Диапазон	Значение, Ом	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
O-4W	100,0 Ом	10,0	Пост. ток	0,130
O-4W	100,0 Ом	100,0	Пост. ток	0,015
O-4W	1000 Ом	1000,0	Пост. ток	0,015
O-4W	10 кОм	10000,0000	Пост. ток	0,015
O-4W	100 кОм	100000,0000	Пост. ток	0,015
O-4W	1 МОм	1,000000e+6	Пост. ток	0,050
O-4W	10 МОм	1,000000e+7	Пост. ток	0,200
O-4W	50 МОм	5,000000e+7	Пост. ток	0,500

Таблица X

Тест емкости

Функция	Диапазон	Значение, Ф	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
CAP	1 нФ	1,00000e-09	1000	2,000
CAP	10 нФ	1,000000e-8	1000	0,500
CAP	100 нФ	1,000000e-7	1000	0,500
CAP	1 мкФ	1,000000e-6	500	0,500
CAP	10 мкФ	1,000000e-5	300	1,500
CAP	50 мкФ	5,000000e-5	300	2,000

Таблица XI

Тест частоты

Функция	Диапазон	Значение, Гц	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
FREQ	1 кГц	1000,0		0,005

Таблица XII

Тест мультиметра

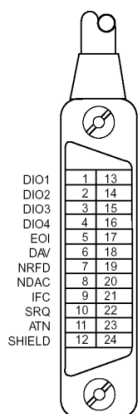
Функция	Диапазон	Значение, Гц	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
FREQ	1 кГц	1000,0 Гц		0,005
V DC	10 В	10,0 В		0,013
V DC	10 В	-10,0 В		0,013
A-DC	25 мА	0,019 А		0,017
A-DC	25 мА	-0,019 А		0,017
V DC	20 мВ	0,019 В		0,057
V DC	20 мВ	-0,019 В		0,057
V DC	200 мВ	0,19 В		0,024
V DC	200 мВ	-0,19 В		0,024
V DC	2 В	1,9 В		0,020
V DC	2 В	-1,9 В		0,020
O-4W	200 Ом	100,0 Ом		0,030
O-4W	2 кОм	1000,0 Ом		0,021

Таблица XIII

Дистанционное управление

Калибратор оборудован стандартными интерфейсами IEEE-488 и RS232. Интерфейсные разъемы расположены на задней панели. Для надлежащей работы функций дистанционного управления необходимо установить параметры шины в системном меню. Для шины IEEE-488 важен адрес (устанавливается в диапазоне от 0 до 30). Для шины RS232 можно установить скорость передачи данных (от 150 до 19200 бод) и программное квитирование (XON/XOFF). Дистанционное управление калибратором возможно только по одному интерфейсу в каждый момент времени. Поэтому необходимо выбрать один из интерфейсов (GPIB/RS232) в системном меню.

Свойства шины IEEE-488



Прибор выполняет следующие функции, связанные с командами шины GPIB:

SH1, AH1, T5, L3, RL1, DC1, SR1

Прибор также распознает следующие общие команды:

- DCL сброс устройства
- SDC сброс выбранного устройства
- EOI конец или идентификация
- GTL переход в местный режим управления

LLO блокировка местного режима управления

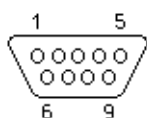
SPD запрет последовательного опроса

SPE разрешение последовательного опроса

Свойства шины RS232

Для передачи данных по шине RS232 используется формат данных 8N1, т. е. каждое слово данных содержит 8 бит и один стоп-бит, биты четности отсутствуют. Скорость передачи данных устанавливается в системном меню. Допустимые значения: 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 и 19200 бод. Для управления передачей данных по шине можно установить режим программного квитирования XON/XOFF.

Цоколевка разъема RS-232



Контакт	Обозначение	Направление	Примечание
2	TXD	вывод	передатчик
3	RXD	ввод	приемник
5	GND	-	земля

9-контактный штекер D-SUB

Кабель от калибратора к ПК (конфигурация 1:1)

ПК	D-Sub 1	D-Sub 2	CALIBRO-140
Приемник	2	2	Передатчик
Передатчик	3	3	Приемник
Земля	5	5	Земля

Синтаксис команд

Команды, описанные в этой главе, могут передаваться по обеим шинам (IEEE-488 и RS232).

Пояснения ко всем командам, перечисленным в этой главе, даются в двух столбцах:

КЛЮЧЕВОЕ СЛОВО и ПАРАМЕТРЫ.

В столбце «Ключевое слово» указывается имя команды. Каждая команда имеет одно или несколько ключевых слов. Если ключевое слово заключено в квадратные скобки ([]), оно является необязательным. Необязательные команды используются только для совместимости со стандартом языка SCPI.

Прописными буквами обозначается краткая форма команд; полная форма записывается строчными буквами.

Параметры команд приводятся в скобках (<>); каждый параметр отделяется запятой. Параметры в квадратных скобках ([]) являются необязательными. Вертикальная черта (|) обозначает «или» и используется для разделения нескольких альтернативных параметров.

Точка с запятой (;) используется для записи нескольких команд в одной строке.

Пример: VOLT 2.5 ; OUTP ON

Примечание.

Каждая команда должна заканчиваться символами <cr> или <lf>. Можно одновременно использовать оба символа — <crlf>. Калибратор выполняет все команды, записанные в одной строке программы, после получения символов <cr>, <lf> или <crlf>. Без этих символов программная строка игнорируется.

Сокращения

<DNPD> = десятичные числовые программные данные (Decimal Numeric Program Data). Этот формат используется для представления десятичного числа с экспонентой или без нее.

<CPD> = символьные программные данные (Character Program Data). Обычно они представляют группу альтернативных символьных параметров. Пример: {ON | OFF | 0 | 1}.

? = флаг, указывающий на запрос значения параметра, задаваемого командой. Ни один другой параметр, кроме вопросительного знака, использоваться не может.

(?) = флаг, указывающий на запрос параметра, задаваемого командой. Эта команда позволяет как устанавливать, так и запрашивать значение.

<cr> = возврат каретки. Символ с ASCII-кодом 13. Этот символ приводит к выполнению программной строки.

<lf> = перевод строки. Символ с ASCII-кодом 10. Этот символ приводит к выполнению программной строки.

Подсистема OUTPut

Эта подсистема позволяет управлять выходными клеммами калибратора M140, включать четырехпроводной выход или переключать калибратор в режим работы с 50-витковой токовой катушкой (опции 130-50, 140-50).

Ключевое слово

Параметры

OUTPut

[:STATe] (?) <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }
 : ISELction (?) <CPD> { HIGHi | HI50turn }

OUTP [:STAT] (?) <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

Эта команда включает и отключает выход калибратора M140.

- ON или 1 — включает выход
- OFF или 0 — отключает выход

При получении запроса M140 возвращает ON, если выход включен, и OFF, если он выключен.

Пример: OUTP 1 <cr> — включает выход
 OUTP ? <cr> — калибратор возвращает ON или OFF

OUTP :ISEL (?) <CPD> { HIGH | HI50 }

Эта команда включает и отключает диапазон токов 1000 А (с использованием 50-витковой катушки).

- HIGH — отключает 50-витковую катушку
- HI50 — включает 50-витковую катушку (диапазон до 1000 А)

При получении запроса M140 возвращает HIGH, если 50-витковая катушка отключена, и HI50, если она включена.

Пример: OUTP :ISEL HI50 <cr> включает 50-витковую катушку
 OUTP :ISEL ? <cr> — калибратор возвращает HIGH или HI50

Подсистема SOURce

Эта подсистема позволяет управлять отдельными функциями калибратора M140.

Ключевое слово

Параметры

[SOURce]

: FUNCTION

[: SHAPE] (?)

<CPD> { DC | SINusoid | PULPositive | PULSymmetrical |
 PULNegative | RMPA | RMPB | TRIangle | LIMSinusoid |
 PWMPositive | PWMSymmetrical | PWMNegative | .
 SQUARE }

: VOLTage

[: LEVEL]

[: IMMEDIATE]

[: AMPLitude] (?)

<DNPD>

: CURRent

[: LEVEL]

[: IMMEDIATE]

[: AMPLitude] (?)

<DNPD>

: RESistance

[: LEVEL]

[: IMMEDIATE]

[: AMPLitude] (?)

<DNPD>

: CAPacitance

[: LEVEL]

[: IMMEDIATE]	
[: AMPLitude] (?)	<DNPD>
: POWER	
[: LEVEL]	
[: IMMEDIATE]	
[: AMPLitude] (?)	<DNPD>
: PHASe	
: UNITS (?)	<CPD> { DEG COS }
[: ADJust] (?)	<DNPD>
: VOLTage	
[: LEVEL]	
[: IMMEDIATE]	
[: AMPLitude] (?)	<DNPD>
: CURRent	
[: LEVEL]	
[: IMMEDIATE]	
[: AMPLitude] (?)	<DNPD>
: EARTH	
: VOLTage (?)	<CPD> { ON OFF 0 1 }
: CURRent (?)	<CPD> { ON OFF 0 1 }
: AUXiliary (?)	<CPD> { ON OFF 0 1 }
: ADAPter (?)	
: FREQuency	
[: CW] (?)	<DNPD>
: DUTY (?)	<DNPD>
: VOLT (?)	<DNPD>
: ATTE (?)	<DNPD>
: TEMPerature	
: UNITs (?)	<CPD> { C CEL K }
: SCALe (?)	<CPD> { TS68 TS90 }
: THERmocouple	
[: LEVEL]	
[: IMMEDIATE]	
[: AMPLitude] (?)	<DNPD>
: RJUNction (?)	<DNPD>
: TYPE (?)	<CPD> { B E J K N R S T }
: PRT	
[: LEVEL]	
[: IMMEDIATE]	
[: AMPLitude] (?)	<DNPD>
: TYPE (?)	<CPD> { PT385 PT392 NI }
: NRESistance (?)	<DNPD>

[SOUR] :FUNC [:SHAP] (?) <CPD> { DC | SIN | PULP | PULS | PULN | RMPA | RMPB | TRI | LIMS | PWMP | PWMS | PWMN | SQU }

Эта команда задает форму выходного сигнала. Одновременно должна быть установлена соответствующая функция. Например, для функций :VOLT или :CURR необходимо выбрать FUNC DC, FUNC SIN или другую форму сигнала. Некоторые функции (:RES, :CAP) не требуют установки других параметров.

- DC задает постоянный выходной сигнал для режимов генерации напряжения, тока или мощности.

- SINusoid задает переменный выходной сигнал для режимов генерации напряжения, тока или мощности.
- PULPositive задает прямоугольный сигнал для режимов генерации напряжения и тока. Возможна установка амплитуды и коэффициента заполнения. Импульсы имеют положительную полярность (переключение происходит между уровнями 0 и «+амплитуда»).
- PULSymmetrical задает прямоугольный сигнал для режимов генерации напряжения и тока. Возможна установка амплитуды и коэффициента заполнения. Импульсы симметричны (переключение происходит между уровнями «–амплитуда» и «+амплитуда»).
- PULNegative задает прямоугольный сигнал для режимов генерации напряжения и тока. Возможна установка амплитуды и коэффициента заполнения. Импульсы имеют отрицательную полярность (переключение происходит между уровнями «–амплитуда» и 0).
- RMPA задает пилообразный сигнал для режимов генерации напряжения и тока. Возможна установка амплитуды. Переключение происходит между уровнями «–амплитуда» и «+амплитуда».
- RMPB задает пилообразный сигнал для режимов генерации напряжения и тока. Возможна установка амплитуды. Переключение происходит между уровнями «–амплитуда» и «+амплитуда».
- TRIangel задает треугольный сигнал для режимов генерации напряжения и тока. Возможна установка амплитуды. Переключение происходит между уровнями «–амплитуда» и «+амплитуда».
- LIMSinusoid синусоидальный сигнал с ограничением по амплитуде для режимов генерации напряжения и тока. Возможна установка амплитуды. Переключение происходит между уровнями «–амплитуда» и «+амплитуда».
- PWMPositive задает положительный выходной сигнал с цифровой широтно-импульсной модуляцией.
- PWMSymmetrical задает симметричный выходной сигнал с цифровой широтно-импульсной модуляцией.
- PWMNegative задает отрицательный выходной сигнал с цифровой широтно-импульсной модуляцией.
- SQUare задает выходной сигнал в виде цифрового импульса.

При получении запроса M140 возвращает строку, содержащую { DC | SIN | PULP | PULS | PULN | RMPA | RMPB | TRI | LIMS | PWMP | PWMS | PWMN | SQU }, в зависимости от текущих установок. Если выбран режим имитации импеданса или датчика температуры, возвращается NONE.

[SOUR]:VOLT[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPD>

Эта команда включает генерацию постоянного или переменного напряжения (в зависимости от параметра DC или SIN команды FUNC).

<DNPD>

Представляет значение постоянного или переменного напряжения в вольтах. Для постоянного напряжения можно указывать отрицательные значения. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение напряжения в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,547 мВ возвращается как -2.054700e-002. Перед положительными числами знак «+» не указывается.

[SOUR]:CURR[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPD>

Эта команда включает генерацию постоянного или переменного тока (в зависимости от параметра DC или SIN команды FUNC).

<DNPD>

Представляет значение постоянного или переменного тока в амперах. Для постоянного тока можно указывать отрицательные значения. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение тока в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,547 мА возвращается как -2.054700e-002. Перед положительными числами знак «+» не указывается.

[SOUR] :RES [:LEVE] [:IMM] [:AMPL] (?) <DNPD>

Эта команда включает имитацию сопротивления.

<DNPD>

Представляет значение сопротивления в омах. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение сопротивления в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,5 Ом возвращается как 2.050000e+001.

[SOUR] :CAP [:LEVE] [:IMM] [:AMPL] (?) <DNPD>

Эта команда включает имитацию емкости.

<DNPD>

Представляет значение емкости в фарадах. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение емкости в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,5 нФ возвращается как 2.050000e-008.

[SOUR] :POWE :PHAS :UNIT (?) <CPD> { DEG | COS }

Эта команда определяет метод задания фазового сдвига между выходными напряжением и током.

- DEG включает режим, в котором ввод производится в угловых единицах (°) в диапазоне от 0,0 до 360,0°.
- COS включает режим, в котором ввод производится в безразмерных единицах коэффициента мощности в диапазоне от 1,000 до –1,000, LAG или LEAD (LAG = 0–180°, LEAD = 180–360°).

