

FLUKE®

Calibration

5502A

Multi-Product Calibrator

Руководство по эксплуатации

ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ И ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для каждого продукта Fluke гарантируется отсутствие дефектов материалов и изготовления при нормальном использовании и обслуживании. Срок гарантии один год, начиная с даты поставки. На запчасти, ремонт оборудования и услуги предоставляется гарантия 90 дней. Эта гарантия действует только для первоначального покупателя или конечного пользователя, являющегося клиентом авторизованного реселлера Fluke, и не распространяется на предохранители, одноразовые батареи и на любые продукты, которые, по мнению Fluke, неправильно или небрежно использовались, были изменены, загрязнены или повреждены вследствие несчастного случая или ненормальных условий работы или обработки. Fluke гарантирует, что программное обеспечение будет работать в соответствии с его функциональными характеристиками в течение 90 дней, и что оно правильно записано на исправных носителях. Fluke не гарантирует, что программное обеспечение будет работать безошибочно и без остановки.

Авторизованные реселлеры Fluke расширят действие этой гарантии на новые и неиспользованные продукты только для конечных пользователей, но они не уполномочены расширять условия гарантии или вводить новые гарантийные обязательства от имени Fluke. Гарантийная поддержка предоставляется, только если продукт приобретен на авторизованной торговой точке Fluke, или покупатель заплатил соответствующую международную цену. Fluke оставляет за собой право выставить покупателю счет за расходы на ввоз запасных/сменных частей, когда продукт, приобретенный в одной стране, передается в ремонт в другой стране.

Гарантийные обязательства Fluke ограничены по усмотрению Fluke выплатой покупной цены, бесплатным ремонтом или заменой неисправного продукта, который возвращается в авторизованный сервисный центр Fluke в течение гарантийного периода.

Для получения гарантийного сервисного обслуживания обратитесь в ближайший авторизованный сервисный центр Fluke за информацией о праве на возврат, затем отправьте продукт в этот сервисный центр с описанием проблемы, оплатив почтовые расходы и страховку (ФОБ пункт назначения). Fluke не несет ответственности за повреждения при перевозке. После осуществления гарантийного ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой (ФОБ пункт назначения). Если Fluke определяет, что неисправность вызвана небрежностью, неправильным использованием, загрязнением, изменением, несчастным случаем или ненормальными условиями работы и обработки, включая электрическое перенапряжение из-за несоблюдения указанных допустимых значений, или обычным износом механических компонентов, Fluke определит стоимость ремонта и начнет работу после получения разрешения. После ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой, и покупателю будет выставлен счет за ремонт и транспортные расходы при возврате (ФОБ пункт отгрузки).

ЭТА ГАРАНТИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННОЙ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ И ЗАМЕНЯЕТ ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ, ПРЯМЫЕ ИЛИ СВЯЗАННЫЕ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, СВЯЗАННЫЕ ГАРАНТИИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОДАЖИ ИЛИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ. FLUKE НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЛИ УЩЕРБ, ВКЛЮЧАЯ ПОТЕРЮ ДАННЫХ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ КАКИХ-ЛИБО ДЕЙСТВИЙ ИЛИ МЕТОДОВ.

Поскольку некоторые страны не допускают ограничения срока связанной гарантии или исключения и ограничения случайных или косвенных повреждений, ограничения этой гарантии могут относиться не ко всем покупателям. Если какое-либо положение этой гарантии признано судом или другим директивным органом надлежащей юрисдикции недействительным или не имеющим законной силы, такое признание не повлияет на действительность или законную силу других положений.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
США

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
Нидерланды

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

ВНИМАНИЕ!



ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

используется при работе с этим оборудованием

**ОПАСНОЕ ДЛЯ ЖИЗНИ
НАПРЯЖЕНИЕ**

может присутствовать на клеммах, соблюдайте все меры безопасности!

Во избежание поражения электрическим током, оператор не должен прикасаться к клеммам выхода НІ или датчика НІ, а также к цепям, подключенным к этим клеммам. Во время работы на этих клеммах может присутствовать опасное для жизни напряжение до 1020 В переменного или постоянного тока.

Всякий раз, когда это позволяет характер работы, отведите одну руку в сторону от оборудования, чтобы уменьшить опасность прохождения тока через жизненно важные органы.

Содержание

Глава	Название	Страница
1	Введение и технические характеристики	1-1
	Введение	1-3
	Информация по безопасности.....	1-4
	Защита от перегрузки	1-6
	Работа с прибором.....	1-6
	Местный режим управления.....	1-6
	Дистанционное управление (RS-232)	1-6
	Дистанционный режим управления (IEEE-488).....	1-7
	Руководства	1-8
	Руководство по началу работы с Калибратором 5502A.....	1-8
	Руководство по эксплуатации Калибратора 5502A	1-8
	Контактные координаты Fluke Calibration	1-8
	Технические характеристики	1-9
	Общие технические условия	1-9
	Подробные технические характеристики	1-10
	Постоянное напряжение	1-10
	Постоянный ток.....	1-11
	Сопротивление.....	1-12
	Переменное напряжение (синусоидальное)	1-13
	Переменное напряжение (синусоидальное) (продолж.)	1-14
	Переменный ток (синусоидальный).....	1-15
	Переменный ток (синусоидальный) (продолж.).....	1-16
	Емкость	1-17
	Калибровка температуры (термопара)	1-18
	Калибровка температуры (термометр сопротивления).....	1-19
	Фаза.....	1-19
	Характеристики питания переменного и постоянного тока	1-20
	Ограничения характеристик по выходной мощности и одновременному воспроизведению двух выходных сигналов.....	1-20
	Вычисление относительной погрешности выходной мощности и одновременного воспроизведения двух выходных сигналов	1-21
	Примеры относительных погрешностей мощности при различных параметрах выхода:	1-22
	Вычисление погрешности мощности	1-22

Дополнительные характеристики	1-23
Частота	1-23
Гармоники (со 2 ^й по 50 ^ю).....	1-23
Расширенный частотный диапазон переменного напряжения (синусоидального)	1-24
Переменное напряжение (не синусоидальное).....	1-24
Переменное напряжение (не синусоидальное) (продолж.)	1-25
Переменное напряжение с постоянной составляющей.....	1-26
Характеристики прямоугольного переменного напряжения	1-26
Характеристики пилообразного переменного напряжения (типичные).....	1-26
Переменный ток (не синусоидальный)	1-27
Переменное напряжение (не синусоидальное) (продолж.)	1-28
Характеристики переменного тока, прямоугольные колебания (типичные).....	1-28
Характеристики переменного тока, пилообразные колебания (типичные).....	1-28
2 Подготовка к эксплуатации	2-1
Введение	2-3
Распаковка и проверка	2-3
Выбор сетевого напряжения	2-4
Подсоединение к линии питания	2-4
Выбор частоты питающей сети	2-5
Размещение	2-6
Замечания относительно воздушного потока.....	2-7
3 Настройки.....	3-1
Введение	3-3
Элементы передней панели	3-3
Элементы задней панели.....	3-3
Дерево функциональных кнопок.....	3-3
4 Передняя панель	4-1
Введение	4-3
Включение Калибратора.....	4-3
Прогрев Калибратора	4-4
Можно использовать функциональные клавиши	4-4
Использование меню настройки	4-4
Использование меню настройки прибора	4-5
Меню служебных функций	4-6
Использование меню энергонезависимой памяти.....	4-6
Сброс Калибратора	4-7
Обнуление Калибратора	4-7
Рабочий режим и режим ожидания.....	4-8
Подключение Калибратора к UUT	4-9
Рекомендуемые кабели и типы разъемов	4-9
Когда используется кнопка EARTH	4-10
Различие между четырехпроводным и двух проводным подключением	4-11
Четырехпроводное подключение.....	4-11
Двухпроводная компенсация	4-11
Без компенсации	4-11
Указания по кабельным подключениям.....	4-12

Среднеквадратичное значение и амплитуда размаха.....	4-17
Автоматический диапазон и фиксированный диапазон.....	4-18
Задание выхода	4-18
Установка постоянного напряжения.....	4-19
Установка переменного напряжения на клеммах	4-20
Установка выхода постоянного тока	4-23
Установка вывода переменного тока.....	4-24
Установка мощности постоянного тока	4-25
Установка мощности переменного тока.....	4-27
Установка постоянного выходного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений	4-30
Установка переменного выходного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений	4-31
Задание выходного сопротивления	4-34
Задание выходной емкости	4-35
Задание имитации температуры (термопара).....	4-37
Задание имитации температуры (RTD).....	4-39
Измерение температуры с помощью термопары	4-41
Типы форм сигналов.....	4-44
Синусоида	4-44
Пилообразные сигналы	4-44
Прямоугольный сигнал.....	4-45
Усеченная синусоида	4-45
Задание гармоник	4-46
Подстройка фазы.....	4-47
Запись угла сдвига фаз	4-49
Запись коэффициента мощности.....	4-49
Запись смещения постоянного тока	4-50
Редактирование ошибочных значений выходных сигналов.....	4-51
Редактирование выходного сигнала	4-51
Отображение ошибки UUT.....	4-52
Использование кнопок умножения и деления	4-53
Задание предельных значений выходного сигнала	4-53
Примеры применения	4-54
Калибровка цифрового мультиметра серии 80	4-55
Кабели.....	4-55
Подключение к заземлению	4-55
Проверка измерительного прибора.	4-55
Калибровка измерительного прибора.....	4-61
Проверка анализатора гармоник линии энергоснабжения Fluke модели 41	4-61
Проверка производительности в ваттах, вольт-амперах и реактивной мощности (VAR).....	4-61
Проверка показателей гармоник в вольтах.....	4-63
Проверка показателей гармоник в амперах.....	4-64
Калибровка цифрового термометра Fluke модели 51	4-65
Проверка термометра.....	4-65
Калибровка термометра.	4-66
5 Дистанционное управление	5-1
Введение	5-3
Настройка порта IEEE-488 для дистанционного управления	5-5
Процедура настройки порта IEEE-488	5-7
Проверка порта IEEE-488	5-8
Настройка порта RS-232 Калибратора для	

работы в дистанционном режиме	5-9
Процедура настройки порта RS-232 Host.....	5-9
Проверка порта хоста RS-232.....	5-12
Проверка работы порта хоста RS-232 с терминалом.....	5-12
Проверка работы порта хоста RS-232 с Visual Basic	5-14
Настройка порта RS-232 UUT для дистанционного управления.....	5-16
Процедура настройки порта RS-232 UUT	5-16
Проверка порта UUT RS-232 с портом хоста RS-232	5-17
Проверка работы порта хоста RS-232 с терминалом.....	5-18
Проверка работы порта UUT RS-232 с Visual Basic	5-19
Проверка порта RS-232 UUT с портом RS-232 хоста	5-19
Переключение между режимами дистанционной и автономной работы	5-21
Автономное состояние	5-21
Автономное состояние с блокировкой	5-21
состояние дистанционного управления	5-22
Дистанционное состояние с блокировкой	5-22
Обзор интерфейса RS-232	5-23
Обзор интерфейса IEEE-488.....	5-24
Использование команд	5-27
Типы команд	5-27
Устройство-зависимые команды	5-27
Общие команды.....	5-27
Команды запросов	5-28
Интерфейсные сообщения (IEEE-488).....	5-28
Составные команды	5-30
Связанные команды.....	5-30
Перекрывающиеся команды	5-30
Последовательные команды	5-31
Команды, в которых необходим переключатель Calibration	5-31
Команды только для RS-232	5-32
Команды только для IEEE-488	5-33
Синтаксис команд	5-33
Правила синтаксиса параметров	5-33
Дополнительные символы пробела или табуляции.....	5-34
Символы завершения	5-35
Обработка поступающих символов.....	5-35
Синтаксис ответных сообщений.....	5-36
Проверка состояния Калибратора 5502A	5-37
Байт состояния последовательного опроса (STB).....	5-38
Линия запроса на обслуживание (SRQ)	5-40
Регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE)	5-40
Программирование STB и SRE	5-41
Регистр состояния события (ESR).....	5-41
Регистр разрешения состояния события (ESE).....	5-41
Назначение битов ESR и ESE	5-41
Программирование ESR и ESE.....	5-42
Регистр состояния прибора (ISR)	5-43
Регистры изменения состояния прибора.....	5-43
Регистры разрешения изменения состояния прибора	5-43
Назначение битов регистров ISR, ISCR и ISCE.....	5-43
Программирование регистров ISR, ISCR и ISCE	5-45
Выходная очередь.....	5-45
Очередь ошибок.....	5-45
Примеры программ дистанционного управления	5-46

	Советы по программированию Калибратора	5-46
	Запись SRQ и обработчик ошибок	5-47
	Проверка Meter на шине IEEE-488	5-48
	Проверка измерителя на последовательном порту RS-232 UUT ..	5-48
	Использование *OPC?, *OPC и *WAI	5-48
	Получение данных измерений термопары.....	5-49
	Использование порта RS-232 UUT для управления прибором	5-49
	Работа входного буфера	5-50
6	Дистанционные команды	6-1
	Введение	6-3
	Перечень команд согласно функциям	6-3
	Команды	6-10
7	Техническое обслуживание	7-1
	Введение	7-3
	Замена плавкого предохранителя	7-3
	Замена плавкого предохранителя	7-4
	Замена плавкого предохранителя	7-6
	Очистка воздушного фильтра	7-7
	Чистка Калибратора	7-8
	Проверка работоспособности.....	7-8
8	Принадлежности	8-1
	Введение	8-3
	Комплект для крепления к стойке	8-4
	Интерфейсный кабель IEEE-488.....	8-4
	5500A/LEADS.....	8-4
9	SC600 Oscilloscope Calibration Option.....	9-1
	Введение	9-3
	Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC600.....	9-4
	Характеристики функции Voltage	9-4
	Технические характеристики фронта	9-4
	Характеристики функции сглаженной синусоиды.....	9-5
	Характеристики маркера времени	9-5
	Характеристики генератора колебаний	9-5
	Характеристики генератора импульсов	9-6
	Характеристики пускового сигнала (функция Pulse).....	9-6
	Характеристики пускового сигнала (функция маркера времени).	9-6
	Характеристики пускового сигнала (функция фронта Edge).....	9-6
	Характеристики пускового сигнала (функция напряжения прямоугольной волны)	9-6
	Характеристики пускового сигнала	9-6
	Характеристики измерений входного сопротивления осциллографа	9-6
	Характеристики измерений входной емкости осциллографа	9-6
	Характеристики измерений перегрузки	9-7
	Подключения осциллографа	9-7
	Запуск модуля SC600	9-7
	Выходной сигнал.....	9-8
	Настройка выходного сигнала	9-8

Ввод значения	9-9
Настройка значений поворотной кнопкой.....	9-9
Нажмите  и 	9-10
Сброс модуля осциллографа	9-10
Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе	9-10
Функция напряжения	9-10
Меню V/DIV	9-12
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений	9-12
Процедура калибровки амплитуды для осциллографа	9-13
Калибровка импульсного и частотного диапазона на осциллографе	9-14
Функция фронта.....	9-14
Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа	9-15
Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода	9-16
Функция сглаженной синусоиды	9-16
Комбинации клавиш для установки частоты и напряжения.....	9-17
Меню MORE OPTIONS.....	9-18
Развертка через диапазон частот.....	9-19
Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа ...	9-19
Калибровка временной развертки осциллографа	9-21
Функция маркера времени	9-21
Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа	9-22
Проверка модуля триггера SC600	9-23
Проверка триггеров видео	9-25
Проверка захвата импульса	9-26
Измерение входного сопротивления и емкости.....	9-27
Измерение входного полного сопротивления	9-27
Измерение входной емкости	9-27
Проверка защиты от перегрузки.....	9-28
Дистанционные команды и запросы.....	9-29
Общие команды	9-29
Команды функции Edge.....	9-33
Команды функции Marker	9-33
Команды функции Video	9-34
Команды функции Overload	9-34
Команды функции полного сопротивления/емкости	9-35
Проверочные таблицы	9-36
10 Модуль калибровки осциллографов SC300	10-1
Введение	10-3
Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC300.....	10-4
Характеристики функции напряжения	10-4
Характеристики функции Edge	10-5
Функция сглаженной синусоиды Технические характеристики...	10-5
Характеристики функции маркера времени.....	10-6
Характеристики генератора колебаний	10-6
Характеристики сигнала запуска для функции маркера времени	10-6
Характеристики сигнала запуска для функции фронта.....	10-6
Подключения осциллографа	10-7
Запуск модуля калибровки осциллографа.....	10-8
Выходной сигнал.....	10-8

