

CALIBRO 140i

Многофункциональный калибратор

Руководство по эксплуатации

MEATEST



Содержание

Основные сведения	5
Подготовка к работе	6
Осмотр содержимого упаковки, выбор места установки.....	6
Включение питания.....	6
Время прогрева.....	6
Замена предохранителя.....	7
Меры предосторожности.....	7
Описание органов управления и индикации	8
Передняя панель.....	8
Задняя панель.....	12
Управление калибратором	13
Выбор функции.....	13
Установка параметров выходного сигнала.....	13
Установка относительного отклонения.....	15
Изменение значения в 10 раз.....	16
Подсоединение и отсоединение выходных клемм.....	16
Установка частоты.....	17
Генерация калиброванного напряжения.....	18
Генерация калиброванного тока.....	20
Имитация датчиков температуры.....	21
Режим калибровки	23
Сообщения об ошибках	31
Функциональное описание калибратора	33
Обслуживание калибратора	39
Проверочные испытания	41
Дистанционное управление	47
Свойства шины IEEE-488.....	47
Свойства шины RS232.....	47
Синтаксис команд.....	48
Стандартные структуры системы статуса.....	64
Примеры использования	67
Калибровка измерительных приборов.....	67
Мультиметры.....	67
Термометры.....	68
Технические характеристики	69
Принадлежности	72

Основные сведения

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

В калибраторе имеется функция имитации датчиков температуры резистивного типа и термопар,

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

Имитация датчиков температуры — еще одна функция, которую можно использовать для калибровки термометров и термодатчиков. Калибратор обеспечивает имитацию всех распространенных 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 0,4 до 4,3 °С.

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 MBASE/WinQbase.

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.

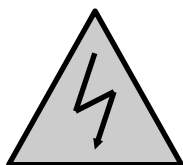
Безопасность обеспечивается особенностями конструкции и использованием компонентов конкретных типов.

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

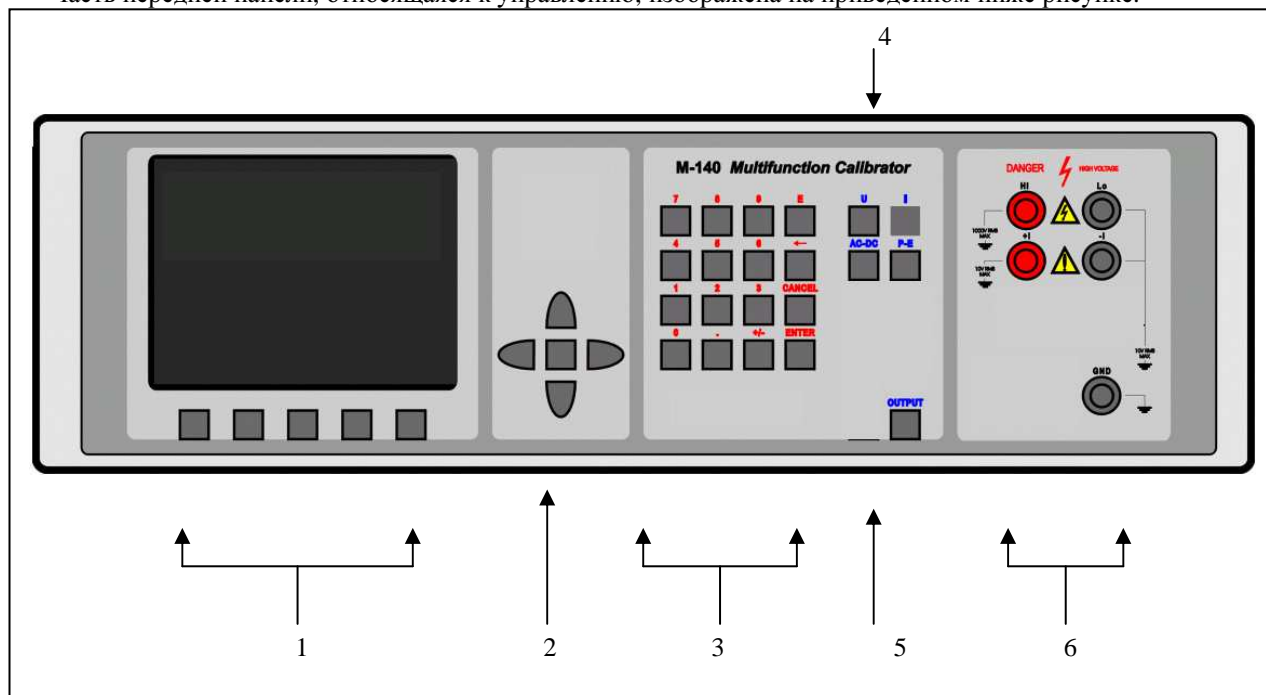


Опасно — высокое напряжение

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 (∧, ∨) позволяют пользователю соответственно увеличивать и уменьшать значение под курсором.

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

3 Цифровая клавиатура

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

4 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
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
Имитация датчиков температуры	100 °С	Pt 100/1.385, ITS90
Температура холодного спая датчиков термопары	23 °С	R

5 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.