Выбор единиц измерения сохраняется даже после выключения и повторного включения калибратора.

При получении запроса M140 возвращает единицы измерения { DEG | COS }.

Пример: PHAS :UNIT DEG <cr> — задает угловые единицы измерения

PHAS :UNIT ? <cr> — калибратор возвращает DEG

[SOUR] :POWE :PHAS (?) <DNPD> [, { LEAD | LAG }]

Эта команда задает сдвиг фаз между выходными напряжением и током. Одновременно устанавливается режим генерации мощности.

<DNPD>

Представляет сдвиг фаз между выходными напряжением и током в градусах (DEG) или в безразмерных единицах коэффициента мощности (COS). Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

,{LEAD|LAG}

Этот параметр вводится только при использовании безразмерных единиц коэффициента мощности. Если данное значение опускается, используется LAG.

При получении запроса M140 возвращает установленное значение сдвига фаз между выходными напряжением и током в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 156,3° возвращается как 1.563000e+002.

- Пример: POWE :PHAS 250.2 <cr> — включает режим генерации мощности и устанавливает сдвиг фаз 250,2° между выходными напряжением и током.
- POWE :PHAS ? <cr> — калибратор возвращает 2.502000e+002
- Пример: POWE :PHAS 0.554 ,LAG <cr> — включает режим генерации мощности и устанавливает коэффициент мощности 0,554 (LAG — запаздывание).
- POWE :PHAS ? <cr> — калибратор возвращает 5.540000e-001,LAG

[SOUR] :POWE :VOLT [:LEVE] [:IMM] [:AMPL] (?) <DNPD>

Эта команда задает амплитуду напряжения в режиме генерации мощности. Одновременно устанавливается режим генерации мощности.

<DNPD>

Представляет напряжение в вольтах, используемое в режиме генерации мощности. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение напряжения в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 100,3 В возвращается как 1.003000e+002.

[SOUR] :POWE :CURR [:LEVE] [:IMM] [:AMPL] (?) <DNPD>

Эта команда задает амплитуду тока в режиме генерации мощности. Одновременно устанавливается режим генерации мощности.

<DNPD>

Представляет ток в амперах, используемый в режиме генерации мощности. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение тока в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 1,3 А возвращается как 1.300000e+000.

[SOUR] :EART :VOLT (?) <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

Эта команда соединяет или отсоединяет клемму генерации напряжения Lo от клеммы GND.

- ON или 1 — выход генерации напряжения заземляется
- OFF или 0 — с выхода генерации напряжения снимается заземление

При получении запроса M140 возвращает ON, если выход заземлен, и OFF, если он не заземлен.

- Пример: EART : VOLT 1 <cr> — заземляет выходные клеммы генерации напряжения
- EART : VOLT ? <cr> — калибратор возвращает ON или OFF

[SOUR] :EART :CURR (?) <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

Эта команда соединяет или отсоединяет клемму генерации тока Lo от клеммы GND.

- ON или 1 — выход генерации тока заземляется
- OFF или 0 — с выхода генерации тока снимается заземление

При получении запроса M140 возвращает ON, если выход генерации тока заземлен, и OFF, если он не заземлен.

- Пример: EART : CURR 1 <cr> — заземляет выходные клеммы генерации тока

EART : CURR ? <cr> — калибратор возвращает ON или OFF

[SOUR] :AUX (?) <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

Эта команда включает и отключает подачу выходных сигналов на разъем AUXILIARY.

- ON или 1 — выходные сигналы подаются на разъем AUXILIARY, клеммы передней панели отсоединяются.
- OFF или 0 — выходные сигналы подаются клеммы передней панели, разъем AUXILIARY отсоединяется.

При получении запроса M140 возвращает ON, когда выходные сигналы подаются на разъем AUXILIARY, и OFF, когда выходные сигналы подаются на клеммы передней панели.

Пример: AUX 1 <cr> — выходные сигналы подаются на разъем AUXILIARY

AUX ? <cr> — калибратор возвращает ON или OFF

[SOUR] :AUX :ADAP (?)

Эту команду можно использовать для определения типа подключенного к разъему AUXILIARY переходника.

При получении запроса M140 возвращает тип переходника, подключенного к разъему AUXILIARY { NONE | CA14001 | CA14041 | CA14040 | CA14060 | CA5 | CA6 | CA7 }.

Пример: AUX :ADAP ? <cr> — калибратор возвращает NONE, когда ни один переходник не подключен, или тип переходника, подключенного к разъему AUXILIARY

[SOUR] :FREQ [:CW] (?) <DNPD>

Эта команда задает частоту генерируемого сигнала.

Примеры:

Частота переменного напряжения:

FUNC :SIN ; :VOLT <DNPD>; :FREQ <DNPD> <cr>

Частота переменного тока:

FUNC :SIN ; :CURR <DNPD>; :FREQ <DNPD> <cr>

Частота цифрового сигнала:

FUNC :SQU ; :FREQ <DNPD> <cr>

<DNPD>

Представляет частоту в герцах. . Допустимые диапазоны, которые зависят от режима работы, приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение частоты в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,5 кГц возвращается как 2.050000e+004.

[SOUR] :FREQ :DUTY (?) <DNPD>

Эта команда задает коэффициент заполнения для режимов PULP, PULS, PULN, PWMP, PWMS, PWMN.

Примеры:

Симметричное прямоугольное напряжение 10 В с заданным коэффициентом заполнения:

VOLT 10.0; FUNC :PULS ; FREQ :DUTY <DNPD> <cr>

Положительный цифровой сигнал с заданным коэффициентом заполнения:

FUNC :PWMP ; FREQ :DUTY <DNPД> <cr>

<DNPД>

Представляет коэффициент заполнения в процентах. Допустимые значения — от 0 до 100%.

При получении запроса M140 возвращает установленное значение коэффициента заполнения в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 25% возвращается как 2.50000e+001.

[SOUR] :FREQ :VOLT (?) <DNPД>

Эта команда задает амплитуду сигналов PWMP, PWMS, PWMN.

Примеры:

Установка амплитуды цифрового сигнала PWMP:

FUNC :PWMP ; FREQ :VOLT <DNPД> <cr>

<DNPД>

Представляет напряжение в вольтах. Допустимые значения — от 0,000 до 10,000 В.

При получении запроса M140 возвращает установленное значение амплитуды в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 2.05 В возвращается как 2.05000e+000.

[SOUR] :FREQ :ATTE (?) <DNPД>

Эта команда задает ослабление цифрового сигнала SQU.

Примеры:

Задание ослабления высокочастотного сигнала:

FUNC :SQU ; FREQ :ATTE <DNPД> <cr>

<DNPД>

Представляет ослабление в децибелах. Устанавливается в диапазоне от 0 до -30 дБ с шагом 10 дБ.

При получении запроса M140 возвращает установленное значение ослабления в стандартном экспоненциальном формате. Пример: -20 дБ возвращается как -2.00000e+001.

[SOUR] :TEMP :UNIT (?) <CPD> { C | CEL | K }

Эта команда задает единицы измерения температуры.

- C или CEL — устанавливается шкала Цельсия
- K — устанавливается шкала Кельвина

Выбор единиц измерения сохраняется даже после выключения калибратора.

При получении запроса M140 возвращает единицы измерения { C | K }.

[SOUR] :TEMP :SCAL (?) <CPD> { TS68 | TS90 }

Эта команда задает шкалу температур. Этот параметр влияет на имитацию резистивных датчиков температуры и термопар.

- TS68 — устанавливается шкала IPTS-68

- TS90 — устанавливается шкала ITS-90

Выбор шкалы температур сохраняется даже после выключения калибратора.

При получении запроса M140 возвращает выбранную шкалу температур { TS68 | TS90 }.

[SOUR] :TEMP :THER [:LEVE] [:IMM] [:AMPL] (?) <DNPД>

Эта команда включает режим имитации термопар (генерация постоянного напряжения).

<DNPД>

Представляет температуру в единицах, установленных командой UNIT. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение температуры в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,5 °C возвращается как 2.050000e+001.

[SOUR] :TEMP :THER :RJUN (?) <DNPД>

Эта команда задает температуру холодного спая термопары.

<DNPД>

Представляет температуру в единицах, установленных командой UNIT. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

Пример: установка температуры холодного спая, равной 25 °C:

:TEMP :THER :RJUN 25 <cr>

При получении запроса M140 возвращает установленное значение температуры в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,5 °C возвращается как 2.050000e+001.

[SOUR] :TEMP :THER :TYPE (?) <CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }

Эта команда задает тип имитируемой термопары.

Пример: включение режима имитации термопары типа S при 350 °C:

:TEMP :THER 350; :TEMP :THER :TYPE S <cr>

При получении запроса M140 возвращает тип термопары { B | E | J | K | N | R | S | T }.

[SOUR] :TEMP :PRT [:LEVE] [:IMM] [:AMPL] (?) <DNPД>

Эта команда включает режим имитации резистивных датчиков температуры (имитация сопротивления).

<DNPД>

Представляет температуру в единицах, установленных командой UNIT. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

При получении запроса M140 возвращает установленное значение температуры в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,5 °C возвращается как 2.050000e+001.

[SOUR] :TEMP :PRT :TYPE (?) <CPD> { PT385 | PT392 | NI }

Эта команда задает тип имитируемого резистивного датчика температуры.

Пример: включение режима имитации платинового резистивного датчика температуры при 350 °C с аппроксимацией по таблице PT385 (Европа):

:TEMP :PRT 350; :TEMP :PRT :TYPE PT385 <cr>

При получении запроса M140 возвращает выбранный тип таблицы аппроксимации { PT385 | PT392 | NI }.

[SOUR] :TEMP :PRT :NRESistance (?) <DNPД>

Эта команда задает номинальное сопротивление резистивного датчика температуры при 0 °C. Допустимые значения — от 10 Ом до 2 кОм.

<DNPД>

Представляет номинальное сопротивление в омах.

При получении запроса M140 возвращает установленное значение номинального сопротивления в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,5 Ом возвращается как 2.050000e+001.

Подсистема MEASure

Эта подсистема позволяет управлять встроенным мультиметром калибратора M140. С ее помощью производится выбор функций мультиметра и чтение измеренных значений.

Ключевое слово

Параметры

MEASure

?

: CONFigure

: VOLTagе

: CURRent

: MVOLTagе

: RESistance

: FREQuency

: TEMPerature

: RTD

: TYPE (?)

<CPD> { PT385 | PT392 }

: NRESistance (?)

<DNPД>

: THERmocouple

: TYPE (?)

<CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }

: RJUNction (?)

<DNPД>

: SGS

: VOLTagе (?)

<DNPД>

: OFF

MEAS ?

Эта команда возвращает измеренное значение.

Пример: 20,5 Ом возвращается как 2.050000e+001.

MEAS :CONF ?

M140 возвращает установленный режим измерения { VOLT | CURR | MVOLT | RES | FREQ | TEMPerature:RTD | TEMPerature:THERmocouple | SGS | OFF }.

MEAS :CONF :VOLT

Эта команда устанавливает функцию VOLT встроенного мультиметра (диапазон 0–12 В) и включает мультиметр.

Пример: установка на мультиметре режима измерения постоянного напряжения в диапазоне 10 В:

```
MEAS :CONF :VOLT <cr>
```

MEAS :CONF :CURR

Эта команда устанавливает функцию CURR встроенного мультиметра (диапазон 0–25 мА) и включает мультиметр.

Пример: установка на мультиметре режима измерения постоянного тока в диапазоне 20 мА:

```
MEAS :CONF :CURR <cr>
```

MEAS :CONF :MVOLT

Эта команда устанавливает функцию MVOLT встроенного мультиметра (диапазон 0–2000 мВ) и включает мультиметр.

Пример: установка на мультиметре режима измерения постоянного напряжения в диапазоне 2000 мВ:

```
MEAS :CONF :MVOLT <cr>
```

MEAS :CONF :RES

Эта команда устанавливает функцию RES встроенного мультиметра (диапазон 0–2000 Ом) и включает мультиметр.

Пример: установка на мультиметре режима измерения сопротивления:

```
MEAS :CONF :RES <cr>
```

MEAS :CONF :FREQ

Эта команда устанавливает функцию FREQ встроенного мультиметра и включает мультиметр.

Пример: установка на мультиметре режима измерения частоты:

```
MEAS :CONF :FREQ <cr>
```

MEAS :CONF :TEMP :RTD :TYPE (?) <CPD> { PT385 | PT392 }

Эта команда устанавливает функцию RTD встроенного мультиметра, задает тип резистивного датчика температуры и включает мультиметр.

Пример: установка на мультиметре режима измерения с использованием резистивного датчика температуры PT385:

MEAS :CONF :TEMP :RTD :TYPE PT385 <cr>

При получении запроса M140 возвращает выбранный тип таблицы аппроксимации { PT385 | PT392 }.

MEAS :CONF :TEMP :RTD :NRESistance (?) <DNPD>

Эта команда устанавливает функцию RTD встроенного мультиметра, задает номинальное сопротивление резистивного датчика температуры при 0 °C и включает мультиметр. Допустимые значения — от 10 Ом до 2 кОм.

<DNPD>

Представляет номинальное сопротивление в омах.

Пример: установка на мультиметре режима измерения температуры с использованием резистивного датчика Pt100:

MEAS :CONF :TEMP :RTD :NRES 100 <cr>

При получении запроса M140 возвращает установленное значение номинального сопротивления в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20,5 Ом возвращается как 2.050000e+001.

MEAS :CONF :TEMP :THER :TYPE (?) <CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }

Эта команда устанавливает функцию ТС встроенного мультиметра, задает тип термопары и включает мультиметр.

Пример: установка на мультиметре режима измерения температуры с использованием термопары типа R:

MEAS :CONF :TEMP :THER :TYPE R <cr>

При получении запроса M140 возвращает тип термопары { B | E | J | K | N | R | S | T }.

MEAS :CONF :TEMP :THER :RJUNction (?) <DNPD>

Эта команда устанавливает функцию ТС встроенного мультиметра, задает температуру холодного спая термопары и включает мультиметр.

<DNPD>

Представляет температуру в единицах, установленных командой UNIT. Допустимые диапазоны приведены в главе «Технические данные».