Настройка выходного сигнала	10-9
Ввод значения	10-9
Настройка значений поворотной кнопкой	10-9
Используйте  и 	10-10
Сброс модуля осциллографа	10-10
Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе	10-11
Функция напряжения	10-11
Меню V/DIV	10-12
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений	10-13
Процедура калибровки амплитуды для осциллографа	10-13
Калибровка импульсного и частотного диапазона на осциллографе	10-14
Функция фронта	10-14
Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа	10-15
Функция сглаженной синусоиды	10-16
Комбинации клавиш для установки частоты и напряжения	10-17
Меню MORE OPTIONS	10-18
Развертка через диапазон частот	10-19
Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа ...	10-20
Калибровка временной развертки осциллографа	10-22
Функция маркера времени	10-22
Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа	10-23
Тестирование триггера	10-24
Список команд и запросов	10-25
Проверочные таблицы	10-28

Приложения

A Глоссарий	A-1
B Коды шины ASCII и IEEE-488	B-1
C Кабели и разъемы RS-232/IEEE-488	C-1
D Сообщения об ошибках	D-1

Список таблиц

Таблица	Название	Страница
1-1.	Символы.....	1-5
2-1.	Стандартное оборудование	2-3
2-2.	Типы шнуров питания, поставляемых компанией Fluke Calibration	2-6
3-1.	Элементы передней панели.....	3-4
3-2.	Элементы задней панели.....	3-10
3-3.	Заводские стандартные (по умолчанию при включении питания) значения параметров меню SETUP	3-22
4-1.	Подключения испытываемого устройства.....	4-12
4-2.	Кнопки выхода из режима измерения погрешности.....	4-51
4-3.	Проверка напряжения и частоты.....	4-57
4-4.	Показания в ваттах, текстовый экран	4-62
4-5.	Показания гармоник в вольтах, экран гармоник	4-64
4-6.	Показания гармоник в амперах, экран гармоник	4-65
4-7.	Показания термопары	4-66
5-1.	Изменение состояния работы	5-23
5-2.	Интерфейсные соединения RS-232	5-24
5-3.	Эмуляция RS-232 сообщений IEEE-488	5-25
5-4.	Интерфейсные сообщения IEEE-488 (полученные)	5-29
5-5.	Интерфейсные сообщения IEEE-488 (отправленные).....	5-30
5-6.	Команды только для RS-232	5-32
5-7.	Команды только для IEEE-488	5-33
5-8.	Допустимые для использования в параметрах и ответных сообщениях единицы	5-33
5-9.	Символы завершения	5-35
5-10.	Типы ответных данных	5-36
5-11.	Краткие сведения о регистрах состояния	5-37
6-1.	Общие команды.....	6-3
6-2.	Команды режима погрешности	6-4
6-3.	Команды внешнего подключения	6-4
6-4.	Команды осциллографа	6-5
6-5.	Выходные команды.....	6-6
6-6.	Команды порта RS-232 Host.....	6-7
6-7.	Команды порта RS-232 UUT	6-7
6-8.	Команды настройки и утилиты	6-8
6-9.	Команды состояния	6-9

6-10. Команды измерения для термопары (TC)	6-9
7-1. Замена сетевого предохранителя	7-4
7-2. Замена токоограничивающего предохранителя.....	7-6
7-3. Проверочные испытания постоянного напряжения (Normal)	7-8
7-4. Проверочные испытания постоянного напряжения (AUX).....	7-9
7-5. Проверочные испытания постоянного тока (AUX).....	7-9
7-6. Проверочные испытания для сопротивления.....	7-10
7-7. Проверочные испытания переменного напряжения (Normal)	7-11
7-8. Проверочные испытания переменного напряжения (AUX).....	7-13
7-9. Проверочные испытания переменного тока.....	7-14
7-10. Проверочные испытания для емкости	7-16
7-11. Проверочные испытания при моделировании термопары.....	7-18
7-12. Проверочные испытания для измерения при помощи термопары.....	7-18
7-13. Проверочные испытания погрешности фазы, В и В	7-19
7-14. Проверочные испытания погрешности фазы, В и А	7-20
7-15. Проверочные испытания частоты	7-21
8-1. Опции и принадлежности	8-3
9-1. Параметры команды SCOPE	9-29
9-2. Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC600.....	9-36
9-3. Проверка показаний напряжения переменного тока модуля SC600....	9-37
9-4. Проверка показаний частоты переменного тока модуля SC600	9-38
9-5. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC600 (выходное полное сопротивление 1 МΩ)	9-38
9-6. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC600 (выходное полное сопротивление 50 МΩ)	9-40
9-7. Проверка амплитуды сглаженной синусоиды модуля SC600	9-41
9-8. Проверка частоты сглаженной синусоиды модуля SC600	9-42
9-9. Проверка гармоник сглаженной синусоиды модуля SC600.....	9-42
9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600	9-43
9-11. Проверка амплитуды фронта модуля SC600	9-51
9-12. Проверка частоты фронта модуля SC600.....	9-51
9-13. Проверка времени активности фронта модуля SC600.....	9-52
9-14. Проверка времени нарастания фронта модуля SC600	9-52
9-15. Проверка генератора туннельного диода модуля SC600.....	9-52
9-16. Проверка генератора маркеров модуля SC600	9-53
9-17. Проверка периода генератора импульсов модуля SC600	9-53
9-18. Проверка ширины импульса генератора импульсов модуля SC600	9-53
9-19. Проверка входного полного сопротивления модуля SC600.....	9-54
9-20. Проверка входного полного сопротивления: Емкость, модуль SC600 .	9-54
10-1. Проверка функции напряжения: пер. ток в 1 МΩ Нагрузка	10-28
10-2. Проверка функции напряжения: пер. ток в 50 Ω Нагрузка	10-29
10-3. Проверка функции напряжения: пост. ток в 50 Ω Нагрузка.....	10-30
10-4. Проверка функции напряжения: пост. ток в 1 МΩ Нагрузка.....	10-31
10-5. Проверка функции фронта	10-32
10-6. Проверка функции генератора колебаний: 1 МΩ Нагрузка.....	10-32
10-7. Проверка функции генератора колебаний: 50 Ω Нагрузка	10-33
10-8. Проверка функции сглаженной синусоиды: Амплитуда	10-33
10-9. Проверка функции сглаженной синусоиды: Плоскостность	10-34
10-10. Проверка функции сглаженной синусоиды: Частота	10-37
10-11. Проверка функции генератора маркера	10-38

Список рисунков

Рисунке	Название	Страница
1-1.	Универсальный Калибратор 5502A	1-3
1-2.	Дистанционные соединения RS-232.....	1-7
1-3.	Допустимая длительность тока >11 А	1-11
1-4.	Допустимые сочетания переменного напряжения и переменного тока для выходной мощности и одновременного воспроизведения двух выходных сигналов	1-21
2-1.	Доступ к предохранителю и выбор сетевого напряжения	2-5
2-2.	Типы шнуров питания, поставляемых компанией Fluke Calibration	2-6
3-1.	Элементы передней панели.....	3-4
3-2.	Элементы задней панели.....	3-10
3-3.	Дерево меню функциональных кнопок настройки	3-12
3-4.	Отображение на дисплее меню функциональных кнопок SETUP	3-13
4-1.	Внутренние контакты заземления	4-10
4-2.	Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (4-проводная компенсация).....	4-13
4-3.	Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (2-проводная компенсация).....	4-13
4-4.	Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (без компенсации).....	4-14
4-5.	Подключение испытываемого устройства: Емкость (2-проводная компенсация).....	4-14
4-6.	Подключение испытываемого устройства: Емкость (без компенсации).....	4-15
4-7.	Подключение испытываемого устройства: Постоянное напряжение/Переменное напряжение.....	4-15
4-8.	Подключение испытываемого устройства: Постоянный ток/Переменный ток	4-16
4-9.	Подключение испытываемого устройства: Температура (RTD).....	4-16
4-10.	Подключение испытываемого устройства: Температура (Термопара)	4-17
4-11.	Синусоидальный сигнал	4-44
4-12.	Пилообразный сигнал.....	4-44
4-13.	Прямоугольная волна и продолжительность	4-45
4-14.	Усеченная синусоида.....	4-45
4-15.	Подключение кабелей для тестирования общей функциональности устройств серии 80.....	4-56

4-16. Подключение кабелей для тестирования функции тока устройств серии 80.....	4-58
4-17. Подключение кабелей для тестирования функции высокого тока устройств серии 80.....	4-60
4-18. Подключения кабелей для тестирования функции измерения в ваттах для устройств серии 40	4-62
4-19. Подключение кабелей для тестирования термометра серии 50.....	4-65
5-1. Типовое подключение дистанционного управления через IEEE-488...	5-4
5-2. Типовое подключение дистанционного управления через RS-232.....	5-6
5-3. Проверка порта IEEE-488	5-8
5-4. Проверка порта RS-232 Host.....	5-12
5-5. Тестирование порта Калибратора RS-232 UUT через порт RS-232 Host	5-18
5-6. Тестирование порта RS-232 UUT через порт IEEE-488.....	5-20
5-7. Удаленное кодирование сообщения IEEE-488.....	5-26
5-8. Описание регистра состояния	5-39
5-9. Байт состояния последовательного опроса (STB) и разрешения запроса на обслуживание (SRE)	5-40
5-10. Регистр состояния события (ESR) и разрешения состояния события (ESE).....	5-42
5-11. Назначение битов регистров ISR, ISCEs и ISCR	5-44
7-1. Извлечение предохранителя	7-5
7-2. Замена токоограничивающего предохранителя.....	7-6
7-3. Доступ к воздушному фильтру	7-7
9-1. Подключение осциллографа: Канал и внешний триггер.....	9-7
9-2. Подключения генератора туннельного диода.....	9-16
10-1. Подключение осциллографа: Канал и внешний триггер.....	10-7

Глава 1

Введение и технические характеристики

Заголовок	Страница
Введение	1-3
Информация по безопасности	1-4
Защита от перегрузки	1-6
Работа с прибором	1-6
Местный режим управления	1-6
Дистанционное управление (RS-232)	1-6
Дистанционный режим управления (IEEE-488)	1-7
Руководства	1-8
Руководство по началу работы с Калибратором 5502A	1-8
Руководство по эксплуатации Калибратора 5502A	1-8
Контактные координаты Fluke Calibration	1-8
Технические характеристики	1-9
Общие технические условия	1-9
Подробные технические характеристики	1-10
Постоянное напряжение	1-10
Постоянный ток	1-11
Сопротивление	1-12
Переменное напряжение (синусоидальное)	1-13
Переменное напряжение (синусоидальное) (продолж.)	1-14
Переменный ток (синусоидальный)	1-15
Переменный ток (синусоидальный) (продолж.)	1-16
Емкость	1-17
Калибровка температуры (термопара)	1-18
Калибровка температуры (термометр сопротивления)	1-19
Фаза	1-19
Характеристики питания переменного и постоянного тока	1-20
Ограничения характеристик по выходной мощности и одновременному воспроизведению двух выходных сигналов	1-20
Вычисление относительной погрешности выходной мощности и одновременного воспроизведения двух выходных сигналов	1-21
Примеры относительных погрешностей мощности при различных параметрах выхода:	1-22
Вычисление погрешности мощности	1-22
Дополнительные характеристики	1-23
Частота	1-23
Гармоники (со 2 ^й по 50 ^ю)	1-23
Расширенный частотный диапазон переменного напряжения (синусоидального)	1-24
Переменное напряжение (не синусоидальное)	1-24

Переменное напряжение (не синусоидальное) (продолж.).....	1-25
Переменное напряжение с постоянной составляющей.....	1-26
Характеристики прямоугольного переменного напряжения	1-26
Характеристики пилообразного переменного напряжения (типичные)...	1-26
Переменный ток (не синусоидальный).....	1-27
Переменное напряжение (не синусоидальное) (продолж.).....	1-28
Характеристики переменного тока, прямоугольные колебания (типичные)	1-28
Характеристики переменного тока, пилообразные колебания (типичные)	1-28

Введение

⚠⚠ Предупреждение

Чтобы предотвратить возможность поражения электрическим током, возгорания или получения травмы, перед использованием изделия ознакомьтесь со всеми правилами техники безопасности.

Калибратор 5502A ("Прибор" или "Калибратор") на рис. 1-1 может настраиваться на генерирование:

- Напряжения постоянного тока от 0 В до ± 1020 В.
- напряжения переменного тока от 1 мВ до 1020 В, частотой от 10 Гц до 500 кГц;
- переменного тока силой от 29 мкА до 20,5 А, в различных диапазонах частот;
- постоянного тока силой от 0 до $\pm 20,5$ А;
- значений сопротивления от короткого замыкания до 1100 МΩ.
- емкости от 220 пФ до 110 мФ;
- смоделированного выходного сигнала восьми типов резистивных датчиков температуры;
- смоделированного выходного сигнала одиннадцати типов термопар.

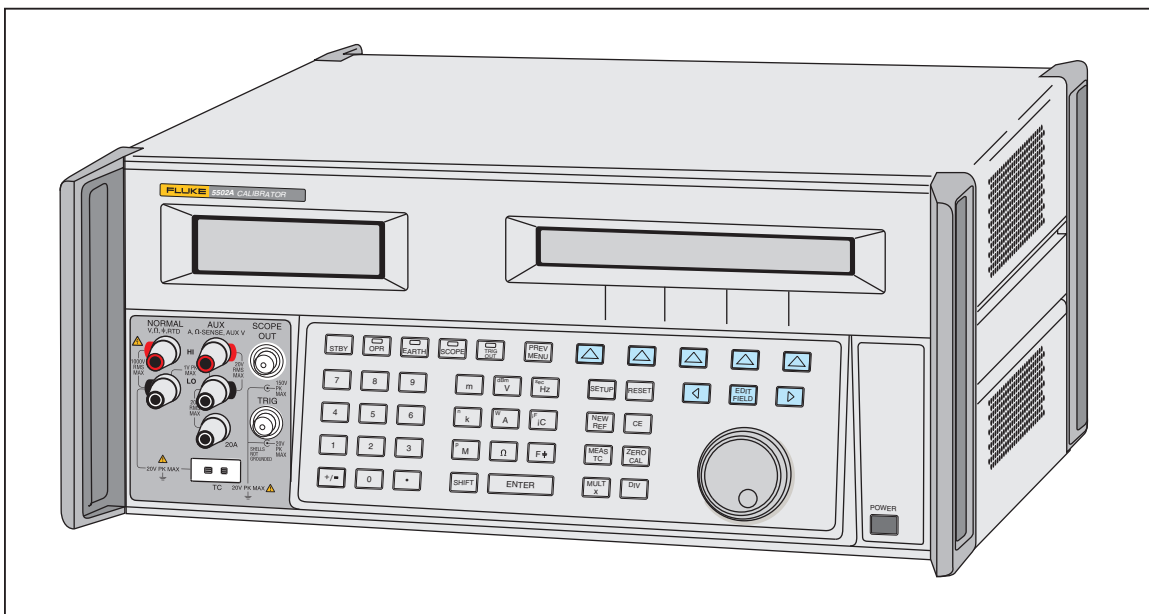


Рис. 1-1. Универсальный Калибратор 5502A

Характеристики Калибратора:

- Автоматическое вычисление погрешности измерения относительно выбранных эталонных значений.
- наличие кнопок **MULT** и **DIV** для изменения выходного значения на заранее заданную величину при выполнении различных функций.
- Программируемые ограничения на выходе. Эти ограничения позволяют не выходить за предустановленные границы выхода.
- Напряжение и ток, которые могут выводиться одновременно, до эквивалента 20,9 кВт.
- образцовый входной и выходной сигнал частотой 10 МГц. Его можно использовать в качестве высокоточного опорного сигнала частотой 10 МГц для синхронизации одного или нескольких дополнительных калибраторов 5502A с ведущим калибратором;
- Мощность для одновременного вывода двух напряжений.
- вывод широкополосного сигнала с составляющими от 0,01 Гц и выше или вывод

- синусоидальных колебаний с частотой до 2 МГц;
- Стандартный интерфейс согласно IEEE-488 (GPIB), соответствующий стандартам ANSI/IEEE 488.1-1987 и 488.2-1987;
- последовательный интерфейс данных RS-232 стандарта EIA для печати, отображения или передачи хранимых во внутренней памяти калибровочных констант, а также для дистанционного управления Калибратором 5502A;
- Транзитный последовательный интерфейс данных RS-232 для отправки данных на проверяемое оборудование (UUT).