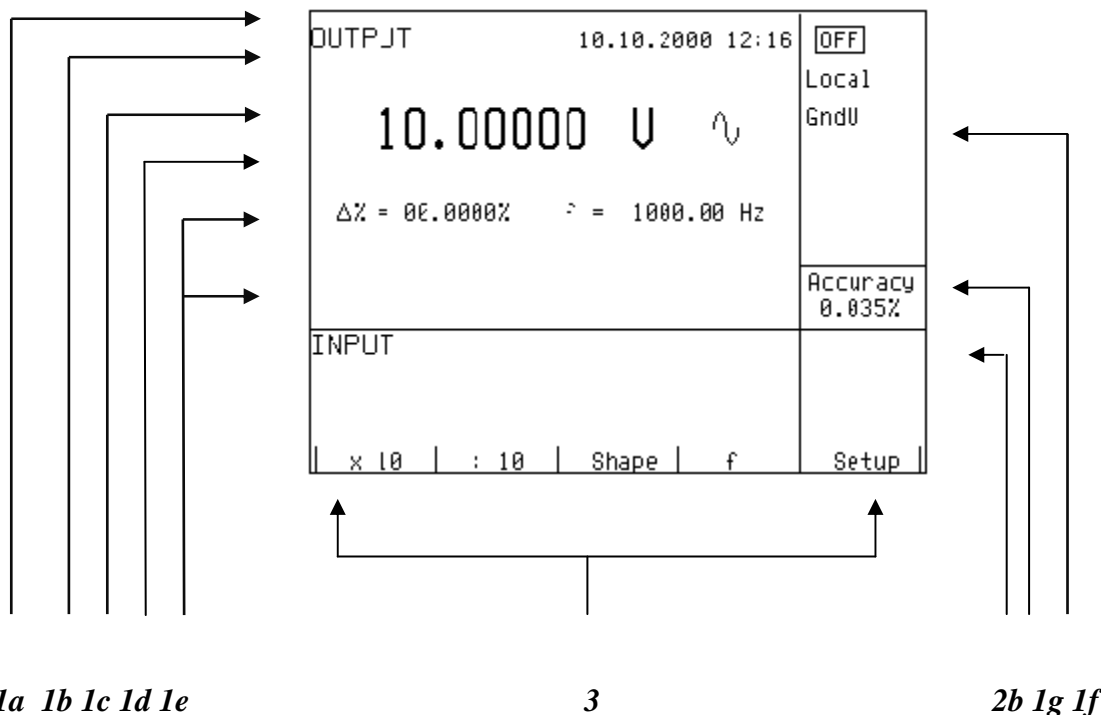
6 Выходные и входные клеммы

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.

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

7 Дисплей



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 R_0 и тип резистивного датчика температуры;
- температура холодного спая датчиков термопары и выбранный тип датчика термопары;
- значение амплитуды и тип сигнальной кривой для частоты.

f) *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.

g) *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. Не поддерживается в версии M-140i.

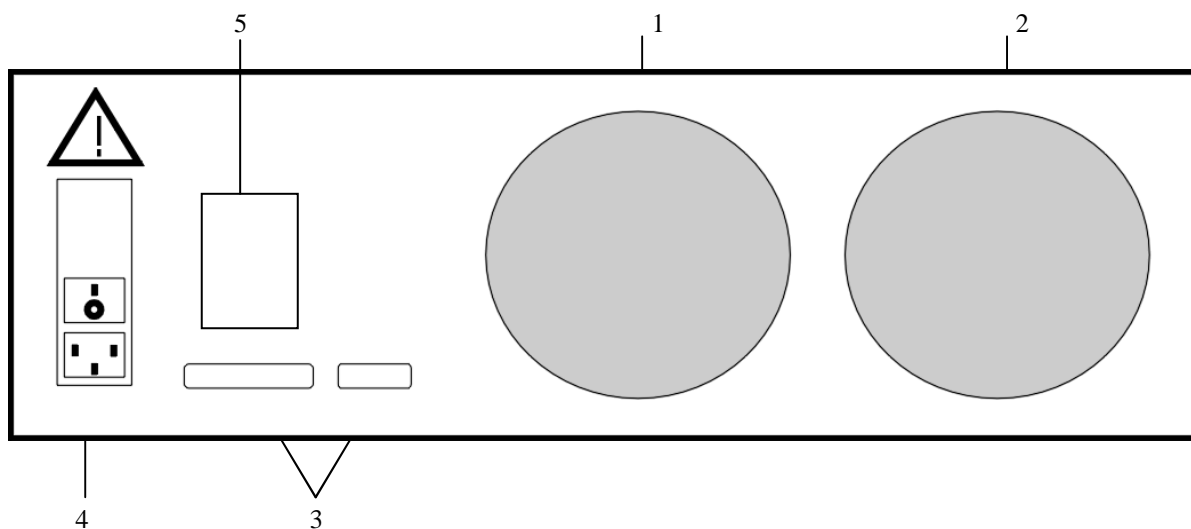
Область экранных клавиш

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	
+/-	Сменить полярность выходного напряжения или тока	Только для функций DC U, DC I
Calib.	Войти в меню калибровки	
SETUP	Войти в меню настройки	
TC type	Выбор типа датчика термопары	Только для функции T
f	Ввести частоту сигнала	Только для функций U, I, F

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, T 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. 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). 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.

OUTPJT	10.10.2000 12:19	[OFF]
10.00000 U	~	Local GndU
: 5.236_____]		
Δ% = 00.0000%	f = 1000.00 Hz	
	Shape Sine	Accuracy 0.035%
INPUT		ACAL
μV mV V		Exit

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.

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 $\Delta\%$.

OUTPJT		10.10.2000 12:19	[OFF]
10.00000 U		~	Local GndU
$\Delta\% = 00.0000\%$ [0.15 _ _ _ _ _]		f = 1000.00 Hz	Accuracy 0.035%
INPUT		Shape Sine	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.