Пример: установка температуры холодного спая, равной 25 °C:

MEAS :CONF :TEMP :THER :RJUN 25 <cr>

При получении запроса M140 возвращает установленное значение температуры в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 20.5°20,5 °C возвращается как 2.050000e+001.

MEAS :CONF :SGS :VOLT (?) <DNPD>

Эта команда устанавливает функцию SGS встроенного мультиметра, задает тип термопары и включает мультиметр.

<DNPD>

Представляет напряжение питания датчика в вольтах. Допустимые значения — от 0 до 20 В.

Пример: установка на мультиметре режима измерения SGS и напряжение питания датчика, равного 10 В:

```
:MEAS :CONF :SGS :VOLT 10 <cr>
```

При получении запроса M140 возвращает установленное значение напряжения питания тензодатчика в стандартном экспоненциальном формате. Пример: 15 В возвращается как 1.500000e+001.

MEAS :CONF :OFF

Эта команда выключает мультиметр.

Подсистема TESTer

Эта подсистема позволяет управлять функциями калибратора M140 при его использовании в качестве тестера. Она запускает выбранную тестовую процедуру и возвращает ее результат.

Ключевое слово

Параметры

TESTer

: RUN

<DNPD>

: RESUIt ?

TEST :RUN <DNPD>

Эта команда запускает выбранную процедуру. Допустимые значения номера процедуры — от 1 до 10.

<DNPD>

Представляет номер процедуры.

Пример: выполнение тестовой процедуры №3 :

```
TEST :RUN 3 <cr>
```

TEST :RESU ?

M140 возвращает результат выполнения выбранной процедуры { PASS | FAIL | RUN }.

Строка «RUN» возвращается в том случае, если выбранная процедура еще не завершена.

Идентификация прибора

*IDN?

Эта команда возвращает идентификационные данные — наименование производителя, модель, серийный номер, и версию микропрограммного обеспечения.

Отклик форматируется следующим образом:
MEATEST, CALIBRO-140, 412341, 4.6

Операция завершена

***OPC <cr>**

Эта команда устанавливает бит OPC в регистре ESR (регистр статуса событий) после выполнения всех незавершенных завершении.

Операция завершена?

***OPC? <cr>**

Эта команда возвращает «1» в очередь вывода по окончании выполнения всех намеченных операций.

Операция завершена?

***OPC? <cr>**

Эта команда возвращает «1» в очередь вывода после выполнения всех намеченных операций.

Команда ожидания продолжения

***WAI <cr>**

Эта команда блокирует выполнение прибором других команд и запросов, пока не будут выполнены все предыдущие команды дистанционного управления.

Сброс

***RST <cr>**

Эта команда сбрасывает калибратор к исходному статусу.

Самопроверка

***TST? <cr>**

Эта команда запускает внутреннюю процедуру самопроверки и возвращает ее результат («0», если результат положительный, и «1», если результат отрицательный).

Чтение байта статуса (только IEEE488)

***STB? <cr>**

Этот запрос возвращает содержимое байта статуса, в том числе бит MSS.

Установка маски запроса на обслуживание (только IEEE488)

***SRE <value> <cr>**

Эта команда программирует регистр маски запроса на обслуживание. Поскольку бит 6 не используется, максимальное значение байта — 191.

Чтение маски запроса на обслуживание (только IEEE488)***SRE? <cr>**

Этот запрос возвращает содержимое регистра маски запроса на обслуживание.

Чтение регистра статуса событий (только IEEE488)***ESR? <cr>**

Этот запрос возвращает содержимое регистра статуса событий и очищает регистр.

Установка маски статуса событий (только IEEE488)***ESE <value> <cr>**

Эта команда программирует регистр маски статуса событий. При установке битов одного или нескольких событий, разрешенных в регистре маски статуса событий, устанавливается также бит ESB регистра байта статуса.

Чтение маски статуса событий (только IEEE488)***ESE? <cr>**

Этот запрос возвращает содержимое регистра маски статуса событий.

Очистка статуса (только IEEE488)***CLS <cr>**

Эта команда очищает регистра статуса событий и регистр байта статуса, кроме бита MAV и очереди вывода.

Дистанционное управление***REM <cr>**

Эта команда включает режим дистанционного управления. Когда управление калибратором производится по шине GPIB, он переходит в режим дистанционного управления автоматически. Когда действует режим дистанционного управления, калибратор игнорирует все органы управления передней панели, кроме клавиши LOCAL.

Местное управление***LOC <cr>**

Эта команда включает режим местного управления (при помощи клавиш передней панели). Когда управление калибратором производится по шине GPIB, он переходит в режим местного управления автоматически.

Блокировка местного управления***LLO <cr>**

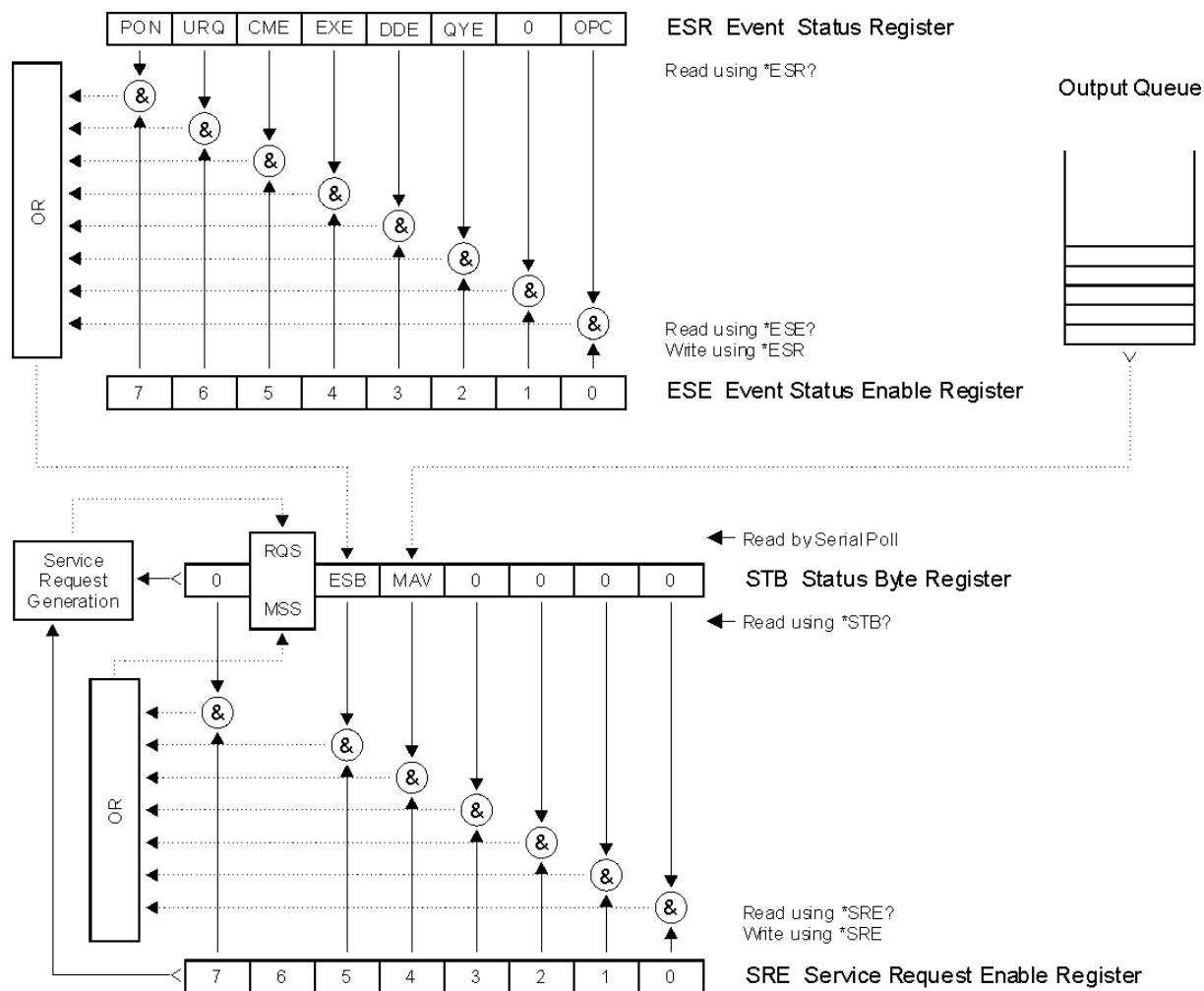
Эта команда блокирует местное управление; калибратор не может быть возвращен в режим местного управления нажатием клавиши LOCAL. Возврат к местному управлению возможен только посредством команды, переданной по шине, или путем выключения и включения калибратора.

Разблокирование местного управления

***UNL <сг>**

Эта команда отменяет команду *LLO. После разблокирования калибратор можно вернуть в режим местного управления нажатием клавиши LOCAL.

Стандартные структуры системы статуса



Status Register Overview

Надпись

ESR Event Status Register

Read using *ESR?

Output Queue

OR

ESE Event Status Enable Register

Read using *ESE?

Write using *ESR

Service Request Generation

Read by Serial Poll

Read using *STB?

STB Status Byte Register

Read using *SRE?

Write using *SRE

SRE Service Request Enable Register

Status Register Overview

Перевод

ESR — регистр статуса событий

Чтение — *ESR?

Очередь вывода

ИЛИ

ESE — регистр маски статуса событий

Чтение — *ESE?

Запись — *ESR

Генерация запроса на обслуживание

Чтение — последовательным опросом

Чтение — *STB?

STB — регистра байта статуса

Чтение — *SRE?

Запись — *SRE

SRE — регистр маски запроса на обслуживание

Обзор регистров статуса

Все регистры статуса определены в стандарте IEEE-488.2. В калибраторе M140 программист имеет доступ к регистру статуса, регистру маски и очереди вывода.

В структуре данных статуса калибратора M140 имеются следующие регистры:

STB — регистр байта статуса

SRE — регистр маски запроса на обслуживание

ESR — регистр статуса событий

ESE — регистр маски статуса событий

Очередь вывода

STB — регистр байта статуса

Итоговые биты регистра статуса событий и очереди вывода используются для установки или сброса соответствующих битов регистра байта статуса (B4 и B5). Состояние этих битов (0 или 1) не фиксируется и зависит исключительно от состояния итоговых битов (0 или 1). Например, регистр стандартных событий при чтении очищается. В результате его итоговый бит сбрасывается в 0, вследствие чего, в свою очередь, сбрасывается бит ESB в регистре байта статуса.

Конфигурация регистра байта статуса:

- RQS** Запрос обслуживания (бит 6). Бит RQS устанавливается в 1 всякий раз при переходе битов ESB или MAV из 0 в 1, если эти биты разрешены (1) в регистре маски запроса на обслуживание. Когда бит RQS равен 1, M140 активирует линию управления SRQ интерфейса IEEE-488. Можно выполнить последовательный опрос для чтения этого бита, чтобы определить, не является ли M140 источником запроса на обслуживание.
- MSS** Главный итоговый статус (бит 6). Бит MSS устанавливается в 1 всегда, когда биты ESB или MAV равны 1 и разрешены в регистре маски запроса на обслуживание. Этот бит можно прочесть командой *STB? при дистанционном управлении по последовательному интерфейсу вместо выполнения последовательного опроса.
- ESB** Итоговый статус событий (бит 5). Бит ESB устанавливается в 1, если один или несколько разрешенных битов ESR равны 1. Бит ESB равен 0, если ни один из разрешенных битов ESR не равен 1.
- MAV** Имеется сообщение (бит 4). Бит MAV устанавливается в 1 всегда, когда в очереди вывода интерфейса IEEE488 калибратора M140 имеются данные. Этот бит служит для синхронизации обмена информацией с контроллером. Контроллер может, например, отправить запрос на M140 и затем ждать, пока бит MAV не станет равным 1. Пока программа ожидает отклика устройства, шина IEC 625-1 доступна для использования в других целях. Если прикладная программа начинает операцию чтения из очереди вывода, не проверив состояние бита MAV, все операции на системной шине приостанавливаются до прихода отклика от M140.

SRE — регистр маски запроса на обслуживание

Регистр маски запроса на обслуживание — это 8-разрядный регистр, разрешающий соответствующие итоговые сообщения в регистра байта статуса. Программист может выбирать причины, по которым устройство (M140) будет генерировать запрос на обслуживание, изменяя содержимое регистра SRE. Чтение содержимого регистра маски запроса на обслуживание производится общим запросом *SRE?. Отклик на это сообщение представляет собой сумму значений битов SRE с соответствующими двоичными весами. Значение неиспользуемого бита 6 всегда должно быть нулевым. Запись в регистр маски запроса на обслуживание производится общей командой *SRE с целочисленным аргументом (0–191). При передаче общей команды *SRE с нулевым аргументом регистр SRE очищается. Очищенный регистр не позволяет генерировать локальные сообщения RSV по данным статуса — таким образом, запрос на обслуживание не выдается. Регистр маски запроса на обслуживание очищается при включении питания.

ESR — регистр статуса событий

Регистр статуса событий — это двухбайтовый регистр, в котором старшие 8 битов всегда равны 0, а младшие представляют различные состояния калибратора M140. Регистр ESR очищается при включении питания и при каждом чтении его содержимого.

Конфигурация регистра статуса событий:

- | | |
|-----|---|
| PON | Включение питания (бит 7). Этот бит регистра событий сообщает о том, что источник питания перешел из выключенного состояния во включенное. |
| URQ | Пользовательский запрос (бит 6). Это бит регистра событий сообщает об отсоединении или подсоединении любого переходника к разъему AUXILIARY на передней панели. |
| CME | Ошибка команды (бит 5). Этот бит регистра событий сообщает о том, что M140 получил неправильно составленную команду или запрос. |
| EXE | Ошибка выполнения (бит 4). Этот бит сообщает о том, что выполнить принятую команду невозможно ввиду состояния устройства или выхода параметра команды за допустимые пределы. |
| DDE | Специфичная ошибка устройства (бит 3). Этот бит сообщает об ошибке, которая не является ошибкой команды, ошибкой запроса или ошибкой выполнения. Специфичная ошибка устройства — это любая операция, не выполненная устройством надлежащим образом ввиду каких-то обстоятельств (например, из-за перегрузки). |
| QYE | Ошибка запроса (бит 2). Этот бит сообщает, что произошло одно из двух: <ol style="list-style-type: none">1. Попытка чтения данных из очереди вывода в отсутствие готовых или готовящихся выходных данных.2. Потеря данных в очереди вывода. |
| OPC | Операция завершена (бит 0). Этот бит регистра событий генерируется в ответ на команду *OPC. Он сообщает о том, что устройство выполнило все выбранные незавершенные операции. |

ESE — регистр маски статуса событий

Регистр маски статуса событий позволяет отражать одно или несколько событий, устанавливающих биты регистра статуса событий, в бите итогового сообщения ESB. Регистр определен как 8-разрядный, каждый бит регистра соответствует биту с таким же порядковым номером в регистре статуса событий. Чтение регистра маски статуса событий производится общим запросом *ESE?. Данные возвращаются в виде значения, представляющего собой сумму битов с двоичными весами. Запись в регистр маски статуса событий производится общей командой *ESE. При передаче общей команды *ESE с нулевым аргументом регистр ESE очищается. Регистр маски статуса событий очищается при включении питания.