Информация по безопасности

В рамках данного руководства **Предупреждение!** означает ситуации действия, которые могут оказаться опасными для пользователя. **Предостережение** означает условия и действия, которые могут привести к повреждению Прибора или проверяемого оборудования.

Предупреждение

Следуйте данным инструкциям, чтобы избежать опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:

- **Используйте устройство только по назначению. Ненадлежащая эксплуатация может привести к нарушению защиты, обеспечиваемой устройством.**
- **Внимательно изучите все инструкции.**
- **Не используйте прибор в среде взрывоопасного газа, пара или во влажной среде.**
- **Используйте прибор только в помещении.**
- **Не дотрагивайтесь до клемм с напряжением > 30 В (среднеквадратичная величина переменного тока), 42 В (пиковая нагрузка) или 60 В (постоянный ток).**
- **Не используйте прибор, если в его работе возникли неполадки.**
- **Не используйте прибор и отключите его, если он поврежден.**
- **Не используйте испытательные провода, если они повреждены. Осмотрите испытательные провода на предмет повреждения изоляции, оголенных участков и при возгорании индикатора износа. Проверяйте провода на обрыв.**
- **Используйте только кабели с указанным номинальным напряжением.**
- **Щуп общей цепи подсоединяйте первым и отсоединяйте последним, а щуп под напряжением подсоединяйте последним и отсоединяйте первым.**
- **Используйте только кабель электропитания и разъем, соответствующие напряжению в электросети и конфигурации вилки, используемой в вашей стране, а также разрешенные для прибора.**

- **Убедитесь, что клемма заземления в кабеле электропитания подключена к защитному заземлению. Разрыв защитного заземления может привести к попаданию тока на корпус и вызвать смерть.**
- **Замените кабель электропитания, если его изоляция повреждена или изношена.**
- **Не подключать напрямую к электрической сети.**
- **Не используйте удлинитель или переходник.**
- **Для безопасной эксплуатации и обслуживания устройства убедитесь, что вокруг устройства достаточно места согласно минимальным требованиям.**

Калибратор соответствует следующим стандартам:

- ANSI/ISA-61010-1 (82.02.01)
- CAN/CSA C22.2 № 61010-1-04
- ANSI/UL 61010-1:2004
- EN 61010-1:2001
- Стандарты ANSI/IEEE 488.1-1987 и 488.2-1987.

Пояснения к используемым в настоящем руководстве и на изделии символам изложены в таблице 1-1.

Табл. 1-1. Символы

Символ	Описание	Символ	Описание
CAT I	Категория измерений IEC I – CAT I используется для измерений в схемах, не подключенных непосредственно к электрической сети. Максимальная динамическая перегрузка по напряжению указана на маркировке клемм.		Соответствует требованиям стандартов безопасности США.
CE	Соответствует директивам ЕС..		Не утилизируйте данное изделие вместе с неотсортированными бытовыми отходами. Информация по утилизации приведена на веб-сайте Fluke.
	Опасность. Важная информация См. руководство.		Опасное напряжение
	Заземление		Соответствует действующим в Австралии требованиям по электромагнитной совместимости..

Защита от перегрузки

Калибратор оснащен средствами защиты от обратного напряжения с быстрым отключением выхода и/или защитой выходных контактов предохранителями для всех функций.

Защита от обратного напряжения предотвращает повреждение Калибратора вследствие случайных, аварийных, нормальных и обычных перегрузок до максимального пикового напряжения ± 300 В. Она не предназначена для защиты от частых (систематических или часто повторяющихся) перегрузок. Такие перегрузки приводят к выходу Калибратора из строя.

При работе в режиме источника напряжения, сопротивления, емкости и выходного сигнала термопары срабатывает защита с быстрым отключением выхода. Эта защита срабатывает при подаче на выходные зажимы напряжения свыше 20 В. В случае такой перегрузки она быстро отключает внутренние цепи от выходных зажимов и производит сброс Калибратора.

При работе в качестве источника тока и дополнительного напряжения защита от перегрузок на зажимах выхода тока и дополнительного напряжения осуществляется предохранителями, замену которых осуществляет пользователь. Доступ к предохранителям открывается через люк в нижней части Калибратора. Чтобы не допустить снижения защиты, которая предусмотрена конструкцией Калибратора, для замены следует использовать предохранители типа и номинала, которые указаны в настоящем руководстве.

Работа с прибором

Калибратором можно управлять с передней панели или дистанционно через порт RS-232 или IEEE-488. Для дистанционного управления предусмотрено несколько вариантов программного обеспечения, которые позволяют включать Калибратор 5502A в состав систем калибровки с различными требованиями.

Местный режим управления

Работа в автономном режиме, как правило, включает подключение к клеммам на передней панели испытываемого устройства, и затем ручной ввод при помощи кнопок передней панели для настройки Калибратора на желаемый режим работы.

 и  для облегчения перехода на более высокие или низкие частоты одним нажатием кнопки. Кроме того, технические характеристики Калибратора можно просмотреть, нажав на две кнопки. ЖК-дисплей с задней подсветкой четко отображает содержимое под разными углами, при слабом и ярком свете. Большие клавиши с хорошо читаемыми обозначениями имеют цветовую маркировку и обеспечивают тактильную обратную связь.

Дистанционное управление (RS-232)

На задней панели расположены два последовательных порта RS-232 для передачи данных: SERIAL 1 FROM HOST и SERIAL 2 TO UUT (см. рис. 1-2). Каждый порт предназначен для последовательного обмена данными, управления и контроля прибора во время калибровки. Подробные сведения о дистанционном управлении см. в Главе 5.

Порт последовательного обмена данными SERIAL 1 FROM HOST связывает Калибратор с терминалом в режиме главного устройства или персональным компьютером. Для отправки команд Калибратору вводите команды с терминала (или ПК с запущенной программой терминала), пишите собственные процедуры на языке BASIC, или используйте опциональное программное приложение на Windows, например, MET/CAL Plus.

Последовательный порт обмена данными SERIAL 2 TO UUT соединяет испытываемое устройство с ПК или терминалом через 5502A (см. рисунок 1-2). «Транзитная» конфигурация устраняет необходимость в двух COM-портах на ПК или терминале. Работой последовательного порта SERIAL 2 TO UUT управляет система из четырех команд. Команды UUT_ описаны в Главе 6.

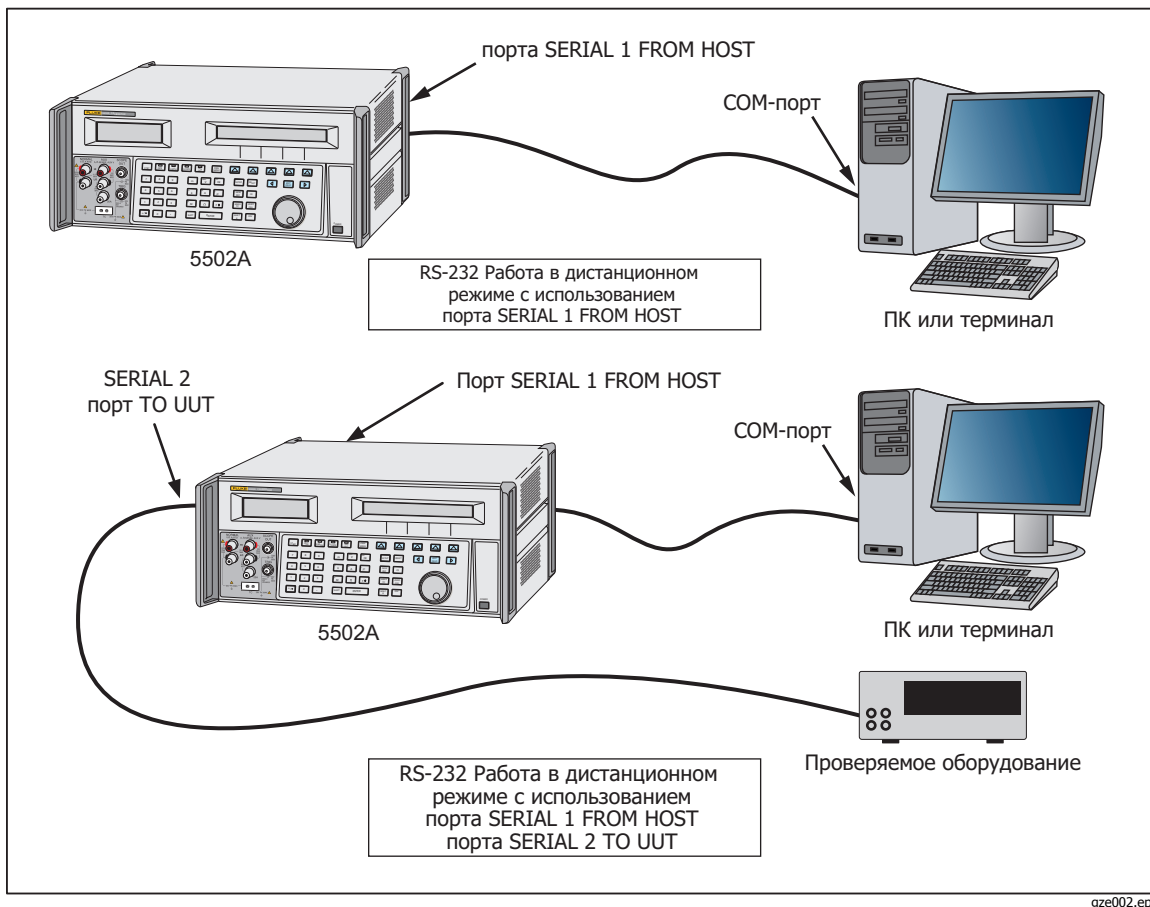


Рис. 1-2. Дистанционные соединения RS-232

Дистанционный режим управления (IEEE-488)

Порт IEEE-488, находящийся на задней панели Калибратора, представляет собой полностью программируемую шину параллельного интерфейса, соответствующую стандарту IEEE-488.1 и дополнительному стандарту IEEE-488.2. В режиме дистанционного управления Калибратор работает исключительно в режиме «прием/передача». Можно либо составить собственную программу с использованием системы команд IEEE-488, либо использовать дополнительное программное обеспечение MET/CAL, способное работать в среде Windows. Команды управления портом IEEE-488 рассмотрены в главе 6.

Руководства

Комплект документации к 5502A включает:

- *Руководство по эксплуатации Калибратора 5502A* на прилагаемом диске CD-ROM (PN 4155227)
- *Руководство по началу работы с Калибратором 5502A* (PN 4155209)

Каждое из руководств, приведенных выше, прилагается к прибору. По вопросу дополнительных печатных копий см. каталог Fluke Calibration или обратитесь к торговому представителю Fluke Calibration (см. "Контактные данные Fluke Calibration" в этой главе). Руководства также доступны на веб-сайте Fluke Calibration.

Руководство по началу работы с Калибратором 5502A

Руководство по началу работы с Calibrator 5502A содержит краткое описание Комплекта руководств Calibrator 5502A, инструкции по подготовке Калибратора к работе и полный перечень технических характеристик.

Руководство по эксплуатации Калибратора 5502A

Данное *Руководство по эксплуатации Калибратора 5502* предоставляет всю необходимую информацию по установке и работе с ним при помощи кнопок передней панели или дистанционно. Руководство также содержит глоссарий по калибровке, характеристики и информацию о кодах ошибок. Руководство по эксплуатации включает:

- Установка
- Органы управления и функции, управление с передней панели
- Дистанционный режим управления (дистанционное управление через Ethernet или последовательный порт).
- Использование последовательного порта (печать, отображение или передача данных и настройка дистанционного управления по последовательному порту)
- Обслуживание силами оператора, с процедурами проверки и калибровки
- Принадлежности
- Модули калибровки осциллографа SC600 и SC300

Контактные координаты Fluke Calibration

Чтобы связаться с компанией Fluke Calibration, позвоните по одному из указанных ниже телефонов:

- Служба технической поддержки в США: 1-877-355-3225
- Служба калибровки/ремонта в США: 1-877-355-3225
- Канада: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Европа: +31-40-2675-200
- Япония: +81-3-6714-3114
- Сингапур: +65-6799-5566
- Китай: +86-400-810-3435
- Бразилия: +55-11-3759-7600
- В других странах мира: +1-425-446-6110

Ознакомиться с данными об изделии и загрузить последние обновления можно на веб-сайте компании Fluke Calibration по адресу www.flukecal.com.

Устройство можно зарегистрировать по адресу <http://flukecal.com/register-product>.

Технические характеристики

Общие технические условия

Технические характеристики Калибратора 5502A приводятся в следующих таблицах. Все технические характеристики действительны после прогрева прибора в течение 30 минут или в течение удвоенного времени с момента выключения 5502A. Например, если калибратор 5502A выключался на 5 минут, то время прогрева составляет 10 минут. Все технические характеристики применимы для указанного промежутка времени и температуры. Для температур вне интервала $t_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$ (t_{cal} это температура окружающей среды при калибровке прибора 5502A), применяется температурный коэффициент, указанный в общих технических характеристиках. Техническими характеристиками также предусматривается обнуление калибратора раз в семь дней или при каждом изменении температуры более чем на 5°C . Самые высокие характеристики по сопротивлению выдерживаются при обнулении с периодом в 12 часов, если температура не изменяется более чем на $\pm 1^\circ\text{C}$. Подробные сведения о технических характеристиках при работе в режиме источника переменного напряжения и тока см. также в дополнительных характеристиках далее в данной главе.

Время прогрева Удвоенное время после последнего прогрева, но не более 30 минут.
Время установления сигнала Менее 5 секунд для всех функций и диапазонов, если не указано иное.
Стандартные интерфейсы IEEE-488 (GPIB), RS-232

Температура

Рабочая от 0°C до 50°C
 Калибровки (t_{cal}) от 15°C до 35°C
 Хранение при температуре от -20° до $+70^\circ\text{C}$; диапазоны пост. тока от 0 до 1,09999 А и от 1,1 до 2,99999 А чувствительны к температуре хранения свыше 50°C . Если Калибратор 5502A хранится при температуре свыше 50°C в течение более чем 30 минут, эти диапазоны нужно калибровать повторно. Иначе трехмесячная и годовая погрешности для этих диапазонов удваиваются.

Температурный коэффициент Температурный коэффициент для температур за пределами $t_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$ составляет 10 % от указанного в спецификации на $^\circ\text{C}$.

Относительная влажность

Рабочая $< 80\%$ до 30°C , $< 70\%$ до 40°C , $< 40\%$ до 50°C .
 Хранения $< 95\%$, без конденсации. После продолжительного хранения в условиях высокой влажности может потребоваться высыхание в течение недели или более (при включенном питании).