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, R-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 R-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.

OUTPUT		13.00000 U	10.10.2000 12:21	[OFF]
10.00000 U		~		Local GndU
Δ% = 3E.0000%		f = 1000.00 Hz		Accuracy 0.033%
		Shape sine		
INPUT				ACAL
Hz	kHz			Exit

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



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.

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;
 - * неопределенность 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 , 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.

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.

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;
 - * неопределенность 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 проверять 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!».

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, PTHI и клеммы напряжения PTLU, PTHU. Рекомендуется использовать переходник 140-41.

Диапазон установки температуры имитируемого датчика:	от -250 до +1820 °С, в зависимости от типа
Типы датчиков:	термопара K, N, R, S, B, J, T, E
Температурная шкала:	ITS 90, PTS 68

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 °С или К)
 - * тип датчика термопары: K, N, R, S, B, J, T, E
 - * 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;
- * неопределенность 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		
ΔT = 0000.0 °C		RJ = 0023.0 °C		
TC type T				
U = +3.3672 mV				
INPUT		V DC		
		TC type		Setup

Примечание

- Нагрузка на выходные клеммы ограничена в соответствии с действующими диапазонами напряжения и тока.

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		
		Accuracy 0.4 °C		
ΔT = 0000.0 °C		RJ = 0023.0 °C [28.5 _ _ _ _ _]		
TC type T				
INPUT		V DC		
	°C			Exit

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.

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 калибровка 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

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.

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).

переходники «опция 40» (напряжение, ток) и «опция 60» (сопротивление).

Доступ к процедуре калибровки

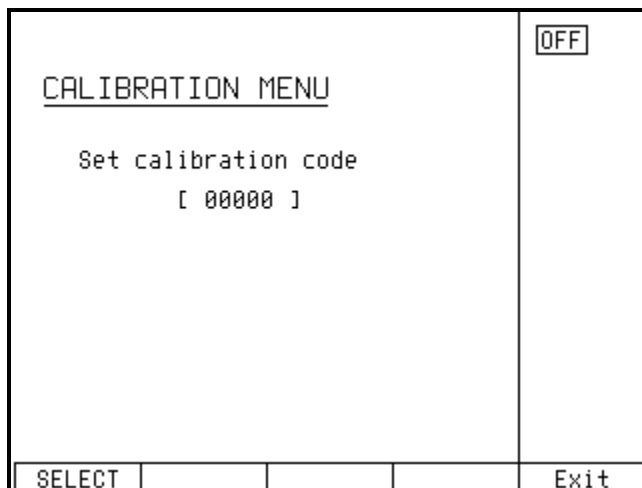
Для доступа к процедуре калибровки необходимо ввести калибровочный код.

- Нажмите SETUP для входа в меню настройки.
- Нажмите экранную клавишу CALIB.

- 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»)

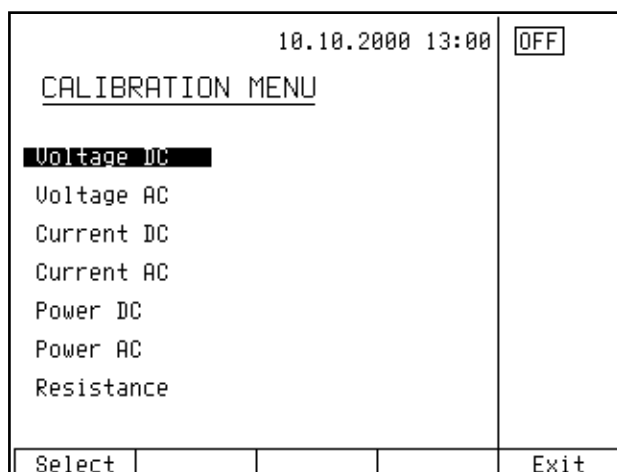
- Если калибратор уже включен в течение как минимум 60 минут, после нажатия экранной клавиши CAL. MODE запрашивается калибровочный код.



- 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:

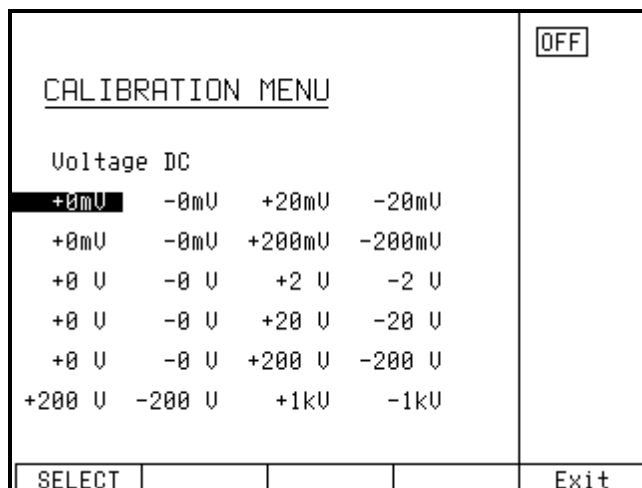


- Используйте клавиши управления курсором ^ и v для перемещения по списку:

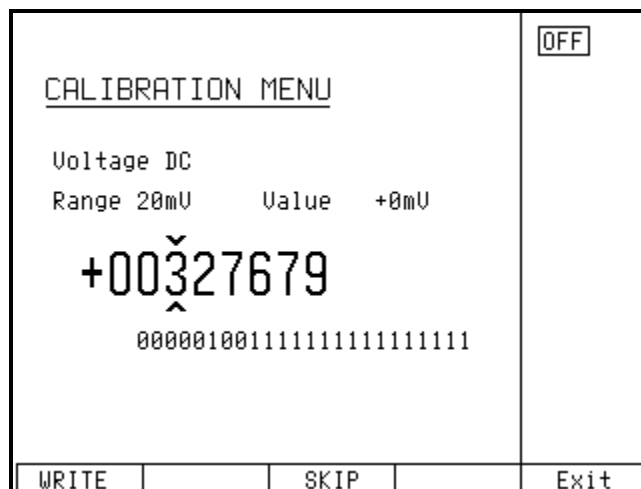
- | | | |
|----|------------|---|
| 1. | VOLTAGE DC | Калибровка всех диапазонов постоянного напряжения |
| 2. | VOLTAGE AC | Калибровка всех диапазонов переменного напряжения |
| 3. | CURRENT DC | Калибровка всех диапазонов постоянного тока |
| 4. | CURRENT AC | Калибровка всех диапазонов переменного тока |

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):



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



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 выйдной 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 значение соответствующего параметра сигнала вводится с клавиатуры. Функция T не требует калибровки, так как выходное напряжение или сопротивление основана на арифметической интерполяции, используя стандартные таблицы значений температурного датчика.

Калибратор не нуждается в калибровке частоты.

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.

Процедура полной калибровки

Ниже описывается процедура полной калибровки.

Необходимые приборы:

Для выполнения калибровки необходимы следующие приборы:

- 8 ½-разрядный мультиметр типа Agilent 3458A 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%
- Частотомер HP 53181A, HO 53130, VM 642 или другой с погрешностью 0,001 %

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-140i.
 - 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 <, >, v, ^ 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-140i.
 - 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.



ВНИМАНИЕ

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

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 V DC				Local
Error 40 Value too large !				GndU Off
				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 .

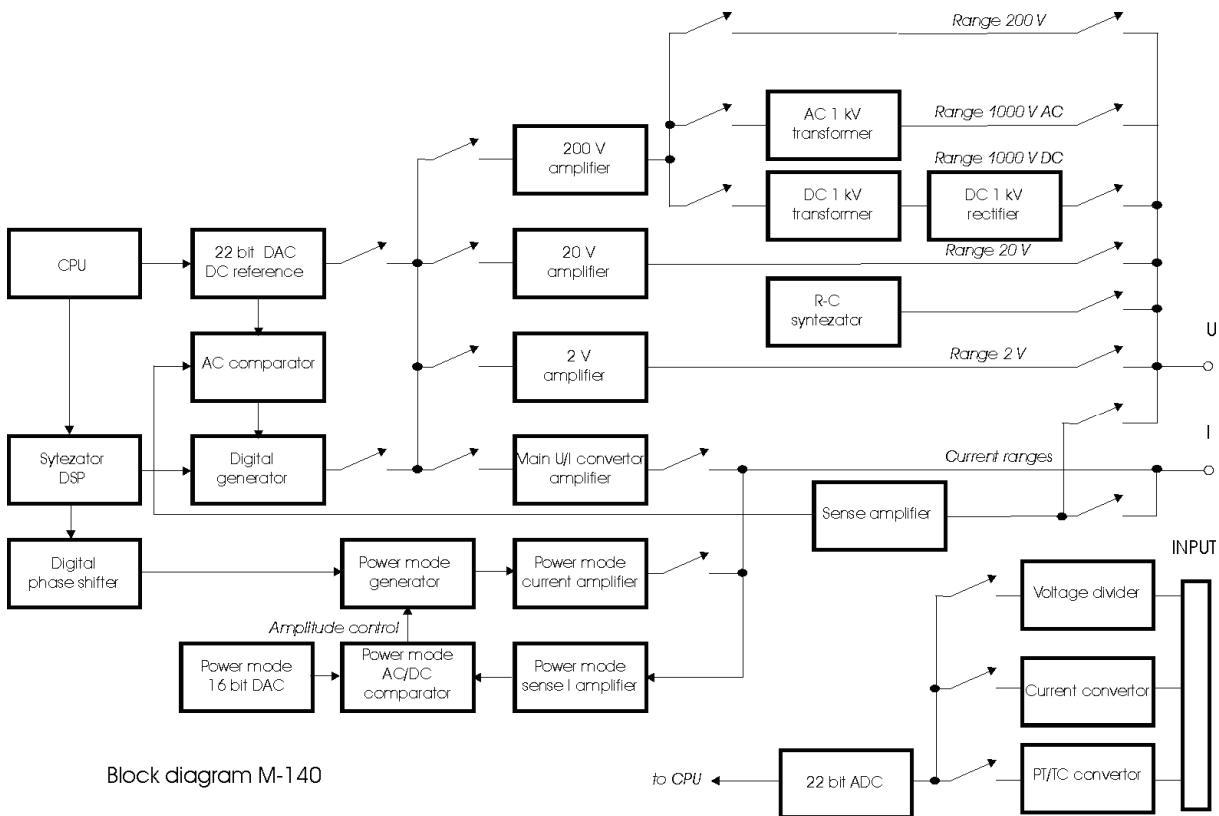
Функциональное описание калибратора

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

Примечание: Перечень основных функциональных блоков содержит все блоки М-140 модели. В версии М140i некоторых из блоков отсутствуют.