Очередь вывода

В очереди вывода хранятся ответные сообщения до их прочтения. О наличии выходных данных сигнализирует итоговый бит MAV (имеется сообщение). Итоговый бит MAV сообщение служит для синхронизации обмена информацией с контроллером. Очередь вывода имеет структуру FIFO. Очередь вывода очищается при включении питания.

Примеры использования

Калибровка измерительных приборов

Калибратор может использоваться для непосредственной калибровки различных приборов, измеряющих значения электрических параметров. Рекомендуется использовать переходник «опция 140-01». В этот переходник встроен датчик температуры, позволяющий измерять температуру окружающей среды. Вывести измеренное значение на экран можно, нажав клавишу INPUT.

Мультиметры

Калибратор может использоваться для калибровки цифровых и аналоговых мультиметров. Измеряемые величины: постоянное напряжение, переменное напряжение, постоянный ток, переменный ток, сопротивление, емкость, температура, частота и коэффициент заполнения.

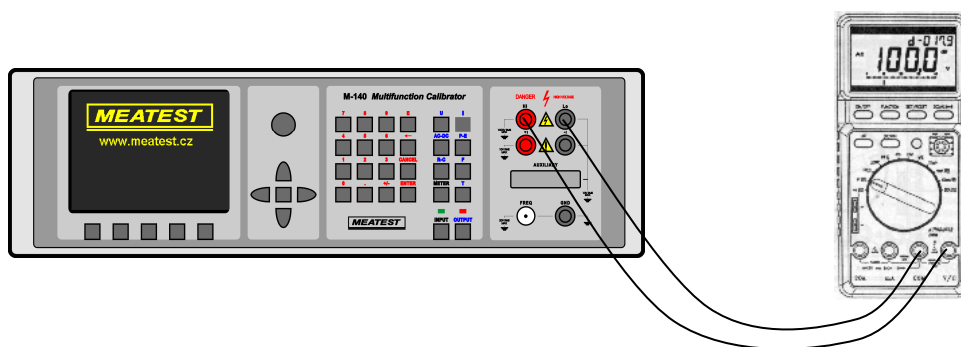
Диапазоны измерения напряжения

Благодаря низкому выходному импедансу и большому выходному току калибратор может использоваться для калибровки аналоговых вольтметров и милливольтметров с низким входным импедансом. Вход измерения напряжения подсоединяется к клеммам Hi/Lo калибратора. Калибратор не предусматривает возможность подключения калибруемого прибора по четырехпроводной схеме.

Не рекомендуется подключать нестандартную нагрузку к выходу генерации напряжения. Калибратор рассчитан на калибровку вольтметров. Выходные клеммы следует нагружать высоким активным импедансом. Хотя выход оборудован быстродействующей электронной и микропроцессорной защитой, высокие емкостные и индуктивные нагрузки могут привести к возникновению колебательных процессов в выходных усилителях и их повреждению.

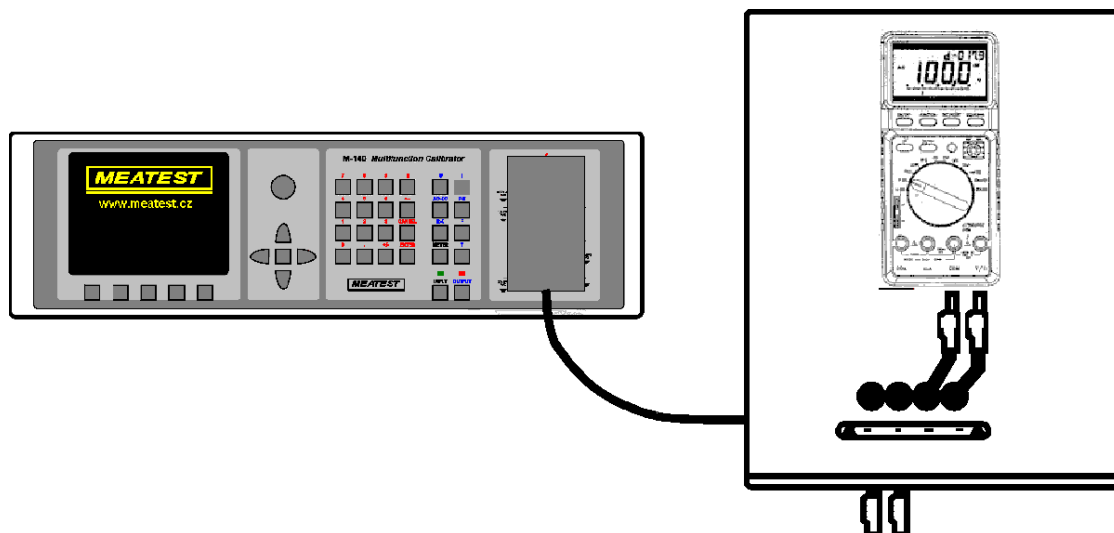
Калибруемый прибор может подсоединяться непосредственно к клеммам передней панели или через переходник «опция 140-01». Если клемма L калибруемого прибора не заземлена, следует заземлить клемму Lo калибратора (GND U ON, см. главу «Меню настройки»).

Подсоединение калибруемого мультиметра (диапазон измерения напряжения) к выходным клеммам калибратора



Для испытания мультиметров можно использовать сигнал с ограничением по амплитуде, имеющий заданный коэффициент нелинейных искажений.

Подсоединение калибруемого мультиметра (диапазон измерения напряжения) к клеммам переходника «опция 140-01»



Диапазоны измерения тока

Во всех диапазонах измерения постоянного и переменного тока мультиметр подсоединяется к клеммам +I/-I калибратора.

Если ток потребляется от выходных клемм +I и -I калибратора, запрещается одновременно подсоединять выходные клеммы +I и -I переходника «опция 140-41»!

При большой нагрузке по току (10–20 А) время непрерывной работы ограничено 0–60 с. Время работы зависит от установленного значения тока и задается микропроцессором. Пользователь не может продлить время работы; если требуется более длительное время, необходимо снять нагрузку с выходных клемм, подождать некоторое время (например, 1 мин), после чего можно снова подсоединять нагрузку.

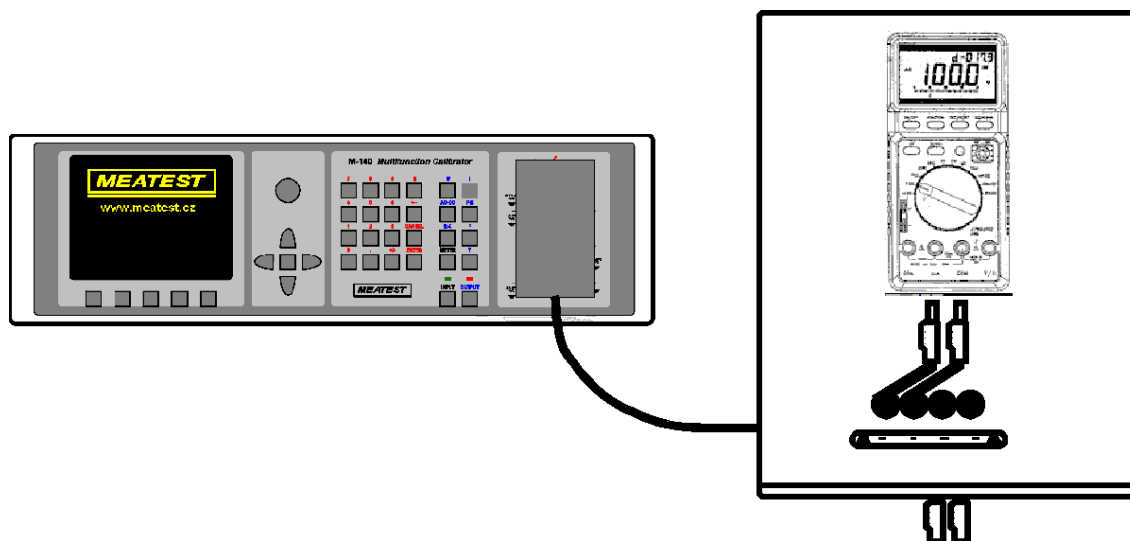
При выходном токе 2–20 А выходное напряжение не должно превышать примерно 1,5 В_{эфф}. Если проходящий ток вызывает большее падение напряжения на нагрузке, калибратор отсоединяет выходные клеммы и отображает сообщение об ошибке.

При калибровке амперметров с использованием тока, превышающего 1 А, важна правильность подсоединения клемм — как выходные клеммы калибратора, так и входных клемм прибора. Чрезмерно большое сопротивление контактов может привести к их нагреву и вызвать ошибки калибровки. Чрезмерно большое и нестабильное сопротивление контактов имеет нелинейные характеристики и может привести к искажению выходного переменного тока.

Не рекомендуется подключать нестандартную нагрузку к выходу генерации тока. Калибратор рассчитан на калибровку амперметров. Выходные клеммы следует нагружать низким активным импедансом. Хотя выход оборудован быстродействующей электронной и микропроцессорной защитой, большая емкость или индуктивность нагрузки может привести к возникновению колебательных процессов в выходных усилителях и их повреждению.

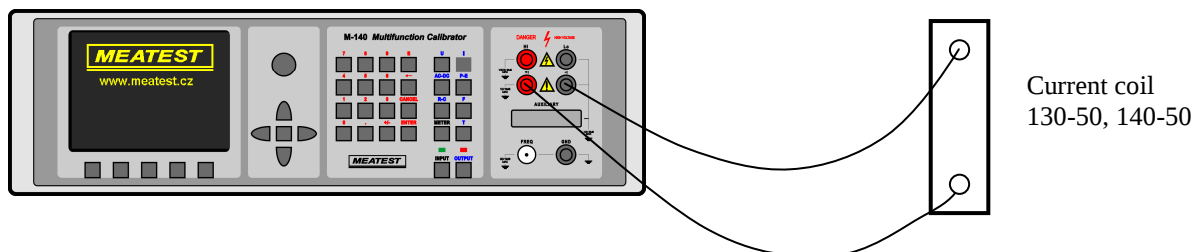
Калибруемый прибор может подключаться непосредственно к клеммам передней панели или через переходник «опция 140-01». Если клемма L калибруемого прибора не заземлена, следует заземлить клемму -U (-I) калибратора (GND U ON, GND I ON, см. главу «Меню настройки»).

Подключение калибруемого мультиметра (диапазон измерения тока) к выходным клеммам калибратора



Используя опциональную токовую катушку, можно расширить диапазон токов калибратора до 1000 А. Катушку можно использовать для калибровки амперметров как постоянного, так и переменного тока. Зажимы амперметра необходимо располагать под углом 90° к катушке. При работе с токовой катушкой поблизости (на расстоянии до 50 см) от нее не должно находиться стальных или магнитных предметов, так как они могут деформировать магнитное поле и привести к большим ошибкам калибровки.

Подсоединение токовой катушки:



Надпись
Current coil

Перевод
Токовая катушка

Ваттметры

Калибратор можно использовать для калибровки цифровых и аналоговых ваттметров и электросчетчиков постоянного и переменного тока. При этом действуют следующие ограничения:

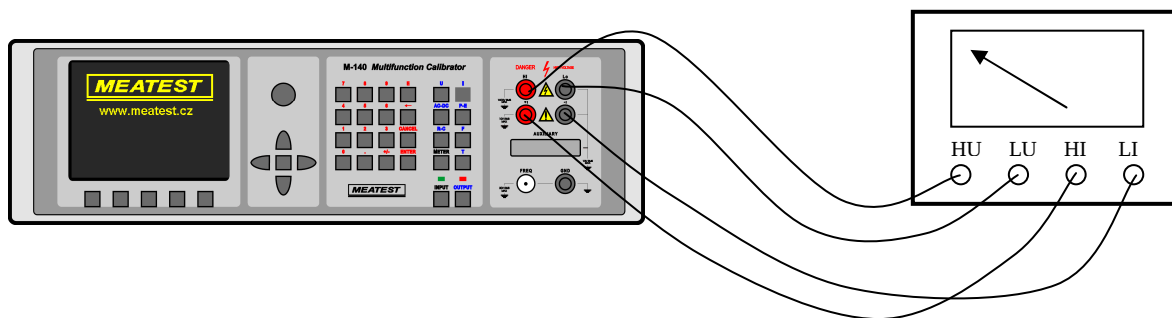
напряжение	от 0,2 до 240 В
ток	от 2 мА до 10 А
частота	постоянный ток, переменный ток
время	от 40 до 400 Гц
фазовый сдвиг	от 1,1 до 1999 с
	от -180 до +180°

На экране может отображаться активная, реактивная и кажущаяся мощность, а также энергия.

Предусматривается также установка и отображение фазового сдвига между выходными напряжением и током в форме коэффициента мощности (PF, cos φ) или непосредственно в градусах.

В режиме Р-Е допустимая нагрузка на выходы генерация тока и напряжения такая же, как и в режимах генерации напряжения и тока. При перегрузке выхода калибратор отсоединяет выходные клеммы и выводит сообщение об ошибке. Для калибровки клещевых ваттметров можно использовать токовую катушку. Возможна также калибровка измерителей коэффициента мощности.

Основной способ подключения ваттметра к калибратору



Возможные методы заземления измерительной цепи

Во избежание возникновения контуров заземления и обеспечения гарантированной номинальной точности калибратора необходимо надлежащим образом заземлить как калибруемый ваттметр, так и сам калибратор.