Высота над уровнем моря

Рабочая до 3050 м (10000 футов) максимум
 Нерабочая до 12200 м (40000 футов) максимум

Безопасность Соответствует EN/IEC 61010-1:2001, CAN/CSA-C22.2 № 61010-1-04, ANSI/UL 61010-1:2004

Защита от электрической перегрузки на выходных зажимах

..... Обеспечивает защиту от обратного напряжения, немедленное отключение выхода и/или защиту выходных клемм предохранителями для всех функций. Этот вид защиты срабатывает при приложении внешних напряжений до $\pm 300\text{ В}$ (пиковое значение).

Изоляция низковольтного аналогового сигнала

..... 20 В (нормальная работа), 400 В (пиковое значение) при переходных режимах

EMC соответствует EN/IEC 61326-1:2006, EN/IEC 61326-2-1:2006 для сред с контролируемым ЭМИ в следующих условиях. При использовании в местах с электромагнитными полями 1—3 В/м от 0,08 до 1 ГГц, выходы сопротивления имеют сумматор пороговых значений 0,508 Ω . Производительность, не указанная выше 3 В/м. Данный прибор может быть чувствителен к электростатическим разрядам (ESD) на клеммах. При обращении с данным прибором и прочим электронным оборудованием следует тщательно соблюдать меры защиты от статического электричества. Кроме того, данный прибор может быть чувствителен к кратковременным броскам электропитания на сетевом вводе. В случае искажений в эксплуатации, рекомендуется подключить клемму заземления на шасси на задней панели к надежному заземлению шиной заземления с низкой проводимостью. Следует помнить, что сетевой источник питания, при соответствующем заземлении для защиты от поражения электрическим током, может не обеспечивать достаточного заземления для отвода РЧ-помех и может, фактически, быть источником помехи. Данный прибор сертифицирован EMC при использовании с кабелями ввода/вывода не более 3 м.

Сетевое напряжение (по выбору) 100 В, 120 В, 220 В, 240 В

Частота от 47 Гц до 63 Гц.
 Отклонение сетевого напряжения $\pm 10\%$ от номинального напряжения сети. Для оптимальной производительности на полных двух выходах (например, 1000 В, 20 А) выберите настройку сетевого напряжения, т.е. $\pm 7,5\%$ из номинала.

Потребляемая мощность	600 ВА
Габариты (ВхШхГ)	17,8 x 43,2 x 47,3 см (7 x 17 x 18,6 дюйма) Стандартная ширина и шаг стойки, плюс 1,5 см (0,6 дюйма) на ножки под прибором.
Масса (без дополнительных принадлежностей)	22 кг (49 фунтов)
Определение абсолютной погрешности	В технических характеристиках Калибратора 5502A оговорены стабильность, температурный коэффициент, линейность, зависимость от напряжения питания и нагрузки и возможность использования для калибровки внешних эталонов. Для определения реальных характеристик Калибратора 5502A в указанном температурном диапазоне к оговоренным величинам не следует добавлять ничего.
Достоверность погрешности	99%

Подробные технические характеристики

Постоянное напряжение

Диапазон	Абсолютная погрешность, при $\pm 5^\circ\text{C} \pm (\% \text{ выходного значения} + \text{мкВ})$		Стабильность 24 часа, $\pm 1^\circ\text{C}$ $\pm (\text{ед./млн. от выходного напряжения} + \text{мкВ})$	Разрешение (мкВ)	Максимальная нагрузка ^[1]
	90 суток	1 год			
от 0 до 329,9999 мВ	0,005 + 3	0,006 + 3	5 + 1	0,1	65 Ω
от 0 до 3,299999 В	0,004 + 5	0,005 + 5	4 + 3	1	10 мА
от 0 до 32,99999 В	0,004 + 50	0,005 + 50	4 + 30	10	10 мА
от 30 до 329,9999 В	0,0045 + 500	0,0055 + 500	4,5 + 300	100	5 мА
от 100 до 1020,000 В	0,0045 + 1500	0,0055 + 1500	4,5 + 900	1000	5 мА
Дополнительный выход (только в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов) ^[2]					
от 0 до 329,999 мВ	0,03 + 350	0,04 + 350	30 + 100	1	5 мА
от 0,33 до 3,29999 В	0,03 + 350	0,04 + 350	30 + 100	10	5 мА
от 3,3 до 7 В	0,03 + 350	0,04 + 350	30 + 100	100	5 мА
Моделирование и измерение сигнала термопары в линейном режиме 10 мкВ/°C и 1 мВ/°C ^[3]					
от 0 до 329,999 мВ	0,005 + 3	0,006 + 3	5 + 1	0,1	10 Ω
[1] Удаленное измерение не предусмотрено. Выходное сопротивление составляет < 5 мΩ для выходных напряжений $\geq 0,33$ В. Выход AUX имеет выходное сопротивление < 1 Ω. При моделировании сигнала термопары выходное сопротивление составляет 10 $\Omega \pm 1 \Omega$. [2] Для вывода постоянного напряжения предусмотрено два канала. [3] Моделирование и измерение сигнала термопары не предусмотрено при работе в условиях напряженности электромагнитного поля свыше 0,4 В/м.					

Диапазон	Уровень шумов	
	Полоса частот от 0,1 до 10 Гц, полный размах $\pm (\text{ед./млн. от выходного напряжения} + \text{смещение в мкВ})$	Полоса частот от 10 Гц до 10 кГц, эфф.
от 0 до 329,9999 мВ	0 + 1	6 мкВ
от 0 до 3,299999 В	0 + 10	60 мкВ
от 0 до 32,99999 В	0 + 100	600 мкВ
от 30 до 329,9999 В	10 + 1000	20 мВ
от 100 до 1020,000 В	10 + 5000	20 мВ
Дополнительный выход (только в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов) ^[1]		
от 0 до 329,999 мВ	0 + 5 мкВ	20 мкВ
от 0,33 до 3,29999 В	0 + 20 мкВ	300 мкВ
от 3,3 до 7 В	0 + 100 мкВ	1000 мкВ
[1] Для вывода постоянного напряжения предусмотрено два канала.		

Постоянный ток

Диапазон	Абсолютная погрешность, при $t_{cal} \pm 5^{\circ}C \pm$ (миллионных частей от выхода + мкА)		Разрешение	Макс. диапазон напряжений стабилизированного источника тока, В	Макс. индуктивность нагрузки, мГн
	90 суток	1 год			
от 0 до 329,999 мкА	0,012 + 0,02	0,015 + 0,02	1 нА	10	400
от 0 до 3,29999 мА	0,010 + 0,05	0,010 + 0,05	0,01 мкА	10	
от 0 до 32,9999 мА	0,008 + 0,25	0,010 + 0,25	0,1 мкА	7	
от 0 до 329,999 мА	0,008 + 3,3	0,010 + 2,5	1 мкА	7	
от 0 до 1,09999 А	0,023 + 44	0,038 + 44	10 мкА	6	
от 1,1 до 2,99999 А	0,030 + 44	0,038 + 44	10 мкА	6	
от 0 до 10,9999 А (диапазон 20 А)	0,038 + 500	0,060 + 500	100 мкА	4	
от 11 до 20,5 А ^[1]	0,080 + 750 ^[2]	0,10 + 750 ^[2]	100 мкА	4	

[1] Длительность цикла работы: ток < 11 А может воспроизводиться непрерывно. Для токов свыше 11 А см. рисунок 1 – 3. Ток может выводиться по формуле 60-Т-1 минут через каждые 60 минут, где Т – это температура в °С (комнатная температура около 23°С), а I – выходной ток в амперах. Например, 23 А при 17°С может воспроизводиться в течение 60 - 17 - 23 = 20 минут каждый час. Если выходной ток Калибратора 5502А длительное время составляет от 5 до 11 ампер, внутренний самонагрев сокращает длительность цикла работы. В таких условиях допустимое время включенного состояния, определяемое по данной формуле и на рис. 1-3, достигается только при выходных токах Калибратора 5502А менее 5 А после предварительного периода выключенного состояния.

[2] Характеристика фона составляет 1500 мкА в течение 30 секунд после выбора режима. При работе в течение более 30 секунд характеристика фона составляет 750 мкА.

Диапазон	Уровень шумов	
	Полоса частот от 0,1 до 10 Гц, полный размах	Полоса частот от 10 Гц до 10 кГц, эфф.
от 0 до 329,999 мкА	2 нА	20 нА
от 0 до 3,29999 мА	20 нА	200 нА
от 0 до 32,9999 мА	200 нА	2,0 мкА
от 0 до 329,999 мА	2000 нА	20 мкА
от 0 до 2,99999 А	20 мкА	1 мА
от 0 до 20,5 А	200 мкА	10 мА

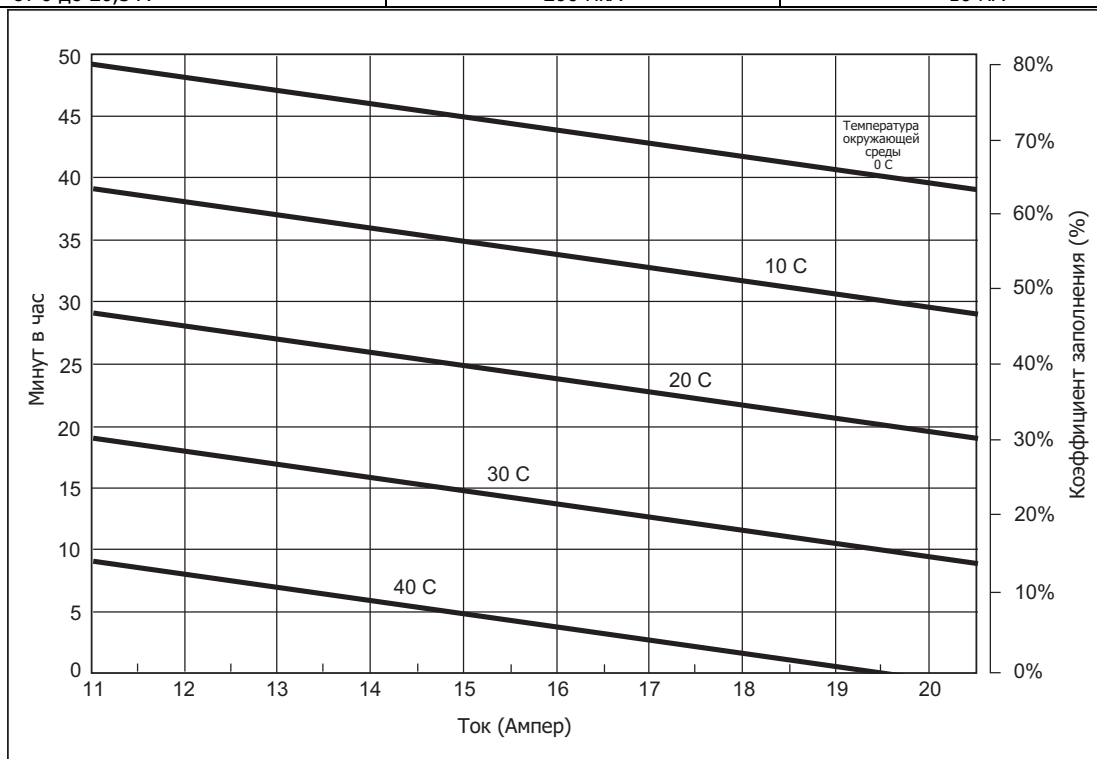


Рисунок 1-3. Допустимая длительность тока >11 А

Сопротивление

Диапазон ^[1]	Абсолютная погрешность tcal ±5 °C ±(% от выхода + смещение) ^[2]				Чувствительность (Ω)	Допустимый ток ^[3] (А)
	% выходного напряжения		Смещение(Ω) из-за прогрева с момента калибровки нулевого сопротивления			
	90 суток	1 год	12 ч ± 1°C	7 дней ± (5°C)		
от 0 до 10,999 Ω	0,009	0,012	0,001	0, 01	0,001	от 1 до 125 мА
от 11 до 32,999 Ω	0,009	0,012	0,0015	0,015	0,001	от 1 до 125 мА
от 33 до 109,999 Ω	0,007	0,009	0,0014	0,015	0,001	от 1 до 70 мА
от 110 до 329,999 Ω	0,007	0,009	0,002	0,02	0,001	от 1 до 40 мА
от 330 до 1,09999 кΩ	0,007	0,009	0,002	0,02	0,01	от 1 до 18 мА
от 1,1 до 3,29999 кΩ	0,007	0,009	0,02	0,2	0,01	от 100 мкА до 5 мА
от 3,3 до 10,9999 кΩ	0,007	0,009	0,02	0,1	0,1	от 100 мкА до 1,8 мА
от 11 до 32,9999 кΩ	0,007	0,009	0,2	1	0,1	от 10 мкА до 5 мА
от 33 до 109,999 кΩ	0,008	0,011	0,2	1	1	от 10 мкА до 0,18 мА
от 110 до 329,999 кΩ	0,009	0,012	2	10	1	от 1 мкА до 50 мкА
от 330 кΩ до 1,09999 МΩ	0,011	0,015	2	10	10	от 1 мкА до 18 мкА
от 1,0 до 3,09999 МΩ	0,011	0,015	30	150	10	от 250 нА до 5 мкА
от 3,3 до 10,9999 МΩ	0,045	0,06	50	250	100	от 250 мкА до 1,8 мкА
от 11 до 32,9999 МΩ	0,075	0,1	2500	2500	100	от 25 до 500 нА
от 33 до 109,999 МΩ	0,4	0,5	3000	3000	1000	от 25 до 180 нА
от 110 до 329,999 МΩ	0,4	0,5	100000	100000	1000	от 2,5 до 50 нА
от 330 до 1100,00 МΩ	1,2	1,5	500000	500000	10000	от 1 до 13 нА

[1] Непрерывно изменяющееся от 0 Ω до 1,1 ГΩ.

[2] Относится только к компенсационной схеме 4-WIRE. Для схем 2-WIRE и 2-WIRE COMP к фоновому значению следует добавлять 5 мкВ на А тока возбуждения. Например, в режиме 2-WIRE (2-проводном) при сопротивлении 1 кΩ смещение в течение 12 часов после калибровки нулевого сопротивления для тока измерения 1 мА составит: 0,002 Ω 5 мкВ/1 мА = (0,002 + 0,005) Ω = ±0,007 Ω.

[3] Не превышайте самый большой ток для каждого из диапазонов. Для токов меньше, чем показано, сумматор пороговых значений увеличивает на смещение, $\text{смещение}_{\text{новое}} = \text{смещение}_{\text{старое}} \times I_{\text{мин}} / I_{\text{фактическое}}$. Например, при использовании тока 50 мкА для измерения сопротивления 100 Ω смещение равно: 0,0014 Ω x 1 мА/50 мкА = 0,028 Ω, если калибровка нулевого сопротивления была выполнена в течение последних 12 часов.