**Надпись**

Range <X> V
 Range <X> V AC
 Range <X> V DC
 AC 1 kV transformer
 DC 1 kV transformer
 DC 1 kV rectifier
 R-C synteziator
 <X> V amplifier
 CPU
 22 bit DAC DC reference
 AC comparator
 Synteziator DSP
 Digital generator
 Main U/I convertor amplifier
 Current ranges
 Sense amplifier
 Digital phase shifter
 Power mode generator
 Power mode current amplifier
 Amplitude control
 Power mode 16 bit DAC
 Power mode AC/DC comparator

Power mode sense I amplifier

INPUT

Voltage divider
 Current convertor
 PT/TC convertor
 22 bit ADC

to CPU

Block diagram CALIBRO-140i

Перевод

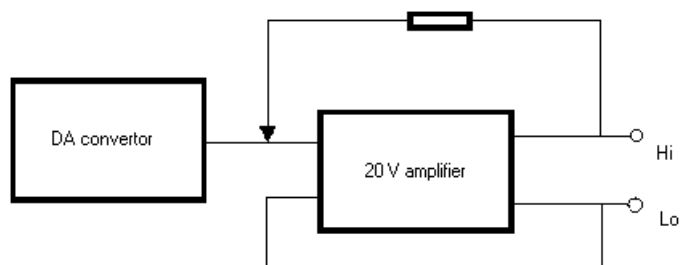
Диапазон <X> В
 Диапазон <X> В перем. тока
 Диапазон <X> В пост. тока
 Трансформатор перем. тока 1 кВ
 Трансформатор пост. тока 1 кВ
 Выпрямитель 1 кВ
 R-С-синтезатор
 Усилитель <X> В
 Процессор
 22-разрядный ЦАП, опорное пост. напряжение
 Компаратор перем. тока
 Синтезатор цифровой обработки сигналов
 Цифровой генератор
 Усилитель-преобразователь напряжение-ток
 Диапазоны токов
 Измерительный усилитель
 Цифровой фазовращатель
 Генератор режима генерации мощности
 Усилитель тока режима генерации мощности
 Регулировка амплитуды
 16-разрядный ЦАП режима генерации мощности
 Компаратор перем. и пост. тока режима генерации мощности
 Измерительный усилитель тока режима генерации мощности

ВХОД
 Делитель напряжения
 Преобразователь тока
 РТ/ТС-преобразователь
 22-разрядный АЦП
 к процессору

Блок-схема CALIBRO-140i

Диапазоны напряжений 2, 20 В постоянного тока

The functional scheme is shown in the picture below:



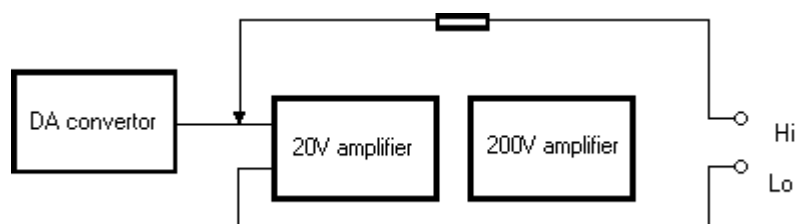
Надпись
DA convertor
20V amplifier

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 замеряется 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.



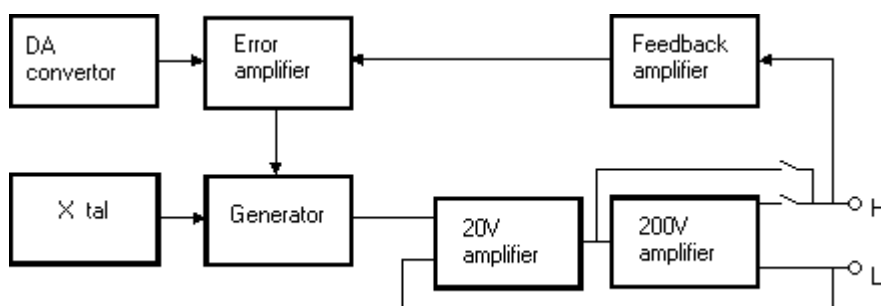
Надпись
DA convertor
<X>V amplifier

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

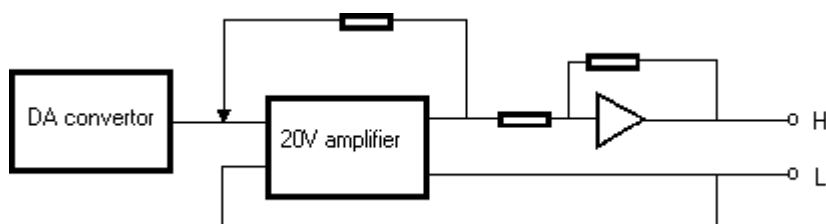
Перевод

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

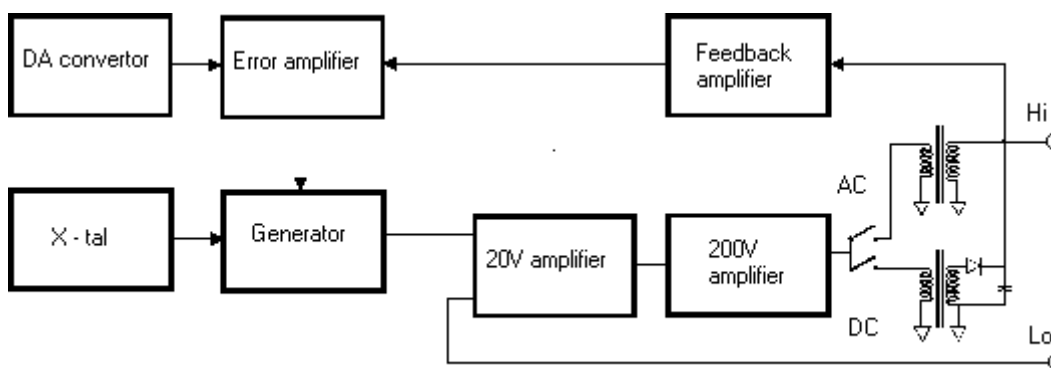
Перевод

ЦАП
 Усилитель 20 В

Выходной сигнал с усилителя подается на инвертирующий аттенюатор 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.