В зависимости от типа калибруемого измерительного прибора, возможны следующие ситуации:

Калибруемый прибор	GND U	GND I
Вход U — плавающий Вход I — плавающий Входы U и I гальванически развязаны и не заземлены	ON	ON
Вход U — плавающий Вход I — плавающий Клеммы L входов U и I гальванически связаны и не заземлены	ON (OFF)	OFF (ON)
Вход измерения напряжения заземлен Вход измерения тока — плавающий	OFF	ON
Вход измерения напряжения — плавающий Вход измерения тока заземлен	ON	OFF
Входы измерения напряжения и тока заземлены	OFF	OFF

ВНИМАНИЕ!

Напряжение между клеммами –I и Lo калибратора не должно превышать 10 В.

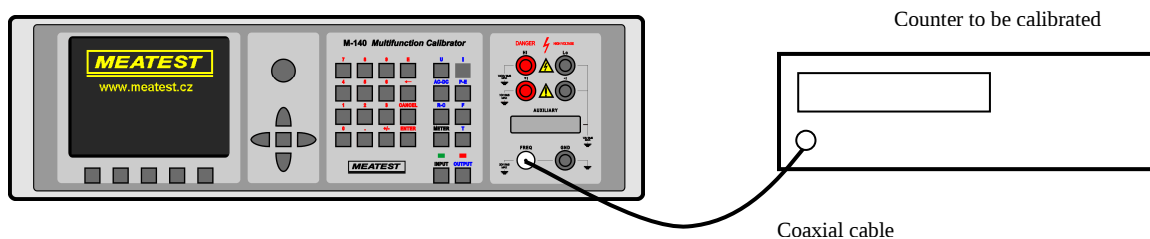
Счетчики и осциллографы

Калибратор можно использовать для базовой калибровки диапазонов измерения частоты мультиметров и простых счетчиков. Калибратор позволяет решать следующие задачи:

- Калибровка функций измерения частоты в диапазоне до 20 МГц с использованием прямоугольного сигнала. Эта функция вызывается нажатием клавиши прямого действия F с последующим выбором диапазона HF. Возможна установка значения частоты.
- Проверка чувствительности по входу в диапазоне напряжений от 1 мВ до 10 В и в диапазоне частот до 100 кГц. Эта функция вызывается нажатием клавиши прямого действия F с последующим выбором диапазона PWM. Возможна установка частоты, амплитуды и коэффициента заполнения.
- Калибровка временных интервалов с использованием прямоугольного сигнала с периодом до 10 с и регулируемым коэффициентом заполнения. Эта функция вызывается нажатием клавиши прямого действия F с последующим выбором диапазона PWM. Возможна установка частоты, амплитуды и коэффициента заполнения.

Калибруемый прибор подключается к разъему FREQ кабелем с разъемом BNC на одном конце и пружинными штекерами с другой.

Подключение к выходу генерации частоты



Надпись

Counter to be calibrated

Coaxial cable

Перевод

Калибруемый счетчик

Коаксиальный кабель

Калибратор можно также использовать для базовой калибровки осциллографов. Калибратор позволяет решать следующие задачи:

- Проверка временной развертки в диапазоне до 20 МГц с использованием прямоугольного сигнала. Эта функция вызывается нажатием клавиши прямого действия F с последующим выбором диапазона HF. Возможна установка значения частоты.
- Проверка чувствительности по входу вертикального канала в диапазоне напряжений от 1 мВ до 10 В и в диапазоне частот до 10 кГц. Эта функция вызывается нажатием клавиши прямого действия F с последующим выбором диапазона PWM. Возможна установка частоты, амплитуды и коэффициента заполнения.
- Проверка полосы частот с использованием сигнала частотой до 20 МГц с очень крутым нарастающим фронтом (менее 5 нс). Калибровка временных интервалов с использованием прямоугольного сигнала с периодом до 10 с и регулируемым коэффициентом заполнения. Эта функция вызывается нажатием клавиши прямого действия F с последующим выбором диапазона PWM. Возможна установка значения частоты. Проверяется задержка сигнала, отображаемого на экране осциллографа.

Калибруемый осциллограф подключается к разъему FREQ коаксиальным кабелем.

Термометры

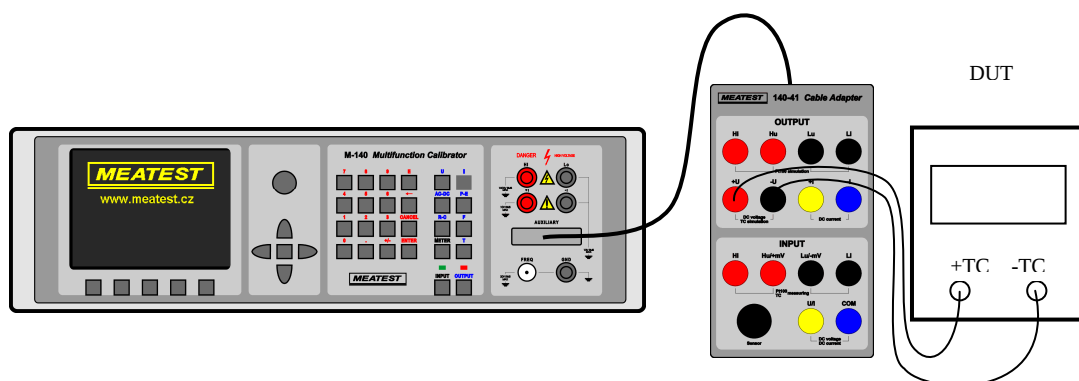
Калибратор может использоваться для калибровки преобразователей на основе термопары, платинового или никелевого датчика, используемых в термометрах и тепломерах. Проверяется блок, подключенный к

датчику, поскольку он отсоединен от преобразователя, и выход калибратора подключается вместо этого ко входу преобразователя. Имитация теплового датчика включается нажатием клавиши прямого действия Т. Предусмотрена имитация резистивных датчиков температуры на базе Pt and Ni, а также термопар типов K, N, R, S, B, J, T, E.

Калибратор может подключаться к входу преобразователя одним из следующих способов:

- Без переходника, непосредственно к клеммам Hi/Lo. Необходимо компенсировать температуру холодного спая, вручну установив значение RJ. Калибруемое устройство подключается аналогично вольтметру.
- Через переходник «опция 140-01», подсоединенный к клеммам Hi/Lo. В данном случае можно использовать автоматическую компенсацию температуры холодного спая термопары. Переходник оборудован встроенным датчиком температуры Pt1000, измеряющим окружающую температуру. После включения встроенного мультиметра (клавиша INPUT ON) и подсоединения переходника «опция 140-01» выполняется автоматическая компенсация температуры холодного спая термопары. При отключенном мультиметре (INPUT OFF) температуру холодного спая (RJ) можно установить только вручну. Калибруемое устройство подключается аналогично вольтметру.
- С использованием переходника «опция 140-01» и клемм OUTPUT. Необходимо компенсировать температуру холодного спая, вручну установив значение RJ.

Подключение проверяемого преобразователя через переходник «опция 140-41»



Надпись
DUT

Перевод
Исследуемое устройство

Измерение

Благодаря наличию встроенного мультиметра калибратор можно использовать для базовой калибровки некоторых источников электрических сигналов. В таблице перечислены типы переходников, необходимых для выполнения того или иного измерения.

Тип измерения и требуемые переходники

Постоянное напряжение до 12 В	«Опция 40» или «опция 140-41»
Постоянный ток до 25 мА	«Опция 40» или «опция 140-41»
Частота импульсного сигнала до 15 кГц	«Опция 40» или «опция 140-41»
Температура (через внешний датчик на базе термопары)	«Опция 140-41»
Температура (через внешний резистивный датчик)	«Опция 60» или «опция 140-41»
Неэлектрические величины (сила, давление, крутящий момент) с использованием тензодатчиков	«Опция 140-41»
Сопротивление до 2 кОм	«Опция 60» или «опция 140-41»

Напряжение, ток и частота

Переходник «опция 40» позволяет измерять напряжение до 10 В, ток до 20 мА и частоту до 15 кГц. Подключение выполняется элементарно. Один конец кабеля подсоединяется к разъему AUXILIARY, а

другой (с подпружиненными штекерами) — к объекту измерения. При выполнении соединений соблюдайте полярность. Клемму L калибратора следует соединять с клеммой L (общий) или заземленной клеммой объекта измерения. Для выполнения измерения выберите соответствующую функцию и нажмите клавишу INPUT.

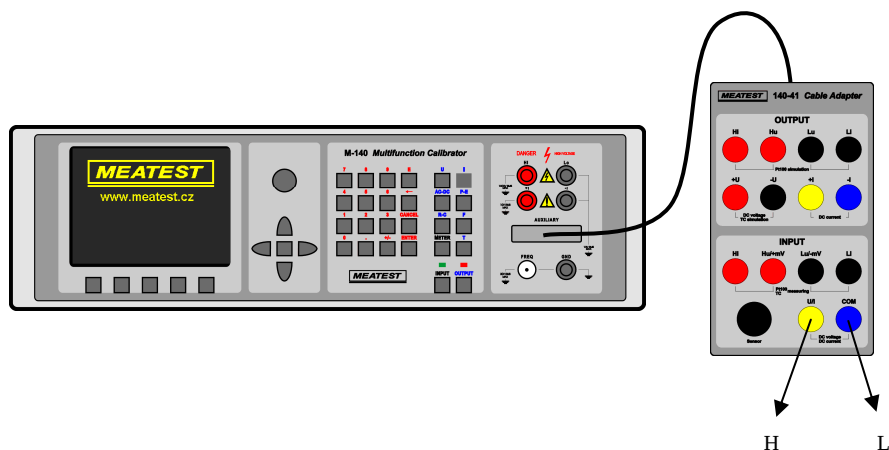
ВНИМАНИЕ!

Входные клеммы встроенного мультиметра имеют плавающий потенциал. Максимальное пиковое напряжение между входными клеммами и шасси составляет 15 В. Превышение этого значения может привести к повреждению мультиметра.

При выходе за пределы диапазона измерения калибратор выводит сообщение об ошибке; входные клеммы отсоединяются только в режимах измерения тока и напряжения, а во всех остальных режимах они остаются подсоединенными.

Если используется переходник «опция 140-41», измеряемый сигнал подается на клеммы U/I – COM. COM — это общий провод мультиметра.

Подключение мультиметра при измерении напряжения, тока и частоты с использованием переходника «опция 140-41»



Мультиметр позволяет измерять малые постоянные напряжения в диапазоне 0–2 В. Необходимо использовать переходник «опция 140-41». Исследуемый сигнал подается на клеммы Hu/+mV и Lu/-mV. Lu/-mV — это общий провод мультиметра. Для выполнения измерения выберите функцию mVDC при помощи клавиши METER и нажмите клавишу INPUT.

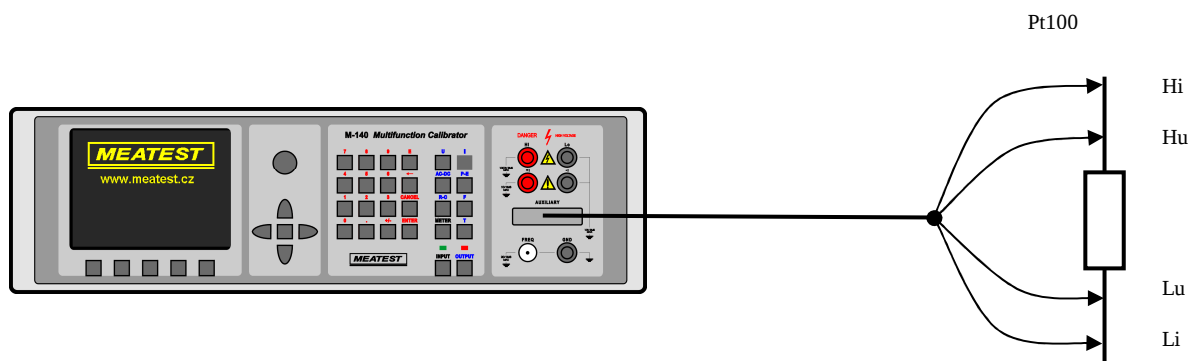
Измерение сопротивления и измерение температуры с использованием резистивных датчиков

Измерение сопротивления возможно только по четырехпроводной схеме с использованием переходников «опция 60» или «опция 140-41». Переходник «опция 60» имеет четыре провода с подпружиненными штекерами, обозначенными как Hi, Hu, Lu и Li. Они имеют следующее назначение:

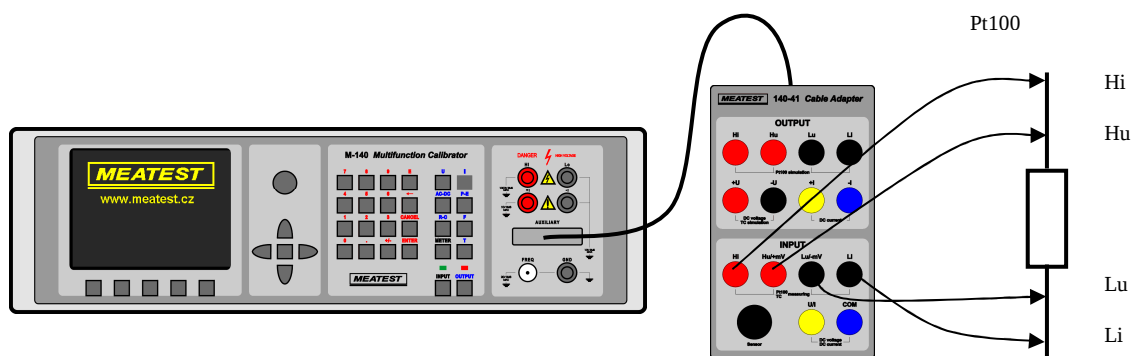
- Hi клемма тока H
- Hu клемма напряжения H
- Lu клемма напряжения L
- Li клемма тока L

В ходе измерения сопротивления или температуры (с использованием резистивных датчиков) необходимо соблюдать правила, относящиеся к четырехпроводному подключению.