Переменное напряжение (синусоидальное)

Диапазон	Частота	Абсолютная погрешность, при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm$ (миллионных частей вых. напряжения + мкВ)		Разрешение	Максимальная нагрузка	Макс. искажения и помеха в полосе частот от 10 Гц до 5 МГц $\pm$ (% от выходного тока + смещение)
		90 суток	1 год			
от 1,0 до 32,999 мВ	от 10 до 45 Гц	0,120 + 20	0,150 + 20	1 мкВ	65 Ω	0,15 + 90 мкВ
	от 45 Гц до 10 кГц	0,080 + 20	0,100 + 20			0,035 + 90 мкВ
	от 10 до 20 кГц	0,120 + 20	0,150 + 20			0,06 + 90 мкВ
	от 20 до 50 кГц	0,160 + 20	0,200 + 20			0,15 + 90 мкВ
	от 50 до 100 кГц	0,300 + 33	0,350 + 33			0,25 + 90 мкВ
	от 100 до 500 кГц	0,750 + 60	1,000 + 60			0,3 + 90 мкВ ^[1]
от 33 мВ до 329,999 мВ	от 10 до 45 Гц	0,042 + 20	0,050 + 20	1 мкВ	65 Ω	0,15 + 90 мкВ
	от 45 Гц до 10 кГц	0,029 + 20	0,030 + 20			0,035 + 90 мкВ
	от 10 до 20 кГц	0,066 + 20	0,070 + 20			0,06 + 90 мкВ
	от 20 до 50 кГц	0,086 + 40	0,100 + 40			0,15 + 90 мкВ
	от 50 до 100 кГц	0,173 + 170	0,230 + 170			0,2 + 90 мкВ
	от 100 до 500 кГц	0,400 + 330	0,500 + 330			0,2 + 90 мкВ ^[1]
от 0,33 до 3,29999 В	от 10 до 45 Гц	0,042 + 60	0,050 + 60	10 мкВ	10 мА	0,15 + 200 мкВ
	от 45 Гц до 10 кГц	0,028 + 60	0,030 + 60			0,035 + 200 мкВ
	от 10 до 20 кГц	0,059 + 60	0,070 + 60			0,06 + 200 мкВ
	от 20 до 50 кГц	0,083 + 60	0,100 + 60			0,15 + 200 мкВ
	от 50 до 100 кГц	0,181 + 200	0,230 + 200			0,2 + 200 мкВ
	от 100 до 500 кГц	0,417 + 900	0,500 + 900			0,2 + 200 мкВ ^[1]
от 3,3 до 32,9999 В	от 10 до 45 Гц	0,042 + 800	0,050 + 800	100 мкВ	10 мА	0,15 + 2 мВ
	от 45 Гц до 10 кГц	0,025 + 600	0,030 + 600			0,035 + 2 мВ
	от 10 до 20 кГц	0,064 + 600	0,070 + 600			0,08 + 2 мВ
	от 20 до 50 кГц	0,086 + 600	0,100 + 600			0,2 + 2 мВ
	от 50 до 100 кГц	0,192 + 2000	0,230 + 2000			0,5 + 2 мВ
от 33 В до 329,999 В	от 45 Гц до 1 кГц	0,039 + 3000	0,050 + 3000	1 мВ	5 мА, искл. 20 мА для диап. от 45 до 65 Гц	0,15 + 10 мВ
	от 1 до 10 кГц	0,064 + 9000	0,080 + 9000			0,05 + 10 мВ
	от 10 до 20 кГц	0,079 + 9000	0,090 + 9000			0,6 + 10 мВ
	от 20 до 50 кГц	0,096 + 9000	0,120 + 9000			0,8 + 10 мВ
	от 50 до 100 кГц	0,192 + 80000	0,240 + 80000			1 + 10 мВ
от 330 до 1020 В	45 Гц до 1 кГц	0,042 + 20000	0,050 + 20000	10 мВ	2 мА, искл. 20 мА для диап. от 45 до 65 Гц	0,15 + 30 мВ
	от 1 до 5 кГц	0,064 + 20000	0,080 + 20000			0,07 + 30 мВ
	от 5 до 10 кГц	0,075 + 20000	0,090 + 20000			0,07 + 30 мВ
[1] Макс. искажение для диап. от 100 до 200 кГц. Для диап. от 200 до 500 кГц максимальное искажение составляет 0,9% выходной величины + смещение согласно указанному. Примечание Удаленное измерение не поддерживается. Выходное сопротивление менее 5 мΩ для выходных напряжений 0,33 В и выше. Сопротивление выхода AUX менее 1 Ω. Максимальная емкость нагрузки 500 пФ и зависит от макс. предела тока нагрузки.						

Переменное напряжение (синусоидальное) (продолж.)

Дополнительный выход [только в режиме одновременного воспроизведения двух выходных сигналов]						
Диапазон	Частота ^[1]	Абсолютная погрешность, при tcal ± 5°C± (миллионных частей вых. напряжения + мкВ)		Разрешение	Максимальная нагрузка	Макс. искажения и помеха в полосе частот от 10 Гц до 5 МГц ± (% от выходного тока + смещение)
		90 суток	1 год			
от 1,0 до 329,999 мВ	от 10 до 20 Гц	0,15 + 370	0,20 + 370	1 мкВ	5 мА	0,20 + 200 мкВ
	20 - 45 Гц	0,08 + 370	0,10 + 370			0,06 + 200 мкВ
	45 - 1 кГц	0,08 + 370	0,10 + 370			0,08 + 200 мкВ
	от 1 до 5 кГц	0,15 + 450	0,20 + 450			0,30 + 200 мкВ
	от 5 до 10 кГц	0,30 + 450	0,40 + 450			0,60 + 200 мкВ
	от 10 до 30 кГц	4,00 + 900	5,00 + 900			1,00 + 200 мкВ
от 0,33 до 3,29999 В	от 10 до 20 Гц	0,15 + 450	0,20 + 450	10 мкВ	5 мА	0,20 + 200 мкВ
	20 - 45 Гц	0,08 + 450	0,10 + 450			0,06 + 200 мкВ
	45 - 1 кГц	0,07 + 450	0,09 + 450			0,08 + 200 мкВ
	от 1 до 5 кГц	0,15 + 1400	0,20 + 1400			0,30 + 200 мкВ
	от 5 до 10 кГц	0,30 + 1400	0,40 + 1400			0,60 + 200 мкВ
	от 10 до 30 кГц	4,00 + 2800	5,00 + 2800			1,00 + 200 мкВ
от 3,3 до 5 кГц	от 10 до 20 Гц	0,15 + 450	0,20 + 450	100 мкВ	5 мА	0,20 + 200 мкВ
	20 - 45 Гц	0,08 + 450	0,10 + 450			0,06 + 200 мкВ
	45 - 1 кГц	0,07 + 450	0,09 + 450			0,08 + 200 мкВ
	от 1 до 5 кГц	0,15 + 1400	0,20 + 1400			0,30 + 200 мкВ
	от 5 до 10 кГц	0,30 + 1400	0,40 + 1400			0,60 + 200 мкВ

[1] Для выходного напряжения предусмотрено два канала. Максимальная частота сдвоенного выхода равна 30 кГц.

Примечание

Удаленное измерение не поддерживается. Выходное сопротивление менее 5 мΩ для выходных напряжений 0,33 В и выше. Сопротивление выхода AUX менее 1 Ω. Максимальная емкость нагрузки 500 пФ и зависит от макс. предела тока нагрузки.

Переменный ток (синусоидальный)

Диапазон	Частота	Абсолютная погрешность, при $t_{cal} \pm 5^{\circ}C \pm$ (миллионных частей от вых. тока + мкА)		Соответствие сумматора $\pm$ (мкА/В)	Макс. искажения и помеха в полосе частот от 10 Гц до 100 кГц $\pm$ (% от выходного тока + смещение)	Макс.индуктивная нагрузка, мГн
		90 суток	1 год			
LCOMP выкл.						
от 29 до 329,99 мкА	от 10 до 20 Гц	0,16 + 0,1	0,2 + 0,1	0,05	0,15 + 0,5 мкА	200
	от 20 до 45 Гц	0,12 + 0,1	0,15 + 0,1	0,05	0,10 + 0,5 мкА	
	от 45 Гц до 1 кГц	0,1 + 0,1	0,125 + 0,1	0,05	0,05 + 0,5 мкА	
	от 1 до 10 кГц	0,25 + 0,15	0,3 + 0,15	1,5	0,50 + 0,5 мкА	
	от 5 до 10 кГц	0,6 + 0,2	0,8 + 0,2	1,5	1,00 + 0,5 мкА	
	от 10 до 30 кГц	1,2 + 0,4	1,6 + 0,4	10	1,20 + 0,5 мкА	
от 0,33 до 3,29999 мА	от 10 до 20 Гц	0,16 + 0,15	0,2 + 0,15	0,05	0,15 + 1,5 мкА	200
	от 20 до 45 Гц	0,1 + 0,15	0,125 + 0,15	0,05	0,06 + 1,5 мкА	
	от 45 Гц до 1 кГц	0,08 + 0,15	0,1 + 0,15	0,05	0,02 + 1,5 мкА	
	от 1 до 5 кГц	0,16 + 0,2	0,2 + 0,2	1,5	0,50 + 1,5 мкА	
	от 5 до 10 кГц	0,4 + 0,3	0,5 + 0,3	1,5	1,00 + 1,5 мкА	
	от 10 до 30 кГц	0,8 + 0,6	1,0 + 0,6	10	1,20 + 0,5 мкА	
от 3,3 до 32,9999 мА	от 10 до 20 Гц	0,15 + 2	0,18 + 2	0,05	0,15 + 5 мкА	50
	от 20 до 45 Гц	0,075 + 2	0,09 + 2	0,05	0,05 + 5 мкА	
	от 45 Гц до 1 кГц	0,035 + 2	0,04 + 2	0,05	0,07 + 5 мкА	
	от 1 до 5 кГц	0,065 + 2	0,08 + 2	1,5	0,30 + 5 мкА	
	от 5 до 10 кГц	0,16 + 3	0,2 + 3	1,5	0,70 + 5 мкА	
	от 10 до 30 кГц	0,32 + 4	0,4 + 4	10	1,00 + 0,5 мкА	
от 33 до 329,999 мА	от 10 до 20 Гц	0,15 + 20	0,18 + 20	0,05	0,15 + 50 мкА	50
	от 20 до 45 Гц	0,075 + 20	0,09 + 20	0,05	0,05 + 50 мкА	
	от 45 Гц до 1 кГц	0,035 + 20	0,04 + 20	0,05	0,02 + 50 мкА	
	от 1 до 5 кГц	0,08 + 50	0,10 + 50	1,5	0,03 + 50 мкА	
	от 5 до 10 кГц	0,16 + 100	0,2 + 100	1,5	0,10 + 50 мкА	
	от 10 до 30 кГц	0,32 + 200	0,4 + 200	10	0,60 + 50 мкА	
от 0,33 до 1,09999 А	от 10 до 45 Гц	0,15 + 100	0,18 + 100		0,20 + 500 мкА	2,5
	от 45 Гц до 1 кГц	0,036 + 100	0,05 + 100		0,07 + 500 мкА	
	от 1 до 5 кГц	0,5 + 1000	0,6 + 1000	[2]	1,00 + 500 мкА	
	от 5 до 10 кГц	2,0 + 5000	2,5 + 5000	[3]	2,00 + 500 мкА	
от 1,1 до 2,99999 А	от 10 до 45 Гц	0,15 + 100	0,18 + 100		0,20 + 500 мкА	2,5
	от 45 Гц до 1 кГц	0,05 + 100	0,06 + 100		0,07 + 500 мкА	
	от 1 до 5 кГц	0,5 + 1000	0,6 + 1000	[2]	1,00 + 500 мкА	
	от 5 до 10 кГц	2,0 + 5000	2,5 + 5000	[3]	2,00 + 500 мкА	
от 3 до 10,9999 А	от 45 до 100 Гц	0,05 + 2000	0,06 + 2000		0,2 + 3 мА	1
	от 100 Гц до 1 кГц	0,08 + 2000	0,10 + 2000		0,1 + 3 мА	
	от 1 до 5 кГц	2,5 + 2000	3,0 + 2000		0,8 + 3 мА	
от 11 до 20,5 А [1]	от 45 до 100 Гц	0,1 + 5000	0,12 + 5000		0,2 + 3 мА	1
	от 100 Гц до 1 кГц	0,13 + 5000	0,15 + 5000		0,1 + 3 мА	
	от 1 до 5 кГц	2,5 + 5000	3,0 + 5000		0,8 + 3 мА	
[1] Длительность цикла работы: ток < 11 А может воспроизводиться непрерывно. Для токов свыше 11 А см. рисунок 1 – 3. Ток может выводиться 60-Т-1 минут через каждые 60 минут, где Т – это температура в °С (комнатная температура около 23°С), а I – выходной ток в амперах. Например, 17 А при 23°С может воспроизводиться в течение 60 - 17 - 23 = 20 минут каждый час. Если выходной ток Калибратора 5502А длительное время составляет от 5 до 11 ампер, внутренний самонагрев сокращает длительность цикла работы. В таких условиях допустимое время включенного состояния, определяемое по данной формуле и на рис. 1-3, достигается только при выходных токах Калибратора 5502А менее 5 А после предварительного периода выключенного состояния. [2] Для соответствия напряжениям выше 1 В, добавьте 1 мА/В к смещению от 1 до 5 кГц. [3] Для соответствия напряжениям выше 1 В, добавьте 5 мА/В к смещению от 5 до 10 кГц.						

Переменный ток (синусоидальный) (продолж.)

Диапазон	Частота	Абсолютная погрешность, при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm$ (миллионных частей от выхода + мкА)		Макс. искажения и помеха в полосе частот от 10 Гц до 100 кГц $\pm$ (% от выходного тока + смещение)	Макс.индуктивная нагрузка
		90 суток	1 год		
LCOMP Вкл.					
от 29 до 329,99 мкА	от 10 до 100 Гц	0,20 + 0,2	0,25 + 0,2	0,1 + 1,0 мкА	400 мГн
	от 100 Гц до 1 кГц	0,50 + 0,5	0,60 + 0,5	0,05 + 1,0 мкА	
от 330 мкА до 3,09999 мА	от 10 до 100 Гц	0,20 + 0,3	0,25 + 0,3	0,15 + 1,5 мкА	
	от 100 Гц до 1 кГц	0,50 + 0,8	0,60 + 0,8	0,06 + 1,5 мкА	
от 3,3 до 32,9999 мА	от 10 до 100 Гц	0,07 + 4	0,08 + 4	0,15 + 5 мкА	
	от 100 Гц до 1 кГц	0,18 + 10	0,20 + 10	0,05 + 5 мкА	
от 33 до 329,999 мА	от 10 до 100 Гц	0,07 + 40	0,08 + 40	0,15 + 50 мкА	
	от 100 Гц до 1 кГц	0,18 + 100	0,20 + 100	0,05 + 50 мкА	
от 330 до 2,99999 А	от 10 до 100 Гц	0,10 + 200	0,12 + 200	0,2 + 500 мкА	400 мГн ^[4]
	от 100 до 440 Гц	0,25 + 1000	0,30 + 1000	0,25 + 500 мкА	
от 3,3 А до 20,5 А ^[1]	от 45 до 100 Гц	0,10 + 2000 ^[2]	0,12 + 2000 ^[2]	0,1 + 0 мкА	
	от 100 до 440 Гц	0,80 + 5000 ^[3]	1,00 + 5000 ^[3]	0,5 + 0 мкА	
[1] Длительность цикла работы: ток < 11 А может воспроизводиться непрерывно. Для токов свыше 11 А см. рисунок 1 – 3. Ток может выводиться 60-Т-1 минут через каждые 60 минут, где Т – это температура в °С (комнатная температура около 23°С), а I – выходной ток в амперах. Например, 17 А при 23°С может воспроизводиться в течение 60 - 17 - 23 = 20 минут каждый час. Если выходной ток Калибратора 5502А длительное время составляет от 5 до 11 ампер, внутренний самонагрев сокращает длительность цикла работы. В таких условиях допустимое время включенного состояния, определяемое по данной формуле и на рис. 1-3, достигается только при выходных токах Калибратора 5502А менее 5 А после предварительного периода выключенного состояния. [2] Для токов свыше 11 А смещение составляет 4000 мкА в течение 30 секунд после выбора режима работы. При работе в течение более 30 секунд смещение составляет 2000 мкА. [3] Для токов свыше 11 А смещение составляет 1000 мкА в течение 30 секунд после выбора режима работы. При работе в течение более 30 секунд смещение составляет 5000 мкА. [4] Зависит от диапазона напряжения источника тока.					