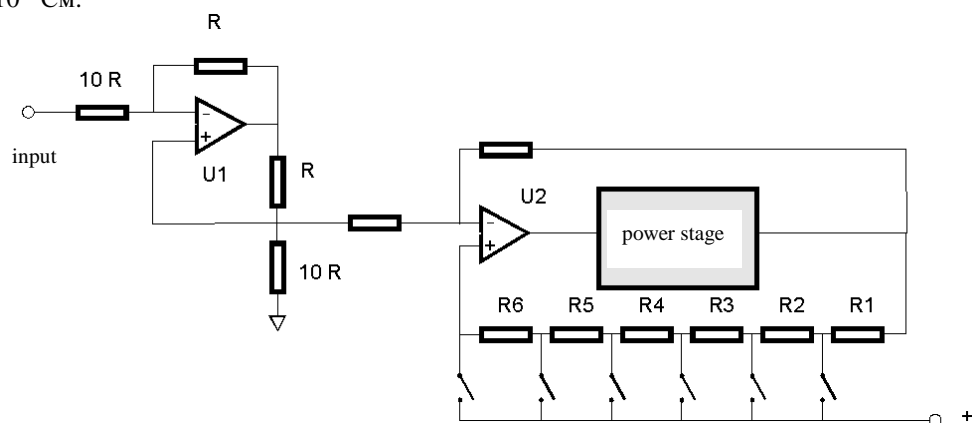
Надпись
 DA convertor
 <X>V amplifier
 Error amplifier
 Feedback amplifier
 X tal
 Generator

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.



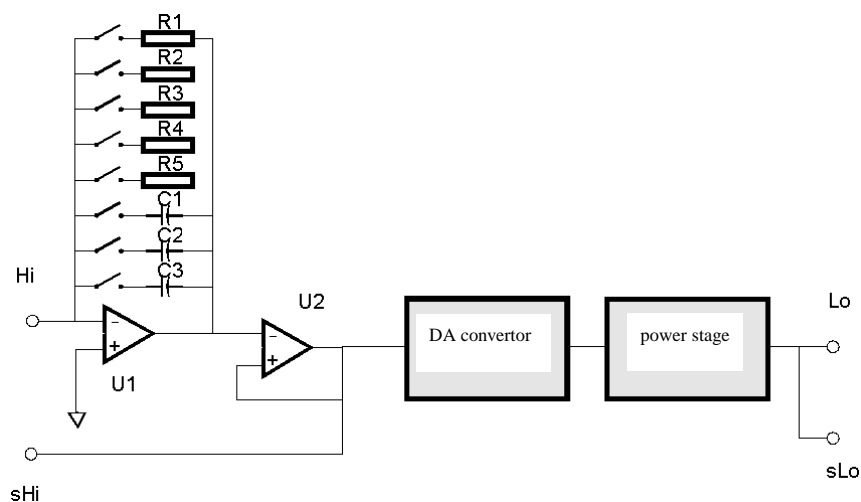
Надпись
 input
 power stage

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

Hi и Lo — выходные клеммы калибратора. Каскад с операционным усилителем U1 преобразует напряжение в ток. U2 играет роль разделительного усилителя. R1–R5 и C1–C3 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 Hi и Lo)
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.

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 Agilent 3458A 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%
- Частотомер HP 53181A, HO 53130, VM 642 или другой с погрешностью 0,001 %

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.

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 номинального значения **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. Подсоедините вход измерения напряжения эталонного мультиметра к клеммам генерации напряжения калибратора. Установите надлежащие параметры эталонного мультиметра для достижения максимально возможной точности.
3. 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.
4. Подсоедините вход измерения тока эталонного мультиметра к клеммам генерации тока калибратора. Установите надлежащие параметры эталонного мультиметра для достижения максимально возможной точности.
5. 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.
6. 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.
7. Выполните тест большого переменного и постоянного тока в диапазоне 2 А согласно таблице VIII. Отклонение не должно превышать указанный предел.
8. 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.
9. Выполните тест большого переменного и постоянного тока в диапазоне 20 А согласно таблице VIII. Отклонение не должно превышать указанный предел.

10. Выполните тест частоты согласно таблице XII. Отклонение не должно превышать указанный предел.
11. 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 частоты

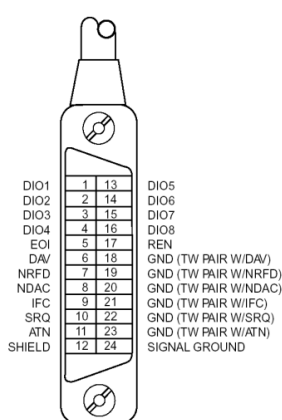
Функция	Диапазон	Значение, Гц	Частота, Гц	Допустимое отклонение, %
FREQ	1 кГц	1000,0		0,005

Таблица IX

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, SRI

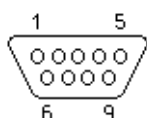
Прибор также распознает следующие общие команды:

- 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-140i
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).