Подключение датчика Pt100 с использованием переходника «опция 60»:



Подключение датчика Pt100 с использованием переходника «опция 140-41»:

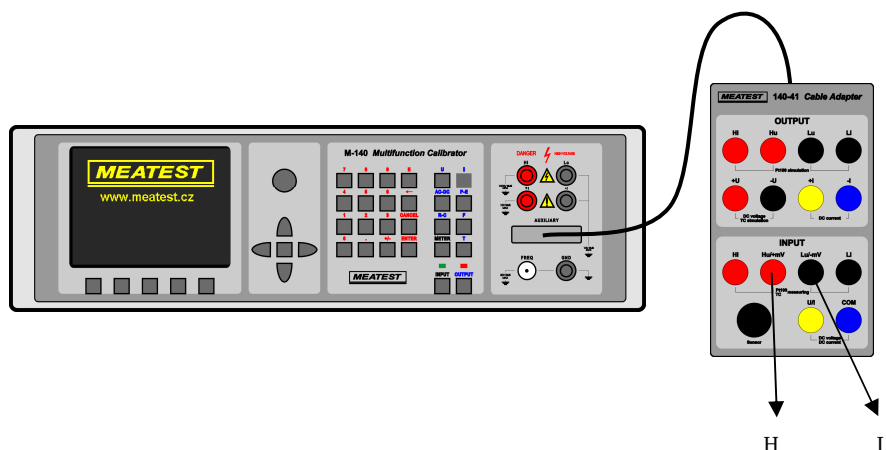


Измерение температуры при помощи термопар

Встроенный мультиметр позволяет измерять температуру при помощи внешней термопары. Для этого необходим переходник «опция 140-41». Термопара подключается к клеммам Hu/+mV и Lu/-mV. Температуру холодного спая необходимо вводить вручную.

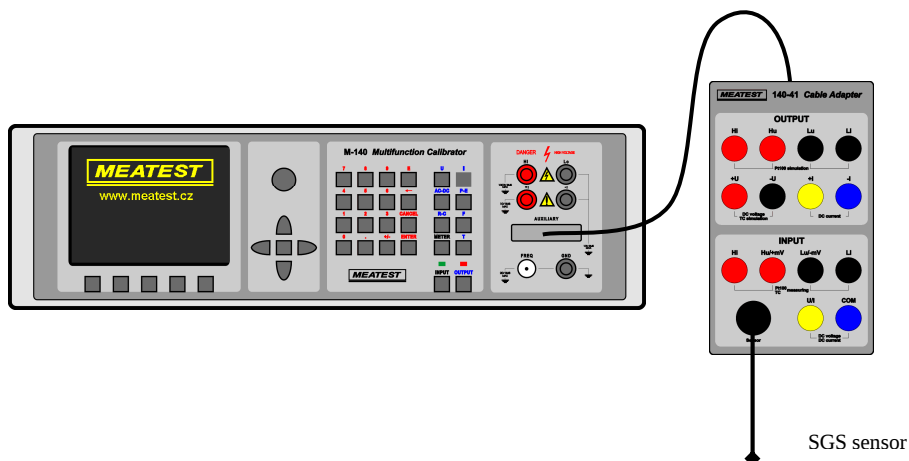
Для выполнения измерения выберите в меню функцию T TC при помощи клавиши METER и нажмите клавишу INPUT.

Подключение термопары при помощи переходника «опция 140-41»:



Тензодатчики для измерения неэлектрических величин

Калибратор позволяет измерять неэлектрические величины с использованием тензодатчиков с мостовым подключением. На одну пару полюсов моста подается постоянное напряжение питания величиной до 15 В, а на другой паре полюсов измеряются малые постоянные напряжения. Каждый датчик характеризуется калиброванной крутизной зависимости выходного напряжения от измеряемой неэлектрической величины.

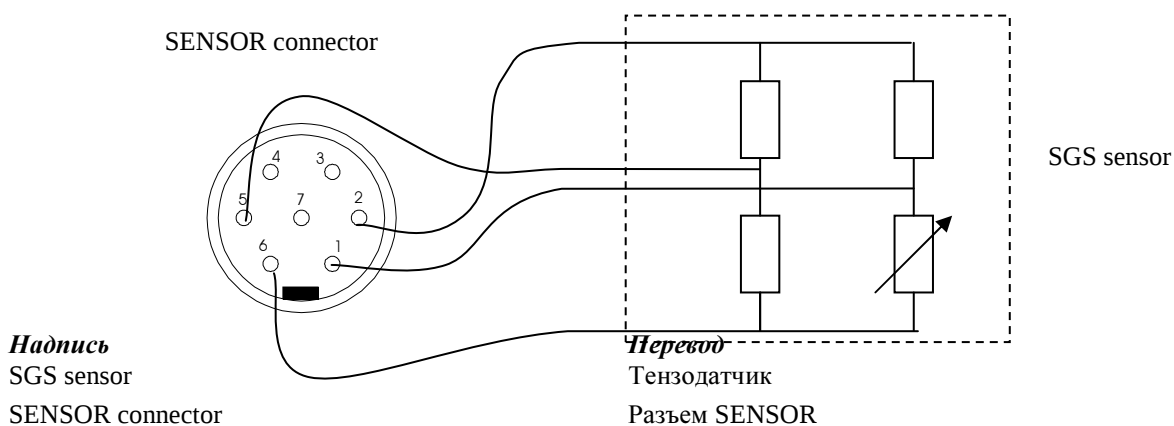


Надпись
SGS sensor

Перевод
Тензодатчик

Для данного измерения необходимо переходник «опция 140-41» с отдельным 7-контактным разъемом, обозначенным как SENSOR. Схема подключения датчика к калибратору изображена на рисунке.

Подключение датчика к разъему SENSOR



Надпись
SGS sensor
SENSOR connector

Перевод
Тензодатчик
Разъем SENSOR

Назначение контактов разъема SENSOR:

- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| 1. Сигнал напряжения | выход моста |
| 2. Питание | положительный полюс питания моста |
| 3. Нет соединения | |
| 4. Нет соединения | |
| 5. Сигнал напряжения | выход моста |
| 6. Питание | отрицательный полюс питания моста |
| 7. Экран | |

Испытание контрольных, регулировочных и измерительных устройств

Калибратор может использоваться для калибровки и испытания различных приборов и регуляторов с подачей на них точно заданного сигнала и измерением их отклика (электрического сигнала).

Можно использовать два способа подключения с разными функциями и диапазонами генерации и измерения.

Режим одновременной генерации и измерения может использоваться только в том случае, если к разъему AUXILIARY подключен переходник «опция 40», «опция 60» или «опция 140-41». Без переходника включение режима одновременной генерации и измерения невозможно.

Использование переходника «опция 140-41»

Данный переходник позволяет использовать все функции встроенного мультиметра. С его помощью можно производить калибровку объектов, требующих имитации сигналов датчиков температуры и других неэлектрических величин либо генерации малых постоянных напряжений на входе с измерением эталонных выходных сигналов на выходе (токовая петля, эталонное напряжение).

При использовании переходника «опция 140-41» в меню настройки (SETUP) должен быть установлен параметр OUTPUT 140-41. Эта функция определяет, на какие клеммы подается выходной сигнал. Если для параметра OUTPUT 140-41 установлено значение PANEL, выходной сигнал калибратора подается на клеммы передней панели, но не на переходник. Если же для этого параметра установлено значение AUX, выходной сигнал калибратора подается на переходник, но не на клеммы передней панели. В разделе «Одновременное использование функций» главы «Мультиметр» приведены ограничения по функциям и пределы диапазонов.

Если переходник «опция 140-41» используется для калибровки с одновременной генерацией и измерением, а для параметра OUTPUT 140-41 установлено значение AUX, возможна установка следующих диапазонов генерации и измерения:

Генератор	
Постоянное напряжение	0–20 В
Постоянный ток	0–20 мА
Сопротивление	0–50 МОм
Имитация резистивного датчика температуры	Pt 1.385, Pt 1.392, Ni
Имитация термопары	K, N, R, S, B, J, T, E
Мультиметр	
Постоянное напряжение	0-12 В
Постоянное напряжение, мВ	0-2 В
Постоянный ток	0-25 мА
Сопротивление	0–2 кОм
Частота	1–15 кГц

Если переходник «опция 140-41» используется для калибровки с одновременной генерацией и измерением, а для параметра OUTPUT 140-41 установлено значение PANEL, возможна установка следующих диапазонов генерации и измерения:

Генератор	
Постоянное и переменное напряжение	0-1000 В
Постоянный и переменный ток	0-20 А
Сопротивление	0-50 МОм
Имитация резистивного датчика температуры	Pt 1.385, Pt 1.392, Ni
Имитация термопары	K, N, R, S, B, J, T, E
Частота	0,1-20 МГц
Мощность/энергия	0,2-240 В/0,2-20 А
Мультиметр	
Постоянное напряжение	0-12 В
Постоянное напряжение, мВ	0-2 В
Постоянный ток	0-25 мА
Сопротивление	0-2 кОм
Частота	1-15 кГц

При подключенном переходнике «опция 140-41» возможна генерация только гармонических сигналов (функция SHAPE недоступна).

Использование переходника «опция 40/60»

Переходник «опция 40» поддерживает одновременную генерацию и измерение напряжения до 12 В, тока до 25 мА и частоты до 15 кГц. Переходник «опция 60» предназначен для измерения сопротивления или измерения температуры с использованием резистивных датчиков по четырехпроводной схеме. Диапазоны генерации — те же, что и при использовании переходника «опция 140-41».

Использование переходника «опция 70»

Этот переходник предназначен для имитации сопротивления и резистивного датчика температуры с подключением по четырехпроводной схеме. Калибровка функции измерения сопротивления калибратора может производиться только с этим переходником. Диапазоны сопротивления остаются теми же, что и при двухпроводной схеме с использованием в качестве выхода клемм Hi/Lo передней панели. При использовании переходника «опция 60» сопротивление имитируется только на выходных клеммах этого переходника. Клеммы Hi/Lo отключены.

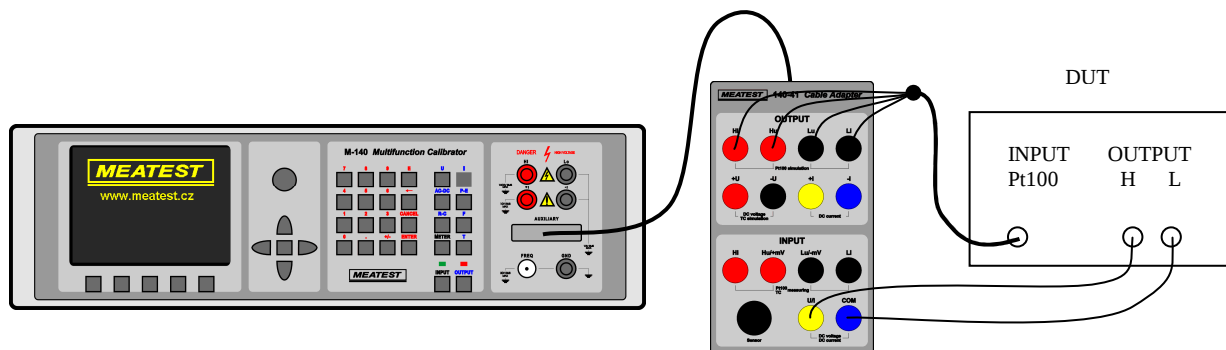
Когда используется переходник «опция 60», сопротивление заданной величины имеет постоянное соединение с выходными клеммами переходника — на него не влияет состояние клавиши ON/OFF (т. е. оно не отсоединяется при выключении).

Примеры тестов

Примеры измерений

Генерация	Измерение	Применение
Pt 100	10 В / 20 мА / f	Калибровка модулей контроля температуры, настройка регуляторов температуры
Термопара	10 В / 20 мА / f	Калибровка модулей контроля температуры, настройка регуляторов температуры
Частота	10 В / 20 мА	Настройка и калибровка электросчетчиков
Сопротивление	10 В / 20 мА	Измерение параметров резистивных мостов

1. Калибровка промышленных термометров с использованием датчика Pt100 и выхода 20 мА/10 В:

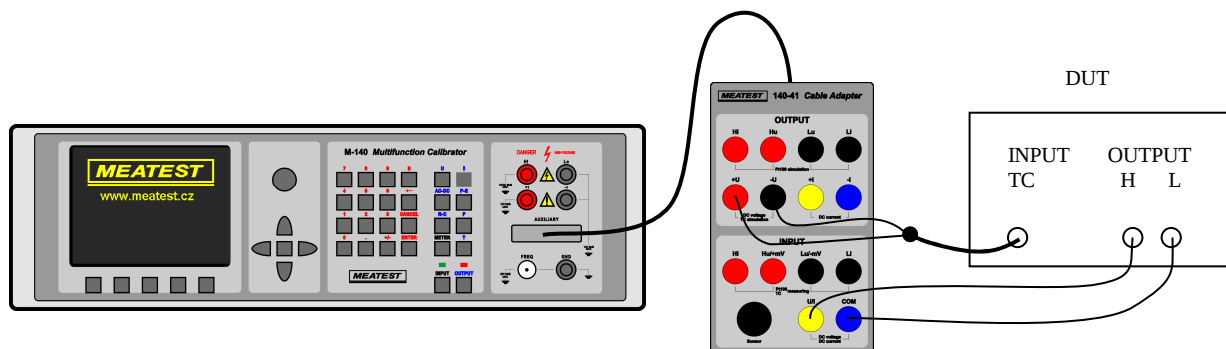


Надпись
DUT

Перевод
Исследуемое устройство

Установки:	Калибратор	функция T RTD OUTPUT 140-41: ON
	Мультиметр	функция DCV или DCI, в зависимости от типа выходного сигнала калибруемого термометра
	Переходник	«опция 140-41»

2. Калибровка промышленных термометров с использованием датчика на базе термопары и частотного выхода:

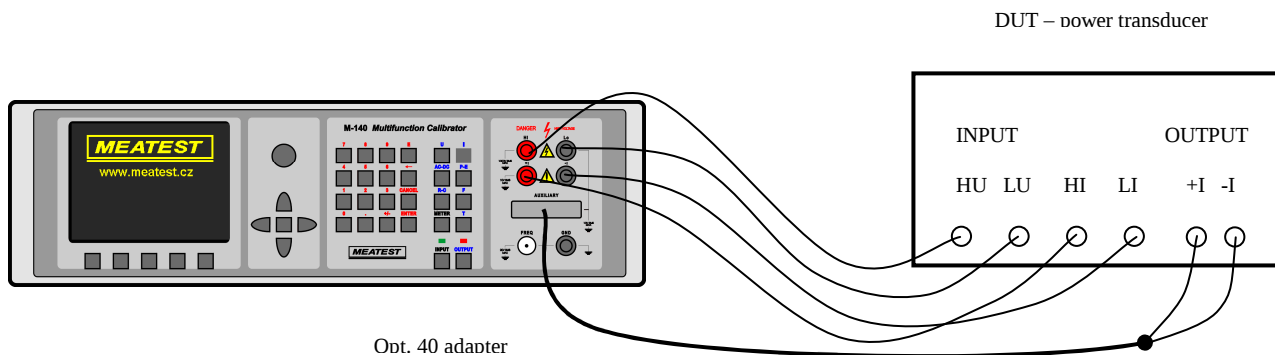


Надпись
DUT

Перевод
Исследуемое устройство

Установки:	Калибратор	функция T TC OUTPUT 140-41: ON
	Мультиметр	функция F
	Переходник	«опция 140-41»

3. Калибровка однофазного преобразователя «электрическая мощность/токовая петля»



Надпись

DUT — power transducer

Opt. 40 adapter

Установки:

Калибратор
Мультиметр
Переходник

функция P (напряжение, ток, коэффициент мощности, частота)
функция DCI
«опция 40»

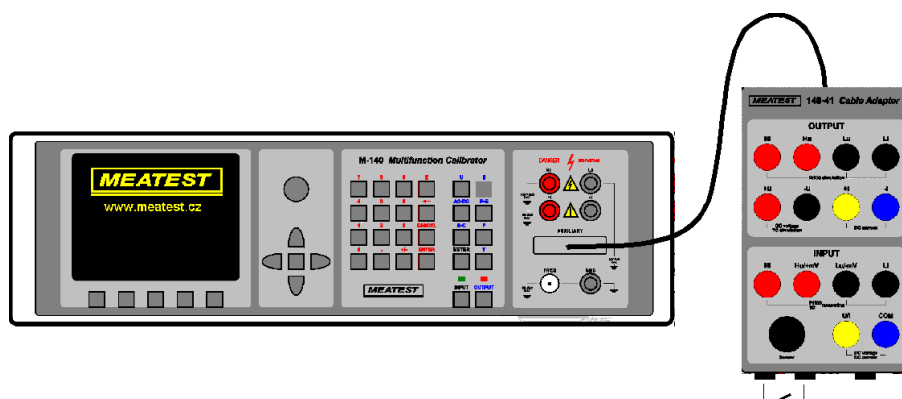
Перевод

Исследуемое устройство — преобразователь мощности

Переходник «опция 40»

Тестирование

Когда калибратор используется в качестве тестера, результаты тестов (PASS/FAIL) могут использоваться для сортировки продукции и т. п.. Контакты реле подключаются к передней панели переходника «опция 140-41» черными штекерами диаметром $\varnothing$ 4 мм. Состояния и способ срабатывания реле задается в меню настройки (SETUP) и действует для всех тестовых программ.



Технические характеристики

Компоненты неопределенности включают долговременную нестабильность, температурный коэффициент, нелинейность, нестабильность выходных параметров в зависимости от нагрузки и напряжения сети, а также прослеживаемость до заводских и национальных калибровочных эталонов. Указанная погрешность действительна после прогрева в течение одного часа при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$. Указанная погрешность представляет собой погрешность прибора по истечении одного года эксплуатации.

Калибратор

Напряжение

совокупный диапазон пост. напряжений: 0 мкВ–1000 В
 совокупный диапазон перемен. напряжений: 1 мВ–1000 В
 внутренние диапазоны: 20 мВ, 200 мВ, 2 В, 20 В, 240 В, 1000 В
 диапазон частот: 20 Гц–100 кГц при напряжении менее 20 В
 20 Гц–10 кГц при напряжении менее 200 В
 20–1000 Гц при напряжении менее 1000 В

Погрешность постоянного напряжения (DCV)

диапазон	% значения + % диапазона	макс. ток, мА
0 мкВ – 20.00000 мВ	0,03 + 0,0 + 10 мкВ	5
20.00001 мВ – 200.0000 мВ	0,01 + 0,0 + 15 мкВ	5
0.200001 мВ – 2.000000 В	0,003 + 0,0008	30
2.00001 В – 20.00000 В	0,003 + 0,0005	30
20.0001 В – 240.0000 В	0,003 + 0,0005	30
240.001 В – 1000.000 В	0,005 + 0,005	2

*² значение диапазона для расчета неопределенности — 200 В

Погрешность переменного напряжения (ACV)

диапазон	% значения + % диапазона	макс. ток, мА	% значения + % диапазона	макс. ток, мА
	20 Гц–10 кГц	20 Гц–10 кГц	10–50 кГц	10–50 кГц
0.10000 мВ – 20.00000 мВ	0,2 + 0,05 + 20 мкВ	5	0,20 + 0,10 + 20 мкВ	5
20.0001 мВ – 200.0000 мВ	0,1 + 0,03 + 20 мкВ	5	0,15 + 0,05 + 20 мкВ	5
0.200001 мВ – 2.000000 В	0,025 + 0,005	30	0,05 + 0,01	10
2.00001 В – 20.00000 В	0,025 + 0,005	30	0,05 + 0,03	10
20.0001 В – 240.0000 В * ²	0,025 + 0,010	30	--	
240.001 В – 1000.000 В	0,03 + 0,02 * ¹	2	--	

*¹ действительно при $f < 1000$ Гц

*² значение диапазона для расчета неопределенности — 200 В, в диапазоне 200–240 частота ограничена 1000 Гц.

диапазон	% значения + % диапазона	макс. ток, мА
	50–100 кГц	50–100 кГц
0.10000 мВ – 20.00000 мВ	1,0 + 0,10 + 20 мкВ	3
20.0001 мВ – 200.0000 мВ	0,3 + 0,05 + 20 мкВ	3
0.200001 мВ – 2.000000 В	0,2 + 0,05	5
2.00001 В – 20.00000 В	0,2 + 0,05	5
20.0001 В – 240.0000 В * ²	--	
240.001 В – 1000.000 В	--	

Дополнительные параметры

диапазон	20 мВ	200 мВ	2 В	20 В	200 В	1000 В
Суммарный коэффициент нелинейных искажений ^{*2 *3}	0,05% + 200 мкВ	0,05% + 300 мкВ	0,05%	0,05%	0,05%	0,2%
выходной импеданс	< 10 МОм	< 10 МОм	< 10 МОм	< 10 МОм	< 100 МОм	< 100 МОм
максимальная емкостная нагрузка	500 пФ	500 пФ	500 пФ	500 пФ	300 пФ	150 пФ

^{*2} параметр включает нелинейные искажения и негармонический шум

^{*3} действительно на частотах до 10 кГц

Форма и параметры сигнала

диапазон напряжений:

1 мВ–200 В

форма сигнала:

прямоугольный, положительный, отрицательный, симметричный, пилообразный А, пилообразный В, треугольный, синусоида с ограничением по амплитуде (сумм. коэф. нелин. искажений — 13,45%)

погрешность пикового значения:

0,3 % + 50 мкВ

отображаемые значения:

пиковое, эффективное

Минимальная частота прямоугольного сигнала — 0,1 Гц, всех прочих — 20 Гц.

Ток

совокупный диапазон пост. токов:

0–20 А (с токовой катушкой «опция 140-50» — до 1000 А)

совокупный диапазон перем. токов:

1 мкА–20 А (с токовой катушкой «опция 140-50» — до 1000 А)

внутренние диапазоны:

200 мкА, 2 мА, 20 мА, 200 мА, 2 А, 20 А

диапазон частот:

От 20 Гц до 5 кГц при токе менее 200 мА

20–1000 Гц при токе менее 20 А

Погрешность постоянного тока (DCI)

диапазон	% значения + % диапазона	макс. напряжение, В
0.0000 мкА – 200.0000 мкА	0,05 + 0,0 + 20 нА	3
0.200001 мкА – 2.000000 мА	0,02 + 0,005	3
2.00001 мА – 20.00000 мА	0,01 + 0,003	3
20.0001 мА – 200.0000 мА	0,01 + 0,003	3
0.200001 мА – 2.000000 А	0,015 + 0,005	3
2.00001 А – 20.00000 А	0,02 + 0,010	1.5

Погрешность переменного тока (ACI)

диапазон	% значения + % диапазона	макс. напряжение, В _{эфф}	% значения + % диапазона	макс. напряжение, В _{эфф}
	20 Гц–1 кГц		1–5 кГц	
1.0000 мкА – 200.0000 мкА	0,15 + 0,0 + 20 нА	3	0,30 + 0,10 + 20 нА	3
0.200000 мкА – 2.000000 мА	0,07 + 0,01	3	0,20 + 0,05	3
2.00000 мА – 20.00000 мА	0,05 + 0,005	3	0,20 + 0,05	3
20.0000 мА – 200.0000 мА	0,05 + 0,005	3	0,20 + 0,05	3
0.200000 мА – 2.000000 А	0,05 + 0,005	3	--	--
2.00000 А – 20.00000 А	0,10 + 0,03	1.5	--	--

диапазон	% значения + % диапазона	макс. напряжение, В _{эфф}
	5–10 кГц	
1.0000 мкА – 200.0000 мкА	--	--
0.200001 мкА – 2.000000 мА	0,50 + 0,07	2
2.00001 мА – 20.00000 мА	0,50 + 0,07	2
20.0001 мА – 200.0000 мА	0,50 + 0,07	2
0.200001 мА – 2.000000 А	--	--
2.00001 А – 20.00000 А	--	--

При использовании токовой катушки «опция 130-50», «опция 140-50» следует добавить погрешность установленного значения тока 0,3% к значению, указанному в приведенной выше таблице. Выходной ток умножается на 50.

Дополнительные параметры

диапазон	200 мкА	2 мА	20 мА	200 мА	2 А	10 А
максимальная индуктивная нагрузка	400 мкГн	400 мкГн	400 мкГн	400 мкГн	200 мкГн	100 мкГн
Суммарный коэффициент нелинейных искажений*1	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%

*1 параметр включает нелинейные искажения и негармонический шум

Форма и параметры сигнала

диапазон токов:

100 мкА–2 А

форма сигнала:

прямоугольный, положительный, отрицательный, симметричный, пилообразный А, пилообразный В, треугольный, синусоида с ограничением по амплитуде (сумм. коэф. нелин. искажений — 13,45%)

погрешность пикового значения:

0,3 % + 500 нА

отображаемые значения:

пиковое, эффективное

Минимальная частота прямоугольного сигнала — 0,1 Гц, всех прочих — 20 Гц.

Сопротивление

суммарный диапазон:

0 Ом–50 МОм

Погрешность сопротивления

диапазон сопротивления	погрешность значения, %	диапазон тока
0.00 Ом - 100.00 Ом	0.03 + 10 мА	1 мА - 40 мА
100.01 Ом - 400.0 Ом	0.015	400 мкА-20 мА
400.1 Ом - 2.0000 кОм	0.015	100 мкА-4 мА
2.001 кОм - 10.000 кОм	0.015	20 мкА-1 мА
10.001 кОм - 40.00 кОм	0.015	4 мкА - 200 мкА
40.01 кОм - 200.00 кОм	0.015	1 мкА - 40 мкА
200.1 кОм -1.0000 МОм	0.05	0.2 мкА - 10 мкА
1.0001 МОм - 4.000 МОм	0.1	40 нА-2 мкА
4.001 МОм - 20.000 МОм	0.2	10 нА - 500 нА
20.01 МОм - 50.00 МОм	0.5	4 нА - 150 нА

Максимально допустимый размах напряжения на выходных клеммах — 8 В. Значение неопределенности действительно при использовании переходников «опция 70» или «опция 140-41». Для двухпроводного подключения к клеммам Hi-Lo передней панели к указанному значению неопределенности следует добавить 10 МОм.

Емкость

суммарный диапазон:

0,9 нФ–50 мкФ

Погрешность емкости

диапазон	погрешность значения, %	макс. частота
0.9000 нФ - 2.500 нФ	0,5 + 15 пФ	1000 Гц
2.501 нФ – 10.000 нФ	0,5 + 5 пФ	1000 Гц
10.001 нФ – 50.00 нФ	0,5	1000 Гц
50.01 нФ – 0.2500 мкФ	0,5	1000 Гц
0.2501 мкФ – 1.0000 мкФ	0,5	500 Гц
1.0001 мкФ – 2.500 мкФ	1	300 Гц
2.501 мкФ – 5.000 мкФ	1	300 Гц
5.001 мкФ – 10.000 мкФ	1,5	300 Гц
10.001 мкФ – 50.00 мкФ	2,0	300 Гц

Максимально допустимый размах напряжения на выходных клеммах — 8 В.

Мощность и энергия постоянного и переменного тока

суммарный диапазон напряжений:

от 0,2 до 240 В

предельно допустимый ток выхода генерации напряжения:

зависит от диапазона напряжения

суммарный диапазон тока:

от 2 мА до 10 А

максимально допустимое напряжение на выходе генерации тока:

зависит от диапазона тока

диапазон мощностей:

от 0,0004 до 2,4 кВт

диапазон интервалов времени:
диапазон частот:
400 Гц

от 1,1 до 1999 с
постоянный ток, переменный ток от 40 до

Погрешность постоянного напряжения (DCV)

См. таблицу неопределенности постоянного напряжения выше.

Погрешность постоянного тока (DCI)

диапазон	% значения + % диапазона	макс, напряжение, В
2.00000 мА – 20.00000 мА	0,05 + 0,010	3
20.0001 мА – 200.0000 мА	0,05 + 0,005	3
0.200001 мА – 2.000000 А	0,05 + 0,005	3
2.00001 А – 10.00000 А	0,05 + 0,010	1.5

Погрешность мощности постоянного тока (DC POWER)

Погрешность мощности постоянного тока можно рассчитать по следующей формуле:

$$dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + 0.03^2)} \quad [\%]$$

где dP — погрешность выходной мощности [%]
 dU — погрешность установленного значения напряжения [%]
 dI — погрешность установленного значения тока [%]

Погрешность энергии постоянного тока (DC ENERGY)

Зависит от напряжения, тока и времени. Минимальная погрешность — 0,016 %.