Диапазон	Разрешение мкА	Макс. диапазон напряжений источника тока, В действ. ^[1]
от 29 до 329,99 мкА	0,01	7
от 0,33 до 3,299999 В	0,01	7
от 3,3 до 32,9999 мА	0,1	5
от 33 до 329,999 мА	1	5
от 0,33 до 2,99999 А	10	4
от 3 до 20,5 А	100	3
[1] Для напряжения свыше 1 В действ. зависит от характеристик сумматора.		

Емкость

Диапазон	Абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^\circ C$ $\pm(\% \text{ от выхода} + \text{смещение})$ [1] [2] [3]		Разрешение	Допустимая частота или скорость заряда/разряда		
	90 суток	1 год		Мин. и макс. для соблюдения характеристик	Тип. макс. для погрешности менее 0,5%	Тип. макс. для погрешности менее 1%
от 220,0 до 399,9 пФ	0,38 + 0,01 нФ	0,5 + 0,01 нФ	0,1 пФ	от 10 Гц до 10 кГц	20 кГц	40 кГц
от 0,4 до 1,0999 нФ	0,38 + 0,01 нФ	0,5 + 0,01 нФ	0,1 пФ	от 10 Гц до 10 кГц	30 кГц	50 кГц
от 1,1 до 3,2999 нФ	0,38 + 0,01 нФ	0,5 + 0,01 нФ	0,1 пФ	от 10 Гц до 3 кГц	30 кГц	50 кГц
от 3,3 до 10,999 нФ	0,19 + 0,01 нФ	0,25 + 0,01 нФ	1 пФ	от 10 Гц до 1 кГц	20 кГц	25 кГц
от 11 до 32,999 нФ	0,19 + 0,1 нФ	0,25 + 0,1 нФ	1 пФ	от 10 Гц до 1 кГц	8 кГц	10 мА
от 33 до 109,99 нФ	0,19 + 0,1 нФ	0,25 + 0,1 нФ	10 пФ	от 10 Гц до 1 кГц	4 кГц	6 кГц
от 110 до 329,99 нФ	0,19 + 0,3 нФ	0,25 + 0,3 нФ	10 пФ	от 10 Гц до 1 кГц	2,5 кГц	3,5 кГц
от 0,33 до 1,0999 мкФ	0,19 + 1 нФ	0,25 + 1 нФ	100 пФ	от 10 до 600 Гц	1,5 кГц	2 кГц
от 1,1 до 3,2999 мкФ	0,19 + 3 нФ	0,25 + 3 нФ	100 пФ	от 10 до 300 Гц	800 Гц	1 кГц
от 3,3 до 10,999 мкФ	0,19 + 10 нФ	0,25 + 10 нФ	1 нФ	от 10 до 150 Гц	450 Гц	650 Гц
от 11 до 32,999 мкФ	0,30 + 30 нФ	0,40 + 30 нФ	1 нФ	от 10 до 120 Гц	250 Гц	350 Гц
от 33 до 109,99 мкФ	0,34 + 100 нФ	0,45 + 100 нФ	10 нФ	от 10 до 80 Гц	150 Гц	200 Гц
от 110 до 329,99 мкФ	0,34 + 300 нФ	0,45 + 300 нФ	10 нФ	от 0 до 50 Гц	80 Гц	120 Гц
от 0,33 до 1,0999 мФ	0,34 + 1 мкФ	0,45 + 1 мкФ	100 нФ	от 0 до 20 Гц	45 Гц	65 Гц
от 1,1 до 3,2999 мФ	0,34 + 3 мкФ	0,45 + 3 мкФ	100 нФ	от 0 до 6 Гц	30 Гц	40 Гц
от 3,3 до 10,999 мФ	0,34 + 10 мкФ	0,45 + 10 мкФ	1 мкФ	от 0 до 2 Гц	15 Гц	20 Гц
от 11 до 32,999 мФ	0,7 + 30 мкФ	0,75 + 30 мкФ	1 мкФ	от 0 до 0,6 Гц	7,5 Гц	10 мА
от 33 до 110,00 мФ	1,0 + 100 мкФ	1,1 + 100 мкФ	10 мкФ	от 0 до 0,2 Гц	3 Гц	5 мА
[1] Выходная емкость непрерывно изменяется в пределах от 220 пФ до 110 мФ. [2] Характеристики относятся как к измерителям емкости на принципе заряд/разряд постоянным током, так и к измерителям RCL переменного тока. Максимально допустимое пиковое напряжение равно 3 В. Максимально допустимый пиковый ток равен 150 мА, а действующее значение тока ограничено 30 мА для емкостей менее 1,1 мкФ и 100 мА для емкостей 1,1 мкФ и более. [3] Максимальное сопротивление проводников, не вызывающее дополнительной погрешности, в режиме 2-wire COMP составляет 10 Ω.						

Калибровка температуры (термопара)

Тип термопары ^[1]	Диапазон °C ^[2]	Абсолютная погрешность источник/мера при tcal ± 5°C± °C ^[3]		Тип термопары ^[1]	Диапазон °C ^[2]	Абсолютная погрешность источник/мера при tcal ± 5°C± °C ^[3]	
		90 суток	1 год			90 суток	1 год
B	от 600 до 800	0,42	0,44	L	от -200 до -100	0,37	0,37
	от 800 до 1000	0,34	0,34		от -100 до 800	0,26	0,26
	от 1000 до 1550	0,30	0,30		от 800 до 900	0,17	0,17
	от 1550 до 1820	0,26	0,33				
C	от 0 до 150	0,23	0,30	N	от -200 до -100	0,30	0,40
	от 150 до 650	0,19	0,26		от -100 до -25	0,17	0,22
	от 650 до 1000	0,23	0,31		от -25 до 120	0,15	0,19
	от 1000 до 1800	0,38	0,50		от 120 до 410	0,14	0,18
	от 1800 до 2316	0,63	0,84		от 410 до 1300	0,21	0,27
E	от -250 до -100	0,38	0,50	R	от 0 до 250	0,48	0,57
	от -100 до -25	0,12	0,16		от 250 до 400	0,28	0,35
	от -25 до 350	0,10	0,14		от 400 до 1000	0,26	0,33
	от 350 до 650	0,12	0,16		от 1000 до 1767	0,30	0,40
	от 650 до 1000	0,16	0,21				
J	от -210 до -100	0,20	0,27	S	от 0 до 250	0,47	0,47
	от -100 до -30	0,12	0,16		от 250 до 1000	0,30	0,36
	от -30 до 150	0,10	0,14		от 1000 до 1400	0,28	0,37
	от 150 до 760	0,13	0,17	от 1400 до 1767	0,34	0,46	
	от 760 до 1200	0,18	0,23				
				T	от -250 до -150	0,48	0,63
			от -150 до 0		0,18	0,24	
			от 0 до 120		0,12	0,16	
K	от -200 до -100	0,25	0,33		от 120 до 400	0,10	0,14
	от -100 до -25	0,14	0,18	U	от -200 до 0	0,56	0,56
	от -25 до 120	0,12	0,16		от 0 до 600	0,27	0,27
	от 120 до 1000	0,19	0,26				
	от 1000 до 1372	0,30	0,40				
[1] Можно выбрать температурную шкалу МТШ-90 или МПТШ-68. Моделирование и измерение сигнала термопары не предусмотрено при работе в условиях напряженности электромагнитного поля свыше 4 В/м. [2] Разрешение 0,01°C [3] Не включает погрешность термопары							

Калибровка температуры (термометр сопротивления)

Тип RTD (резистивного датчика температуры)	Диапазон °C ^[1]	Абсолютная погрешность при tcal ± 5°C±° C ^[2]		Тип RTD (резистивного датчика температуры)	Диапазон °C ^[1]	Абсолютная погрешность при tcal ± 5°C±° C ^[2]		
		90 суток	1 год			90 суток	1 год	
Pt 385, 100 Ω	от -200 до -80	0,04	0,05	Pt 385, 500 Ω	от -200 до -80	0,03	0,04	
	от -80 до 0	0,05	0,05		от -80 до 0	0,04	0,05	
	от 0 до 100	0,07	0,07		от 0 до 100	0,05	0,05	
	от 100 до 300	0,08	0,09		от 100 до 260	0,06	0,06	
	от 300 до 400	0,09	0,10		от 260 до 300	0,07	0,08	
	от 400 до 630	0,10	0,12		от 300 до 400	0,07	0,08	
	от 630 до 800	0,21	0,23		от 400 до 600	0,08	0,09	
	от 600 до 630				от 600 до 630	0,09	0,11	
Pt 3926, 100 Ω	от -200 до -80	0,04	0,05	Pt 385, 1000 Ω	от -200 до -80	0,03	0,03	
	от -80 до 0	0,05	0,05		от -80 до 0	0,03	0,03	
	от 0 до 100	0,07	0,07		от 0 до 100	0,03	0,04	
	от 100 до 300	0,08	0,09		от 100 до 260	0,04	0,05	
	от 300 до 400	0,09	0,10		от 260 до 300	0,05	0,06	
	от 400 до 630	0,10	0,12		от 300 до 400	0,05	0,07	
Pt 3916, 100 Ω	от -200 до -190	0,25	0,25		PtNi 385, 120 Ω (Ni120)	от 400 до 600	0,06	0,07
	от -190 до -80	0,04	0,04			от 600 до 630	0,22	0,23
	от -80 до 0	0,05	0,05	от -80 до 0		0,06	0,08	
	от 0 до 100	0,06	0,06	от 0 до 100		0,07	0,08	
	от 100 до 260	0,06	0,07	Cu 427 10 Ω ^[3]	от 100 до 260	0,13	0,14	
	от 260 до 300	0,07	0,08			от -100 до 260	0,3	0,3
	от 300 до 400	0,08	0,09					
	от 400 до 600	0,08	0,10					
	от 600 до 630	0,21	0,23					
Pt 385, 200 Ω	от -200 до -80	0,03	0,04					
	от -80 до 0	0,03	0,04					
	от 0 до 100	0,04	0,04					
	от 100 до 260	0,04	0,05					
	от 260 до 300	0,11	0,12					
	от 300 до 400	0,12	0,13					
	от 400 до 600	0,12	0,14					
	от 600 до 630	0,14	0,16					
[1] Разрешение 0,003°C [2] Применимо к режиму COMP OFF (зажимы NORMAL на передней панели Калибратора 5502A) и 2-проводной и 4-проводной компенсационной схеме. [3] На основании пособия по применению MINCO № 18								

Фаза

Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C, (Δ Φ °)					
Частота (Гц)					
от 10 до 65 Гц	от 65 до 500 Гц	от 500 Гц до 1 кГц	от 1 до 10 кГц	от 5 до 10 кГц	от 10 до 30 кГц
0,15 °	0,9 °	2°	6°	10°	15°
Примечание Для определения доступных выходных значений см. технические характеристики «Мощность и диапазоны режима одновременного воспроизведения двух выходных сигналов».					

Фаза (Ф) Ватты	Фаза (Ф) Вары	PF	Составляющая погрешности мощности, вызванная погрешностью фазы				
			от 10 до 65 Гц	от 65 до 500 Гц	от 500 Гц до 1 кГц	от 1 до 10 кГц	от 5 до 10 кГц
			0,00%	0,01 %	0,06%	0,55 %	1,52%
5°	85 °	0,996	0,02 %	0,15%	0,37%	1,46 %	3,04 %
10°	80°	0,985	0,05%	0,29 %	0,68 %	2,39 %	4,58%
15°	75 °	0,966	0,07 %	0,43 %	1,00%	3,35 %	6,17 %
20°	70°	0,940	0,10%	0,58 %	1,33 %	4,35 %	7,84%
25°	65 °	0,906	0,12 %	0,74%	1,69 %	5,42 %	9,62 %
30°	60°	0,866	0,15%	0,92 %	2,08 %	6,58 %	11,54%
35 °	55 °	0,819	0,18%	1,11 %	2,50 %	7,87 %	13,68 %
40°	50°	0,766	0,22%	1,33 %	2,99 %	9,32 %	16,09%
45 °	45 °	0,707	0,26 %	1,58 %	3,55%	11,00 %	18,88 %
50°	40°	0,643	0,31 %	1,88 %	4,22 %	13,01 %	22,21%
55 °	35 °	0,574	0,37%	2,26 %	5,05 %	15,48%	26,32 %
60°	30°	0,500	0,45%	2,73 %	6,11 %	18,65 %	31,60%
65 °	25°	0,423	0,56 %	3,38 %	7,55 %	22,96 %	38,76 %
70°	20°	0,342	0,72 %	4,33 %	9,65 %	29,27 %	49,23%
75 °	15°	0,259	0,98 %	5,87 %	13,09 %	39,56 %	66,33 %
80°	10°	0,174	1,49 %	8,92 %	19,85 %	59,83 %	100,00%
85 °	5°	0,087	2,99 %	17,97 %	39,95 %		
90°	0°	0,000	—	—			

Чтобы рассчитать точные значения составляющих погрешности активной мощности переменного тока, вызванные погрешностью фазы для неуказанных значений, используйте следующую формулу:

$$Adder(\%) = 100(1 - \frac{\cos(\Phi + \Delta\Phi)}{\cos(\Phi)})$$

Например, если коэффициент мощности (косинус фи) равен 0,9205 ($\Phi = 23$) и значение фазы $\Delta\Phi = 0,15$, увеличение активной мощности переменного тока будет:

$$Adder(\%) = 100(1 - \frac{\cos(23 + 0,15)}{\cos(23)}) = 0,11\%$$

Характеристики питания переменного и постоянного тока

Мощность моделируется на управляемых параллельных выводах напряжения и тока Калибратора. Диапазоны амплитуды и частоты широкие, но характеристики верны для определенных комбинаций напряжения и тока. В общем они верны для всех напряжений и постоянного тока и переменных напряжений от 30 мВ до 1020 В, переменные токи от 33 мА до 20,5 А предназначены для частот от 10 Гц до 30 кГц. Эксплуатация за пределами этих диапазонов, в общих пределах возможностей калибратора, возможна, но не определена. Таблица и рис. далее иллюстрируют определенные диапазоны, в которых возможна мощность и воспроизведения парного сигнала.

Ограничения характеристик по выходной мощности и одновременному воспроизведению двух выходных сигналов

Частота	Напряжения (NORMAL)	Токи	Напряжения (AUX)	Коэффициент мощности (PF)
Постоянный ток	от 0 до ± 1020 В	от 0 до $\pm 20,5$ А	от 0 до ± 7 В	—
от 10 до 45 Гц	от 33 мВ до 32,9999 В	от 3,3 до 2,99999 А	от 10 мВ до 5 В	от 0 до 1
от 45 до 65 Гц	от 33 мВ до 1020 В	от 3,3 до 20,5 А	от 10 мВ до 5 В	от 0 до 1
от 65 до 500 Гц	от 330 мВ до 1020 В	от 33 мА до 2,99999 А	от 100 мВ до 5 В	от 0 до 1
от 65 до 500 Гц	от 3,3 до 1020 В	от 33 мА до 20,5 А	от 100 мВ до 5 В	от 0 до 1
от 500 Гц до 1 кГц	от 330 мВ до 1020 В	от 33 мА до 20,5 А	от 100 мВ до 5 В	от 0 до 1
от 1 до 10 кГц	от 3,3 до 500 В	от 33 мА до 2,99999 А	от 100 мВ до 5 В	от 0 до 1
от 5 до 10 кГц	от 3,3 до 250 В	от 33 до 329,99 мА	от 1 до 5 В	от 0 до 1
от 10 до 30 кГц	от 3,3 до 250 В	от 33 мА до 329,99 мА	от 1 до 3,29999 В	от 0 до 1

Примечания
Диапазоны напряжений и токов, показанные в таблицах технических характеристик «Постоянное напряжение», «Постоянный ток», «Переменное напряжение» и «Переменный ток» доступны в режимах выходной мощности и одновременного воспроизведения двух выходных сигналов, за исключением минимального тока 0,33 мА для мощности переменного тока. Определены только те ограничения, которые приведены в этой таблице и на следующем рисунке.
Для определения погрешности в этих точках см. «Вычисление погрешности мощности».
Диапазон подстройки фазы в режиме одновременного воспроизведения двух выходных сигналов переменного тока составляет от 0° до $\pm 179,99^\circ$. Разрешение по фазе в режиме одновременного воспроизведения двух выходных сигналов переменного тока составляет 0,01°.