<DNPД>

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] (?) <DNPД>

Эта команда включает имитацию сопротивления.

<DNPД>

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] (?) <DNPД>

Эта команда включает имитацию емкости.

<DNPД>

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 (?) <CPД> { 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 (?) <DNPД> [, { LEAD | LAG }]

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

<DNPД>

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 <DNPD> <cr>
```

<DNPD>

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 (?) <DNPD>

Эта команда задает амплитуду сигналов PWMP, PWMS, PWMN.

Примеры:

Установка амплитуды цифрового сигнала PWMP:

```
FUNC :PWMP ; FREQ :VOLT <DNPD> <cr>
```

<DNPD>

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 (?) <DNPD>

Эта команда задает ослабление цифрового сигнала SQU.

Примеры:

Задание ослабления высокочастотного сигнала:

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

<DNPD>

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 сая термопары.

<DNPД>

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

Пример: установка температуры холодного сая, 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 (?) <DNPD>

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

<DNPD>

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

: VOLTage

: CURRent

: MVOLTage

: RESistance

: FREQuency

: TEMPerature

: RTD

: TYPE (?)

<CPD> { PT385 | PT392 }

: NRESistance (?)

<DNPD>

: THERmocouple

: TYPE (?)

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

: RJUNction (?)

<DNPD>

: SGS
: VOLTage (?) <DNPD>
: 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 (?) <DNPД>

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.

<DNPД>

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 TC 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 (?) <DNPД>

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

<DNPД>

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 (?) <DNPД>

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

<DNPД>

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

<DNPД>

: RESUlт ?

TEST :RUN <DNPД>

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

<DNPД>

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-140I , 412341 , 4 . 6

Операция завершена***OPC <сг>**

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

Операция завершена?***OPC? <сг>**

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

Операция завершена?***OPC? <сг>**

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

Команда ожидания продолжения***WAI <сг>**

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

Сброс***RST <сг>**

Эта команда сбрасывает калибратор к исходному статусу.

Самопроверка

***TST? <сг>**

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? <сг>**

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

Установка маски запроса на обслуживание (только IEEE488)***SRE <value> <сг>**

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? <сг>**

Этот запрос возвращает содержимое регистра маски запроса на обслуживание.

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

Этот запрос возвращает содержимое регистра статуса событий и очищает регистр.

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

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? <сг>**

Этот запрос возвращает содержимое регистра маски статуса событий.

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

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

Дистанционное управление