Погрешность переменного напряжения (ACV)

См. таблицу неопределенности переменного напряжения выше.

Погрешность переменного тока (ACI)

диапазон	% значения + % диапазона	макс, напряжение, В
2.00000 мА – 20.00000 мА	0,05 + 0,010	3
20.0001 мА – 200.0000 мА	0,05 + 0,005	3
0.200001 мА – 2.000000 А	0,05 + 0,005	3
2.00001 А – 10.00000 А	0,05 + 0,010	1,5

Погрешность фазы (PHASE)

диапазон частот, Гц	погрешность фазы $d\phi$, °
40.000 – 200.000	0,15
200.001 – 400.000	0,25

Погрешность мощности переменного тока (AC POWER)

Погрешность мощности переменного тока можно рассчитать по следующей формуле:

для активной мощности $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^2 + 0.03^2)} \quad [\%]$
 для реактивной мощности $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + dPF^{*2} + 0.03^2)} \quad [\%]$
 для полной мощности $dP = \sqrt{(dU^2 + dI^2 + 0.03^2)} \quad [\%]$

где dP — погрешность мощности [%]
 dU — погрешность установленного значения напряжения [%]
 dI — погрешность установленного значения тока [%]
 dPF — погрешность коэффициента мощности ($\cos\phi$) [%]

Для расчета dPF действует следующая формула:

$$dPF = (1 - \cos(\phi + d\phi) / \cos\phi) * 100 \quad [\%]$$

где ϕ — установленное значение фазового сдвига между выходными напряжением и током
 $d\phi$ — погрешность установленного значения фазового сдвига в таблице выше
 dPF^* — погрешность $\sin\phi$ [%]

Для расчета dPF* действует следующая формула:

$$dPF^* = (1 - \sin(\varphi + d\varphi) / \sin \varphi) * 100 \quad [\%]$$

Пример:

Установленные параметры: $U = 100 \text{ В}$, $I = 10 \text{ А}$, $\cos \varphi = 0,5$, $f = 50 \text{ Гц}$, активная мощность отображается в Вт

Погрешность выходного напряжения: $dU = 0,025 \% \text{ значения} + 0,010 \% \text{ диапазона} = 0,045 \%$

Погрешность выходного тока: $dI = 0,05 \% \text{ значения} + 0,01 \% \text{ диапазона} = 0,06 \%$

Погрешность из-за установленного фазового сдвига: $PF = 0,5$ соответствует фазовому сдвигу 60°

$dPF = (1 - \cos(60 + 0,15) / \cos 60) * 100 = (1 - 0,4977 / 0,5) * 100 = 0,45 \%$

Погрешность выходной мощности: $dP = \sqrt{(0,045^2 + 0,06^2 + 0,45^2 + 0,03^2)} = 0,46 \%$

КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ (PF)

диапазон: от -1,0 до +1,0

Погрешность коэффициента мощности можно рассчитать для любого установленного значения выходного напряжения, выходного тока и коэффициента мощности по следующей формуле:

$$dPF = (1 - \cos(\varphi + d\varphi) / \cos \varphi) * 100 \quad [\%]$$

где φ — установленное значение фазового сдвига между выходными напряжением и током
 $d\varphi$ — погрешность установленного значения фазового сдвига в таблице выше

Погрешность энергии переменного тока (AC ENERGY)

Зависит от установленных значений напряжения, тока, времени и коэффициента мощности. Наименьшее значение неопределенности — 0,07% для кажущейся энергии.

Частота

суммарный диапазон: 0,1 Гц–20 МГц

погрешность частоты: 0,005 %

выход: разъем BNC на передней панели

режимы: - прямоугольный ШИМ-сигнал (PWM) с калиброванными коэффициентом заполнения, частотой и амплитудой
 - высокочастотный прямоугольный сигнал (HF) с калиброванными частотой и амплитудой

Режим широтно-импульсной модуляции (PWM)

диапазон частот: 0,1 Гц–100 кГц

диапазон напряжений: 1 мВ–10 В

диапазон значений коэффициента заполнения: 0,01–0,99

форма сигнала: прямоугольная (симметричная, положительная и отрицательная)

погрешность коэффициента заполнения: 0,05 %

Погрешность амплитуды

диапазон	% значения + % диапазона
1.00000 мВ – 20.00000 мВ	0,2 + 50 мкВ
20.0001 мВ – 200.0000 мВ	0,1 + 50 мкВ
0.200001 мВ – 2.000000 В	0,1
2.00001 В – 10.00000 В	0,1

Высокочастотный режим (HF)

диапазон частот: 0,1 Гц–20 МГц

выходной импеданс: 50 Ом

форма сигнала: прямоугольная симметричная, коэффициент заполнения 1:1

размах: 4 В

диапазон выходных амплитуд: 0, -10, -20, -30 дБ ± 1 дБ

погрешность амплитуды: 10 %

время нарастания и спада: < 3 нс

Имитация датчиков температуры

температурная шкала:

ITS 90, PTS 68

типы датчиков:

резистивные (RTD), термопары (TC)

А. Резистивные датчики (RTD)

типы:

Pt 1.385, Pt 1.392, Ni

диапазон установки R0:

20 Ом–2 кОм

диапазон температур:

от -200 до +850 °C

погрешность температуры:

0,04–0,5 °C (см. таблицу ниже)

Диапазоны и погрешность имитации резистивных датчиков температуры (RTD)

тип	диапазон –200 – 250 °C	диапазон 250 – 850 °C
Pt100	0,1 °C	0,3 °C
Pt200	0,1 °C	0,2 °C
Pt1000	0,2 °C	0,4 °C
Ni100	0,07 °C *1	--

*1 Действительно в диапазоне от –60 до +180 °C.

Приведенные в таблице значения неопределенности представляют собой максимальные значения неопределенности при имитации резистивных датчиков напряжения. Фактическое значение неопределенности для каждого установленного значения имитируемой температуры зависит от неопределенности соответствующего сопротивления. Фактическая погрешность температуры отображается на экране калибратора. Фактические значения неопределенности всегда ниже тех, которые приведены выше в таблице.

Б. Термопары (TC)

типы:

K, N, R, S, B, J, T, E

диапазон температур:

от -250 до +1820 °C, в зависимости от типа

погрешность температуры:

0,4–4,3 °C (см. таблицу ниже)

Диапазоны и погрешность имитации термопар (при включенной функции AUTOCAL)

R	диапазон [°C]	-50.0 – 0.0	0.1 - 400	400.0 – 1000.0	1000.1 – 1767.0
	погрешность [°C]	3.2	2.1	1.4	1.7
S	диапазон [°C]	-50.0 – 0.0	0.1 – 250.0	250.1 – 1400.0	1400.1 – 1767.0
	погрешность [°C]	2.7	2.1	1.7	2.0
B	диапазон [°C]	400.0 – 800.0	800.1 – 1000.0	1000.1 – 1500.0	1500.1 – 1820.0
	погрешность [°C]	2.8	1.8	1.6	1.8
J	диапазон [°C]	-210.0 - -100.0	-100.1 – 150.0	150.1 – 700.0	700.1 – 1200.0
	погрешность [°C]	0.9	0.5	0.6	0.7
T	диапазон [°C]	-200.0 - -100.0	-100.1 – 0.0	0.1 – 100.0	100.1 – 400.0
	погрешность [°C]	0.9	0.5	0.4	0.4
E	диапазон [°C]	-250.0 - -100.0	-100.1 – 280.0	280.1 – 600.0	600.1 – 1000.0
	погрешность [°C]	1.6	0.4	0.5	0.5
K	диапазон [°C]	-200.0 - -100.0	-100.1 – 480.0	480.1 – 1000.0	1000.1 – 1372.0
	погрешность [°C]	1.0	0.6	0.7	0.8
N	диапазон [°C]	-200.0 - -100.0	-100.1 – 0.0	0.1 – 580.0	580.1 – 1300.0
	погрешность [°C]	1.2	0.7	0.6	0.8

Приведенные в таблице значения неопределенности представляют собой максимальные значения неопределенности при имитации термопар. Фактическое значение неопределенности для каждого установленного значения имитируемой температуры зависит от неопределенности соответствующего сопротивления. Фактическая погрешность температуры отображается на экране калибратора. Фактические значения неопределенности всегда ниже тех, которые приведены выше в таблице.

Мультиметр

Измеряемые величины:

постоянное напряжение
 постоянный ток
 сопротивление, температура
 величины, измеряемые тензометрическими датчиками

Диапазоны и погрешность

функция	суммарный диапазон	погрешность, %	разрешение / диапазон
Постоянное напряжение (DCV) ^{*1}	0 до +/-12.0000 В	0,01 % + 300 мкВ	100 мкВ/10 В
Постоянное напряжение (mVDC) ^{*1}	0 до +/-2.00000 В	0,02 % + 7 мкВ	20 мВ/100 нВ, 200 мВ/1 мкВ, 2 D/10 мкВ
Постоянный ток ^{*1}	0 до +/-25.0000 мА	0,015 % + 300 нА	100 нА/20 мА
Частота	1.000 Гц до 15 000.00 Гц	0.005	10 мкГц-0,1 Гц
Сопротивление ^{*2}	0.000 до 2 500.00 Ω	0,02% + 10 МОм	20 Ом/ 1 МОм, 200 Ом/1 МОм, 2 кОм/10 МОм
Температура — датчик Pt	-200.000 до +850.000 °C ^{*3}	0,1 °C	0,1 °C
Температура — термопара	-250.00 до +1820.00 °C ^{*4}	см. таблицу	0,01 °C
Тензодатчики ^{*4}	зависит от датчика	0,05 % + 10 мкВ + зависимости от датчика	

^{*1} Значения неопределенности действительны после выполнения коррекции нуля (ZERO) в установленном режиме

^{*2} Измерительный ток 1 мА

^{*3} Для датчика Pt 1000 максимальная температура — 350 °C

^{*4} Напряжение питания: 2–10 в постоянного тока, несимметричное
 Макс. ток: 40 мА
 Входное сопротивление: мин. 100 МОм
 Чувствительность: устанавливается в диапазоне 0,5–100 мВ/В
 Отображаемые единицы: задаются пользователем

Диапазоны и погрешность измерения температуры при помощи термопары

R	диапазон, °C	-50 - 0	0 – 400	400 – 1000	1000 – 1770
	погрешность, °C	2,5	1,5	1,0	1,2
S	диапазон, °C	-50 - 0	0 – 250	250 – 1400	1400 – 1770
	погрешность, °C	2,0	1,6	1,1	1,3
B	диапазон, °C	400 - 800	800 – 1000	1000 – 1500	1500 – 1820
	погрешность, °C	2,0	1,3	1,2	1,1
J	диапазон, °C	-210 - -100	-100 – 150	150 – 700	700 – 1200
	погрешность, °C	0,7	0,4	0,4	0,6
T	диапазон, °C	-200 - -100	-100 - 0	0 – 100	100 – 400
	погрешность, °C	0,8	0,5	0,4	0,4
E	диапазон, °C	-250 - -100	-100 - 280	280 – 600	600 – 1000
	погрешность, °C	1,1	0,4	0,4	0,5
K	диапазон, °C	-200 - -100	-100 - 480	480 – 1000	1000 – 1372
	погрешность, °C	0,8	0,4	0,6	0,8
N	диапазон, °C	-200 - -100	-100 - 0	0 – 580	580 – 1300
	погрешность, °C	0,9	0,5	0,5	0,8

Функция сортировки

Выход GO/NG: 1 на замыкание, 1 на размыкание, 50 В_{разм}/100 мА
 Запуск: внутренний, внешний, ручной

Температурная зависимость:

Дополнительная погрешность 0.1 x основная погрешность /°C при нормальной температуре для температуры, выходящей за границы нормальной температуры 23 ± 2°C, от +13 °C до +33 °C.

Общие данные

Время прогрева:	1 час	
Диапазон рабочих температур:	(23 ± 10) °C, влажность < 80%	
Диапазон нормальных температур:	(23 ± 2) °C	
Размеры:	450 x 480 x 150 мм	
Масса нетто	23 кг	
Сеть:	115–220/230 В ± 10%, 47...63 Гц	
Потребляемая мощность:	45 ВА без нагрузки макс. 150 ВА с полной нагрузкой	
Класс безопасности:	I согласно EN 1010-1	
Внешние предохранители:	F4L250V	1 шт.
Внутренние предохранители:	F1.6L250V	3 шт.
	F200mL250V	2 шт.
	F2.5L250V	2 шт.

Принадлежности

Основные принадлежности (входят в комплект поставки)

• Сетевой шнур		1 шт.
• Руководство по эксплуатации		1 шт.
• Протокол испытаний		1 шт.
• Запасной предохранитель		2 шт.
• Измерительный кабель 1000 В/20 А, 1 м		2 шт.
• Опция 40	переходник Canon 25 / 2 пружинных штекера, 1 м	1 шт.
• Опция 60	переходник Canon 25 / 4 пружинных штекера, 1 м	1 шт.
• Опция 70	переходник для имитации сопротивления по четырехпроводной схеме	1 шт.
• Кабель RS	Кабель RS -232	1 шт.

Опции (заказываются отдельно)

• 140-50	токовая катушка 50 витков
• 140-01	переходник для калибровки мультиметров
• 140-02	набор кабелей
• 140-41	переходник для одновременной калибровки и измерения
• Опция 10	выходной кабель 20 А/1000 В (черный)
• Опция 11	выходной кабель 20 А/1000 В (красный)
• Опция 20	выходной кабель BNC/BNC
• Опция 30	выходной кабель BNC/пружинный штекер
• Опция 40	выходной кабель D-SUB25/2 пружинных штекера, 1 м
• Опция 60	выходной кабель D-SUB25/4 пружинных штекера, 1 м
• Кабель GPIB	IEEE488/IEEE488, 2 м
• Кабель RS	кабель RS-232 для подключения к ПК
• WinQbase	программное обеспечение для калибровки прибора
• MEACA	программный модуль для мультиметров
• Caliber	программный модуль для мультиметров

Производитель

MEATEST, s.r.o
Železná 509/3, 619 00 Brno
Республика Чехия

тел.: +420 – 543 250 886
факс: +420 – 543 250 890
meatest@meatest.cz
www.meatest.com