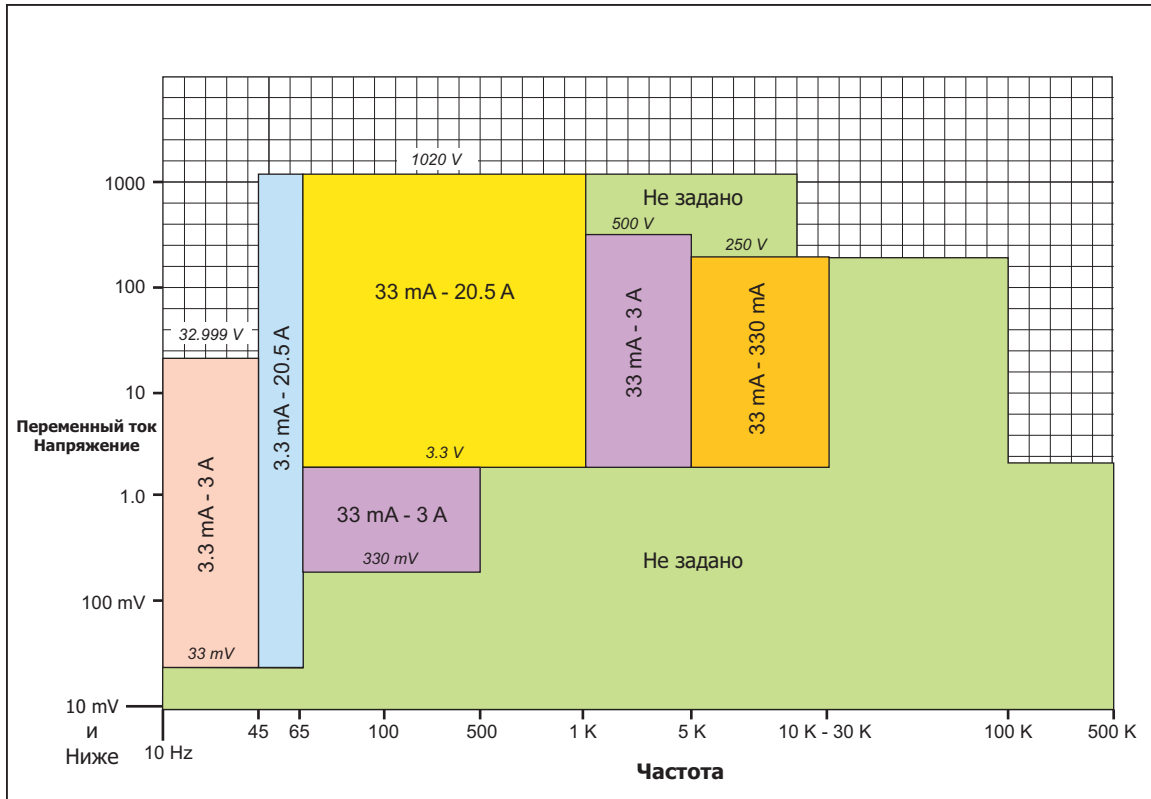


Рисунок 1-4. Допустимые сочетания переменного напряжения и переменного тока для выходной мощности и одновременного воспроизведения двух выходных сигналов

Вычисление относительной погрешности выходной мощности и одновременного воспроизведения двух выходных сигналов

Общая погрешность активной или реактивной выходной мощности в ваттах (или варах) равно квадратному корню из суммы квадратов отдельных погрешностей в процентах для выбранного переменного напряжения, тока и фазы:

Погрешность активной мощности
$$U_{\text{power}} = \sqrt{U^2_{\text{Voltage}} + U^2_{\text{Current}} + U^2_{\text{Phase}}}$$

Погрешность реактивной мощности
$$U_{\text{VARs}} = \sqrt{U^2_{\text{Voltage}} + U^2_{\text{Current}} + U^2_{\text{Phase}}}$$

Погрешность одновременного воспроизведения двух выходных сигналов

$$U_{\text{Dual}} = \sqrt{U^2_{\text{Voltage}} + U^2_{\text{AuxVoltage}} + U^2_{\text{Phase}}}$$

Поскольку возможное количество комбинаций бесконечно, необходимо вычислить действительную погрешность мощности переменного тока для выбранных параметров. Результаты этого метода вычисления приведены в следующем примере. Эти примеры находятся в различных выбранных настройках Калибратора (с годовыми погрешностями):

Примеры относительных погрешностей мощности при различных параметрах выхода:

Выбранные параметры выхода						Абсолютная погрешность, заданная для $t_{cal} \pm 5^\circ C$, $\pm(\%$ от настройки вывода)			Абсолютная погрешность мощности $\pm(\%$ Ватт) ^[1]
Настройка напряжения (Вольт)	Настройка тока (Ампер)	Частота Гц	Настройка фазы (единицы PF)	Настройка фазы (Градусы)	Выбранная мощность (Ватты)	U _{Напряжение}	U _{Ток}	U _{Фаза}	U _{Мощность}
+10,000	+0.500.000	Постоянный ток			5	0,00550 %	0,04680 %		0,047 %
15,000	+2,0000	Постоянный ток			30	0,00533 %	0,03220 %		0,033 %
100,000	+20,000	Постоянный ток			2000	0,00600 %	0,10375 %		0,104 %
1000,00	20,000	Постоянный ток			20000	0,00565 %	0,10375 %		0,104 %
120,000	1,00000	60	1	0,0	120	0,05250 %	0,06000 %	0,000 %	0,080 %
120,000	1,00000	60	0,766	40,0	91,92	0,05250 %	0,06000 %	0,220 %	0,234 %
240,000	1,00000	50	1	0,0	240	0,05125 %	0,06000 %	0,000 %	0,079 %
240,000	1,00000	50	0,766	40,0	183,84	0,05125 %	0,06000 %	0,220 %	0,234 %
1000,00	20	55	1	0,0	20000	0,05200 %	0,14500 %	0,000 %	0,154 %
1000,00	20	55	0,766	40,0	15320	0,05200 %	0,14500 %	0,220 %	0,269 %
1000,00	20	55	-0,906	-25,0	18120	0,05200 %	0,14500 %	0,122 %	0,196 %
100	0,30	30000	1	0,0	30,0	0,12900 %	0,4667 %	3,407 %	3,442 %
100	0,30	30000	0,766	40,0	22,98	0,12900 %	0,4667 %	25,128 %	25,133 %

[1] Если для выходного тока более 10 А не допускается время установления 30 с, или для двух верхних диапазонов тока свыше 10 А в течение 30 секунд следует добавить 0,02%.

Вычисление погрешности мощности

Общая погрешность активной или реактивной выходной мощности в ваттах (или варах) равно квадратному корню из суммы квадратов (RSS) отдельных погрешностей в процентах для выбранного напряжения, тока и коэффициента мощности:

$$\text{Погрешность активной мощности} \quad U_{\text{Power}} = \sqrt{U^2_{\text{Voltage}} + U^2_{\text{Current}} + U^2_{\text{Phase}}}$$

$$\text{Погрешность реактивной мощности} \quad U_{\text{VARs}} = \sqrt{U^2_{\text{Voltage}} + U^2_{\text{Current}} + U^2_{\text{Phase}}}$$

Поскольку возможное количество комбинаций бесконечно, необходимо вычислить действительную погрешность мощности переменного тока для выбранных параметров. Метод расчета хорошо показан в следующих примерах (с использованием 1-годичных погрешностей):

Пример 1. Выходной сигнал: 100 В, 1 А, 60 Гц, коэффициент мощности = 1,0 ($\Phi=0$)

Погрешность напряжения Погрешность для напряжения 100 В при частоте 60 Гц составляет 0,050% + 3 мВ, в результате: 100 В x 0,0005 = 50 мВ плюс 3 мВ = 53 мВ. В процентах: 53 мВ/100 В x 100 = 0,053 % (см. технические характеристики «Переменное напряжение (синусоидальное)»).

Погрешность тока Погрешность для тока 1 А при частоте 60 Гц составляет 0,05% + +100 мкА, в результате: 1 А x 0,0005 = 500 мкА плюс 100 мкА = 0,6 мА. Выраженная в процентах: 0,6 мА/1 А x 100 = 0,06 % (см. технические характеристики «Переменный ток (синусоидальный)»).

Погрешность фазы (Ватты) Сумматор для PF = 1 ($\Phi=0$) на 60 Гц составляет 0 % (см. "Характеристики фазы").

Общая погрешность мощности = $U_{\text{power}} = \sqrt{0,053^2 + 0,06^2 + 0^2} = 0,080\%$

Пример 2. Выходной сигнал: 100 В, 1 А, 400 Гц, Коэффициент мощности = 0,5 ($\Phi=60$)

Погрешность напряжения Погрешность для напряжения 100 В при частоте 400 Гц составляет 0,050% + 3 мВ, в результате: 100 В x 0,0005 = 50 мВ плюс 3 мВ = 53 мВ. В процентах: 53 мВ/100 В x 100 = 0,053 % (см. технические характеристики «Переменное напряжение (синусоидальное)»).

Погрешность тока Погрешность для тока 1 А при частоте 400 Гц составляет 0,05% + +100 мкА, в результате: 1 А x 0,0005 = 500 мкА плюс 100 мкА = 0,6 мА. Выраженная в процентах: 0,6 мА/1 А x 100 = 0,06 % (см. технические характеристики «Переменный ток (синусоидальный)»).

Составляющая погрешности коэфф. мощности. Составляющая погрешности активной мощности при коэфф. мощности 0,5 ($\Phi=60$) при частоте 400 Гц составляет 2,73% (см. технические характеристики «Фаза»).

Общая погрешность мощности = $U_{\text{power}} = \sqrt{0,021^2 + 0,06^2 + 2,73^2} = 2,73\%$

Реактивная мощность. Когда коэффициент мощности приближается к 0, погрешность активной мощности становится неприемлемой, поскольку начинает преобладать реактивная мощность. В таких случаях рассчитывается общая погрешность реактивной мощности, как показано в примере 3:

Пример 3. Выходной сигнал: 100 В, 1 А, 60 Гц, коэффициент мощности = 0,174 ($\Phi=80$)

Погрешность напряжения Погрешность для напряжения 100 В при частоте 60 Гц составляет 0,050% + 3 мВ, в результате: 100 В x 0,0005 = 50 мВ плюс 3 мВ = 53 мВ. В процентах: 53 мВ/100 В x 100 = 0,053 % (см. технические характеристики «Переменное напряжение (синусоидальное)»).

Погрешность тока Погрешность для тока 1 А при частоте 60 Гц составляет 0,05% + +100 мкА, в результате: 1 А x 0,0005 = 500 мкА плюс 100 мкА = 0,6 мА. Выраженная в процентах: 0,6 мА/1 А x 100 = 0,06 % (см. технические характеристики «Переменный ток (синусоидальный)»).

Погрешность фазы (в варах) Сумматор для $\Phi=80$ при 60 Гц при 0,05 % (см. "Характеристики фазы").

Общая погрешность реактивной мощности = $U_{VARs} = \sqrt{0.053^2 + 0.06^2 + 0.05^2} = 0.094 \%$

Дополнительные характеристики

В следующих пунктах приводятся дополнительные характеристики Калибратора 5502А при работе в режимах источника переменного напряжения и переменного тока. Все технические характеристики действительны после прогрева калибратора 5502А в течение 30 минут или в течение удвоенного времени его выключения. Все расширенные характеристики режимов приводятся в предположении о еженедельном выполнении внутренней калибровки нуля, или при изменении температуры окружающей среды более чем на 5°C.

Частота

Частотный диапазон	Разрешение	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^\circ C$ $\pm$ (ед./млн. + МГц)	флуктуации
от 0,01 до 119,99 Гц	0,01 Гц	25 + 1	2 мкс
от 120,0 до 1199,9 Гц	0,1 Гц	25 + 1	2 мкс
от 1,2 до 11,999 kHz	1 Гц	25 + 1	2 мкс
от 12 до 119,99 kHz	10 мА	25 + 15	140 нс
от 120,0 до 1199,9 кГц	100 Гц	25 + 15	140 нс
от 1,2 до 2,000 МГц	1 кГц	25 + 15	140 нс

Гармоники (со 2^й по 50^ю)

Основная частота [1]	Напряжения на зажимах NORMAL	Токи	Напряжения на зажимах AUX	Погрешность амплитуды
от 10 до 45 Гц	от 33 мВ до 32,9999 В	от 3,3 до 2,99999 А	от 10 мВ до 5 В	Тот же % выходного сигнала, что и для аналогичного одиночного выхода, но с удвоенной фоновой составляющей
от 45 до 65 Гц	от 33 мВ до 1020 В	от 3,3 до 20,5 А	от 10 мВ до 5 В	
от 65 до 500 Гц	от 33 мВ до 1020 В	от 33 мА до 20,5 А	от 100 мВ до 5 В	
от 500 Гц до 5 кГц	от 330 мВ до 1020 В	от 33 мА до 20,5 А	от 100 мВ до 5 В	
от 5 до 10 кГц	от 3,3 до 1020 В	от 33 до 329,9999 мА	от 100 мВ до 5 В	
от 10 до 30 кГц	от 3,3 до 1020 В	от 33 до 329,9999 мА	от 100 мВ до 3,29999 В	
[1] Максимальная частота гармонического выхода 30 кГц (10 кГц для диапазона от 3,3 до 5 В на зажимах AUX). Например, если основная частота выходного сигнала равна 5 кГц, то максимальная гармоника, которую можно выбрать – 6-я (30 кГц). Частоты всех гармоник (со 2-й по 50-ю) могут выводиться на основные выходы в пределах от 10 до 600 Гц (200 Гц для диапазона от 3,3 до 5 В на зажимах Aux)				

Погрешность фазы Погрешность фазы для гармонических выходных сигналов составляет 1 градус или погрешность фазы, указанную в пункте «Характеристика фазы» для конкретного выхода, в зависимости от того, какая из них больше. Например, погрешность фазы основного выходного сигнала 400 Гц и гармонического выходного сигнала 10 кГц равна 10° (как указано в пункте «Характеристика фазы»). Еще один пример: погрешность фазы основного выходного сигнала частотой 50 Гц и гармонического сигнала частотой 400 Гц составляет 1 градус.

Пример определения погрешности амплитуды в режиме одновременного воспроизведения двух гармонических выходных сигналов

Каковы погрешности амплитуды для следующей пары одновременно воспроизводимых выходных сигналов?

NORMAL (основной) выход:

100 В, 100 Гц Согласно 90-дневной характеристике «Переменное напряжение (синусоидальное)», погрешность для сигнала 100 В, 100 Гц составляет 0,039% + 3 мВ. Для одновременного воспроизведения двух выходных сигналов в данном примере погрешность составляет 0,039% + 6 мВ, т. е. составляющая 0,039% остается неизменной, а фоновое значение удваивается (3 x 2 мВ).

Выход AUX (50-я гармоника):

100 мВ, 5 кГц Согласно 90-дневной характеристике «Переменное напряжение (синусоидальное)», погрешность для сигнала 100 В, 100 Гц составляет 0,039% + 3 мВ, 5 кГц, составляет 0,15 % + 450 мкВ. Для одновременного

воспроизведения двух выходных сигналов в данном примере погрешность составляет 0,15 % + 900 мкВ, т.к. составляющая 0,15 % остается неизменной, а фоновое значение удваивается (2 x 450 мкВ).