***REM <сг>**

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 <сг>**

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.

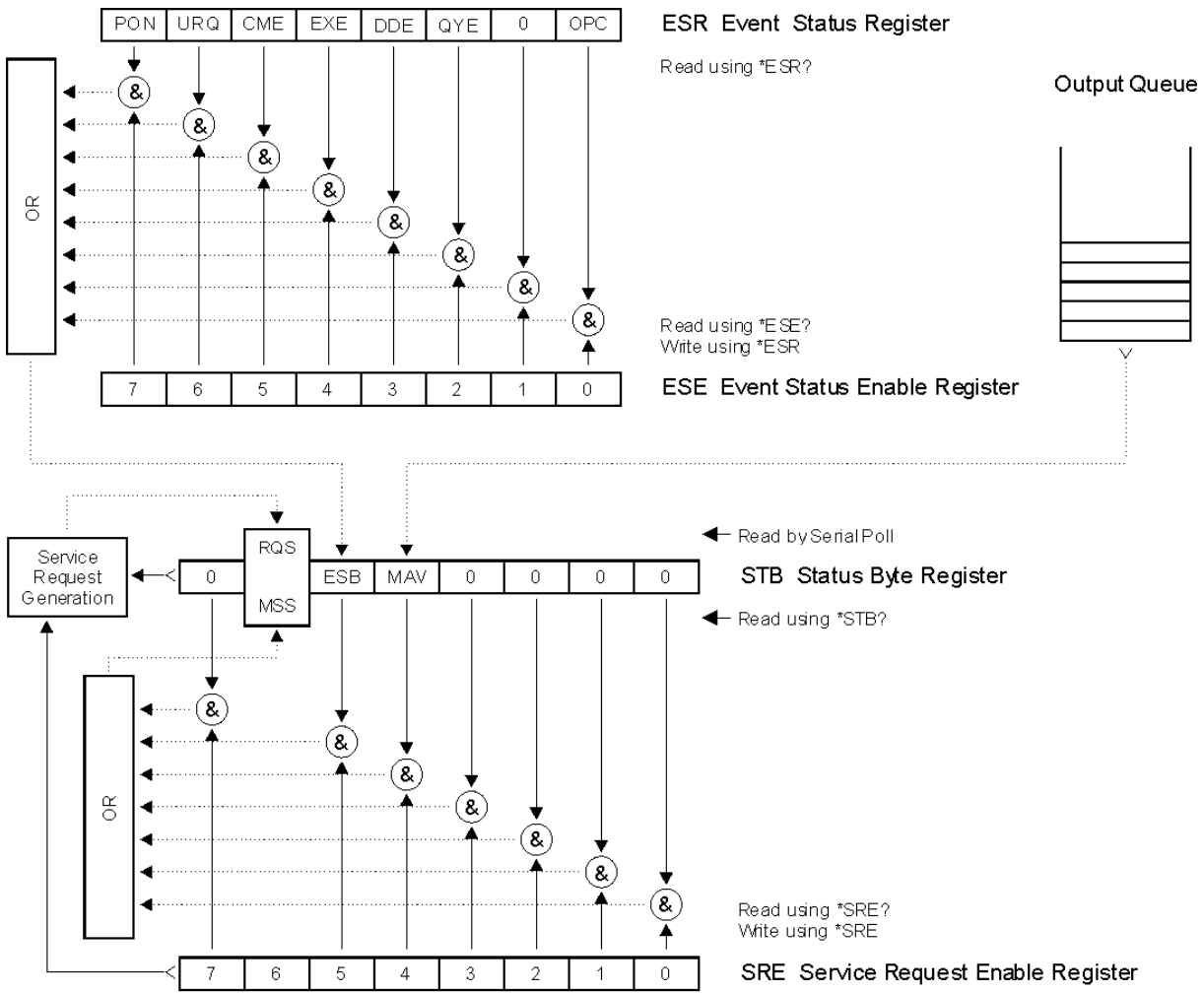
Блокировка местного управления***LLO <сг>**

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 б 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:
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.

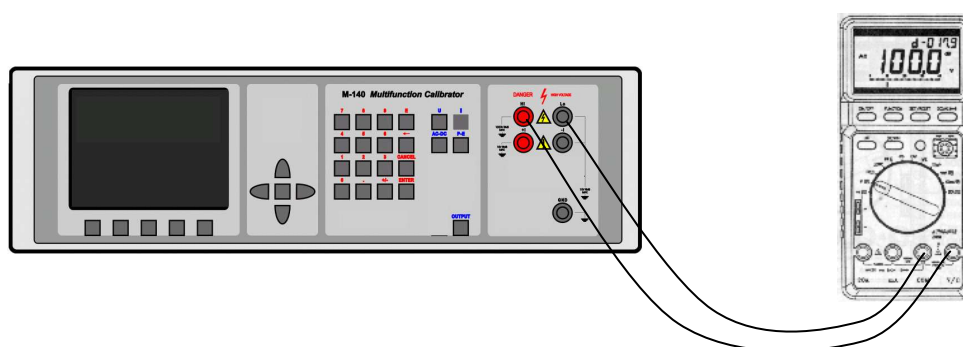
Диапазоны измерения напряжения

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. 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



Диапазоны измерения тока

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

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.

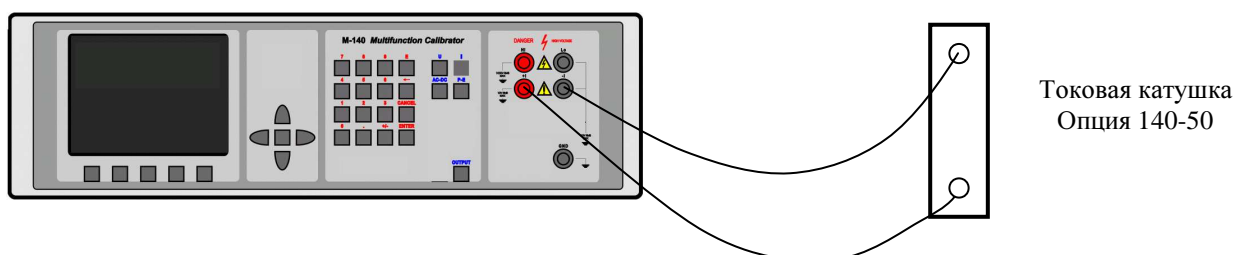
При калибровке амперметров с использованием тока, превышающего 1 А, важна правильность подсоединения клемм — как выходные клеммы калибратора, так и входных клемм прибора. Чрезмерно большое сопротивление контактов может привести к их нагреву и вызвать ошибки калибровки. Чрезмерно большое и нестабильное 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. Если клемма L калибруемого прибора не заземлена, следует заземлить клемму -U (-I) калибратора (GND U ON, GND I ON, см. главу «Меню настройки»).

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:



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 T. Предусмотрена имитация 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, вручную установив значение RJ. Калибруемое устройство подключается аналогично вольтметру.

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 перем. 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
Разрешение частоты:	6 разрядов
Неопределенность частоты:	0.005 %
Форма сигнала:	sin

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	
			20 Гц–10 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

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
Разрешение частоты:	6 разрядов
Неопределенность частоты:	0.005 %
Форма сигнала:	sin

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	
			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
2.000000 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	--	--
2.000000 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 140-50» следует добавить неопределенность 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

Имитация датчиков температуры

температурная шкала:

ITS 90, PTS 68

типы:

K, N, R, S, B, J, T, E

диапазон температур:

от -250 до +1820 °С, в зависимости от типа

погрешность температуры:

0,4–4,3 °С (см. таблицу ниже)

Диапазоны и неопределенность имитации термомпар (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 термомпар. Фактическое значение неопределенности для каждого установленного значения имитируемой температуры зависит от неопределенности соответствующего сопротивления. Фактическая неопределенность температуры отображается на экране калибратора. Фактические значения неопределенности всегда ниже тех, которые приведены выше в таблице.

Температурная зависимость:

Дополнительная погрешность 0.1 x основная погрешность /°С при нормальной температуре для температуры, выходящей за границы нормальной температуры 23 ± 2°С, от +13 °С до +33 °С.

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, 50/60 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.
• Кабель RS Кабель RS -232 1 шт.	

Опции (заказываются отдельно)

• 140-50	токовая катушка 50 витков
• Опция 10	выходной кабель 20 А/1000 В (черный)
• Опция 11	выходной кабель 20 А/1000 В (красный)
• WinQbase	программное обеспечение для калибровки прибора
• 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