Расширенный частотный диапазон переменного напряжения (синусоидального)

Диапазон	Частота	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$	Разрешение по макс. напряжению
Обычный канал (режим с одним выходом)			
от 1,0 до 33 мВ	от 0,01 до 9,99 Гц	$\pm (5,0\% \text{ выходного напряжения} + 0,5\% \text{ диапазона})$	Два знака, например 25 мВ
от 34 до 330 мВ			Три знака
от 0,4 до 33 В			Два знака
от 0,3 до 3,3 В	от 500,1 кГц до 1 МГц	-10 дБ при 1 МГц типичное	Два знака
	от 1,001 до 2 МГц	-31 дБ при 2 МГц типичное	
Дополнительный выход (в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов)			
от 10 до 330 мВ	от 0,01 до 9,99 Гц	$\pm (5,0\% \text{ выходного напряжения} + 0,5\% \text{ диапазона})$	Три знака
от 0,4 до 5 В			Два знака

Переменное напряжение (не синусоидальное)

Диапазон пилообразного и синусоидального напряжения с ограничением, размах ^[1]	Частота	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}, \pm (\% \text{ выходного напряжения} + \% \text{ диапазона})$ ^[2]	Разрешение по макс. напряжению
Обычный канал (режим с одним выходом)			
от 2,9 до 92,999 мВ	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 20 кГц	0,5 + 0,25	
	от 20 до 100 кГц ^[3]	5,0 + 0,5	
от 93 до 929,999 мВ	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 20 кГц	0,5 + 0,25	
	от 20 до 100 кГц ^[3]	5,0 + 0,5	
от 0,93 до 9,29999 В	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 20 кГц	0,5 + 0,25	
	от 20 до 100 кГц ^[3]	5,0 + 0,5	
от 9,3 до 93 В	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 20 кГц	0,5 + 0,25	
	от 20 до 100 кГц ^[3]	5,0 + 0,5	
Дополнительный выход (в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов)			
от 29 до 929,999 мВ	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц	5,0 + 0,5	
от 0,93 до 9,29999 В	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц	5,0 + 0,5	
от 9,3 до 14,0000 В	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц	5,0 + 0,5	
[1] Для перевода размаха в действующее значение для пилообразного напряжения, значение размаха следует умножить на 0,2886751. Для перевода размаха в действующее напряжение для ограниченного синусоидального напряжения, умножьте значение размаха на 0,2165063. [2] Погрешность указана для размаха. Амплитуду можно проверить с помощью цифрового мультиметра, реагирующего на действующее значение. [3] Погрешности выходов в режиме ограниченного синусоидального сигнала типична в данном частотном диапазоне.			

Переменное напряжение (не синусоидальное) (продолж.)

Диапазон прямоугольных колебаний (размах) ^[1]	Частота	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}C, \pm (\%$ выходного напряжения + % диапазона) ^[2]	Разрешение по макс. напряжению
Обычный канал (режим с одним выходом)			
от 2,9 до 65,999 мВ	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 20 кГц	0,5 + 0,25	
	от 20 до 100 кГц	5,0 + 0,5	
от 66 до 659,999 мВ	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 20 кГц	0,5 + 0,25	
	от 20 до 100 кГц	5,0 + 0,5	
от 0,66 до 6,59999 В	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 20 кГц	0,5 + 0,25	
	от 20 до 100 кГц	5,0 + 0,5	
от 6,6 до 66,0000 В	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 20 кГц	0,5 + 0,25	
	от 20 до 100 кГц	5,0 + 0,5	
Дополнительный выход (в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов)			
от 29 до 659,999 мВ	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц ^[3]	5,0 + 0,5	
от 0,66 до 6,59999 В	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц ^[3]	5,0 + 0,5	
от 6,6 до 14,0000 В	от 0,01 до 10 Гц	5,0 + 0,5	Два знака для каждого диапазона
	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков для каждого диапазона
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц ^[3]	5,0 + 0,5	
[1] Чтобы перевести значение размаха в действующее напряжение для прямоугольных колебаний, следует умножить размах на 0,5. [2] Погрешность указана для размаха. Амплитуду можно проверить с помощью цифрового мультиметра, реагирующего на действующее значение. [3] Ограничено 1 кГц для размаха напряжения дополнительного выхода 6,6 В.			

Переменное напряжение с постоянной составляющей

Диапазон ^[1] (обычный канал)	Диапазон смещения ^[2]	Макс. пиковый сигнал	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^\circ C$ ^[3] $\pm$ (% выходного пост. напряжения + смещение)
Синусоидальные колебания (действ.)			
от 3,3 до 32,999 мВ	от 0 до 50 мВ	80 мВ	0,1 + 33 мкВ
от 33 до 329,999 мВ	от 0 до 500 мВ	800 мВ	0,1 + 330 мкВ
от 0,33 до 3,29999 В	от 0 до 5 В	8 В	0,1 + 3300 мкВ
от 3,3 до 32,9999 мА	от 0 до 50 В	55 В	0,1 + 33 мВ
Пилообразные и ограниченные синусоидальные колебания (размах)			
от 9,3 до 92,999 мВ	от 0 до 50 мВ	80 мВ	0,1 + 93 мкВ
от 93 до 929,999 мВ	от 0 до 500 мВ	800 мВ	0,1 + 930 мкВ
от 0,93 до 9,29999 В	от 0 до 5 В	8 В	0,1 + 9300 мкВ
от 9,3 до 93,0000 В	от 0 до 50 В	55 В	0,1 + 93 мВ
Прямоугольные колебания (размах)			
от 6,6 до 65,999 мВ	от 0 до 50 мВ	80 мВ	0,1 + 66 мкВ
от 66 до 659,999 мВ	от 0 до 500 мВ	800 мВ	0,1 + 660 мкВ
от 0,66 до 6,59999 В	от 0 до 5 В	8 В	0,1 + 6600 мкВ
от 6,6 до 66,0000 В	от 0 до 50 В	55 В	0,1 + 66 мВ
[1] В диапазонах, превышающих вышеуказанный, смещение не допускается. [2] Максимальное значение смещения определяется разностью между пиковым значением выбранного выхода по напряжению и допустимым значением максимального размаха. Например, для прямоугольных колебаний размахом 10 В пиковое значение составляет 5 В, что позволяет задавать смещение до ± 50 В, чтобы максимальное пиковое напряжение не превышало 55 В. Вышеуказанные максимальные смещения относятся к минимальным выходным сигналам каждого диапазона. [3] Для частот от 0,01 до 10 Гц и от 500 кГц до 2 МГц погрешность смещения равна 5% выходного напряжения, $\pm 1\%$ диапазона смещения.			

Характеристики прямоугольного переменного напряжения

Типичное время возрастания при частоте 1 кГц	Типичное время стабилизации при частоте 1 кГц	Типичный выброс при частоте 1 кГц	Диапазон коэффициента заполнения	Погрешность коэффициента заполнения
менее 1 мкс	менее 10 мкс до 1% конечного значения	< 2%	от 1% до 99% < 3,3 В размах от 0,01 Гц до 100 кГц	$\pm$ (0,02% периода + 100 нс) при коэффициенте заполнения 50% $\pm$ (0,05% периода + 100 нс) при других коэфф. заполнения от 10 до 9%

Характеристики пилообразного переменного напряжения (типичные)

Линейность при частотах до 1 кГц	Аберрации
0,3% размаха от 10 до 90%	< 1% размаха при амплитуде свыше 50% диапазона

Переменный ток (не синусоидальный)

Диапазон пилообразного и синусоидального напряжения с ограничением, размах	Частота	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$, ± (% выходного напряжения + % диапазона) ^[2]	Макс. разрешение по току
от 0,047 до 0,92999 мА ^[1]	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц	10 + 2	
от 0,93 до 9,29999 мА ^[1]	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц	10 + 2	
от 9,3 до 92,9999 мА ^[1]	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц	10 + 2	
от 93 до 929,999 мА ^[1]	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,5	
	от 1 до 10 кГц	10 + 2	
от 0,93 до 8,49999 А ^[2]	от 10 до 45 Гц	0,5 + 1,0	Шесть знаков
	от 45 Гц до 1 кГц	0,5 + 0,5	
	от 1 до 10 кГц	10 + 2	
от 8,5 до 57 А ^[2]	от 45 до 500 Гц	0,5 + 0,5	Шесть знаков
	от 500 Гц до 1 кГц	1,0 + 1,0	
[1] Частота ограничена 1 кГц при включенном режиме LCOMP. [2] Частота ограничена 440 Гц при включенном режиме LCOMP.			

Переменное напряжение (не синусоидальное) (продолж.)

Диапазон прямоугольных колебаний (размах)	Частота	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}, \pm (\% \text{ выходного}$ $\text{напряжения} + \% \text{ диапазона})$ [2]	Макс. разрешение по току	
от 0,047 до 0,65999 мА ^[1]	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков	
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25		
	от 1 до 10 кГц	10 + 2		
от 0,66 до 6,59999 мА ^[1]	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков	
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25		
	от 1 до 10 кГц	10 + 2		
от 6,6 до 65,9999 мА ^[1]	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков	
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,25		
	от 1 до 10 кГц	10 + 2		
от 66 до 659,999 мА ^[1]	от 10 до 45 Гц	0,25 + 0,5	Шесть знаков	
	от 45 Гц до 1 кГц	0,25 + 0,5		
	от 1 до 10 кГц	10 + 2		
от 0,66 до 5,99999 А ^[2]	от 10 до 45 Гц	0,5 + 1,0		
	от 45 Гц до 1 кГц	0,5 + 0,5		
	от 1 до 10 кГц	10 + 2		
от 6 до 41 А ^[2]	от 45 до 500 Гц	0,5 + 0,5		
	от 500 Гц до 1 кГц	1,0 + 1,0		
[1] Частота ограничена 1 кГц при включенном режиме LCOMP.				
[2] Частота ограничена 440 Гц при включенном режиме LCOMP.				

Характеристики переменного тока, прямоугольные колебания (типичные)

Диапазон	LCOMP	Время возрастания	Время стабилизации	Выброс
I < 6 А при 400 Гц	выкл.	25 мкс	от 40 мкс до 1% конечного значения	менее 10% при работе с напряжением менее 1 В
Диапазоны 3 А и 20 А	вкл.	100 мкс	от 200 мкс до 1% от конечного значения	менее 10% при работе с напряжением менее 1 В

Характеристики переменного тока, пилообразные колебания (типичные)

Линейность до 400 Гц	Аберрации
0,3% размаха от 10 до 90%	< 1% размаха при амплитуде свыше 50% диапазона

Глава 2

Подготовка к эксплуатации

Наименование	Страница
Введение	2-3
Распаковка и проверка.....	2-3
Выбор сетевого напряжения	2-4
Подсоединение к линии питания.....	2-4
Выбор частоты питающей сети.....	2-5
Размещение.....	2-6
Замечания относительно воздушного потока.....	2-7

Введение

Настоящая глава включает указания по распаковке и монтажу Калибратора, выбору сетевого напряжения, замене предохранителя и подсоединению к линии питания. Указания по кабельным подключениям, кроме линии питания, приведены в следующих главах:

- Подключение испытываемого устройства: Глава 4, «Работа с передней панелью».
- Подключение к параллельному интерфейсу IEEE-488: Глава 5, «Работа в дистанционном режиме»
- Подключение к последовательному интерфейсу RS-232: Глава 5, «Работа в дистанционном режиме»

Предупреждение

Следуйте данным инструкциям, чтобы избежать опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:

- **Тщательно соединяйте провода датчиков, чтобы не допустить попадания опасного напряжения на клеммы. В двухжильной конфигурации клеммы датчиков напряжения расположены на выходном проводе.**
- **Не дотрагивайтесь до оголенной металлической поверхности вилок штекерного типа, через них может проходить ток, который может вызвать смерть.**
- **Не используйте двухжильный кабель электропитания, если вы не подключили провод защитного заземления к клемме заземления перед его использованием.**
- **Перед использованием убедитесь, что изделие заземлено.**

Распаковка и проверка

Калибратор поставляется в контейнере, предназначенном для защиты от повреждения при транспортировке. Тщательно проверьте калибратор на наличие повреждений и незамедлительно сообщите о возможном повреждении поставщику. Инструкции по проверке и претензиям находятся в транспортном контейнере. Во время распаковки калибратора убедитесь в наличии всего стандартного оборудования, приведенного в таблице 2–1. Просмотрите список поставки и проверьте наличие остальных принадлежностей. Дополнительная информация приведена в Главе 8, раздел "Принадлежности". В случае отсутствия каких-либо принадлежностей, сообщите об этом дистрибьютору или в ближайший сервисный центр Fluke (см. "Контактные данные Fluke Calibration" в Главе 1). Процедура проверки работоспособности приведена в разделе "Обслуживание" в Главе 7. При отправке калибратора в компанию Fluke Calibration следует использовать оригинальный контейнер. Если его нет, можно заказать новый контейнер в компании Fluke Calibration, указав модель и серийный номер Калибратора.

Таблица 2–1. Стандартное оборудование

Поз.	Номер модели или детали
Калибратор	5502A
Сетевой шнур питания	См. таблицу 2-2 и рисунок 2-2
<i>Руководство по началу работы с Калибратором 5502A</i>	4155209
<i>Руководство по эксплуатации Калибратора 5502A (на CD-ROM)</i>	4155227

Выбор сетевого напряжения

Калибратор поставляется в конфигурации, рассчитанной на принятое в стране покупателя сетевое напряжение, либо согласно требованиям, указанным в заказе. Калибратор может работать с одним из четырех сетевых напряжений: 100, 120, 200 и 240 В (частотой от 47 до 63 Гц). Проверить настройку сетевого напряжения можно в окошке отделения сетевого предохранителя в крышке соответствующего отделения (Рис. 2-1). Допустимое отклонение сетевого напряжения — 10 % выше или ниже настройки.

Для изменения установленного сетевого напряжения выполните следующие действия:

1. **Отключите шнур питания от сети.**
2. Чтобы открыть отделение предохранителя, вставьте лезвие отвертки под ушко в левой части отделения и подденьте крышку до ее извлечения.
3. Для извлечения переключателя сетевого напряжения в сборе удерживайте ушко индикатора сетевого напряжения плоскогубцами и прямо вытяните его из разъема.
4. Переведите селектор сетевого напряжения в сборе в нужное напряжение и вставьте его обратно.
5. Убедитесь, что для выбранного сетевого напряжения используется соответствующий предохранитель (для 100 В/120 В использовать 5 А/250 В предохранитель замедленного действия, для 220 В/240 В использовать 2,5 А/250 В предохранитель замедленного действия). Чтобы установить отделение предохранителя, вставьте его до запираания крышки в ушке.

Подсоединение к линии питания

Предупреждение

Следуйте данным инструкциям, чтобы избежать опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:

- **Не используйте двухжильный кабель электропитания, если вы не подключили провод защитного заземления к клемме заземления перед его использованием.**
- **Не используйте удлинитель или переходник.**

Перед использованием убедитесь, что изделие заземлено. Сетевой шнур питания Калибратора оснащается вилкой, используемой в стране покупателя. Если требуется использовать вилку другого типа в таблице 2-2 и на рис. 2-2 приведен список и иллюстрации типов вилок сетевого шнура, поставляемых компанией Fluke Calibration.

Проверив правильность установленного сетевого напряжения и номинала плавкого предохранителя, подключите Калибратор к надлежащим образом заземленной сетевой розетке с тремя контактами.

Выбор частоты питающей сети

Калибратор поставляется с завода для работы в сети с номинальной частотой 60 Гц. Если используется сетевое напряжение частотой 50 Гц, необходимо настроить Калибратор на оптимальную работу при частоте 50 Гц. Выполните следующие шаги:

1. С передней панели перейдите в SETUP, INSTMT SETUP, OTHER SETUP.
2. Нажмите программную клавишу под MAINS для смены выбора на 50 Гц.
3. Сохраните изменения.

После правильного прогрева прибора (включен в течение 30 минут или более), следует повторно обнулить показания прибора. См. раздел "Обнуление калибратора" в Главе 4.

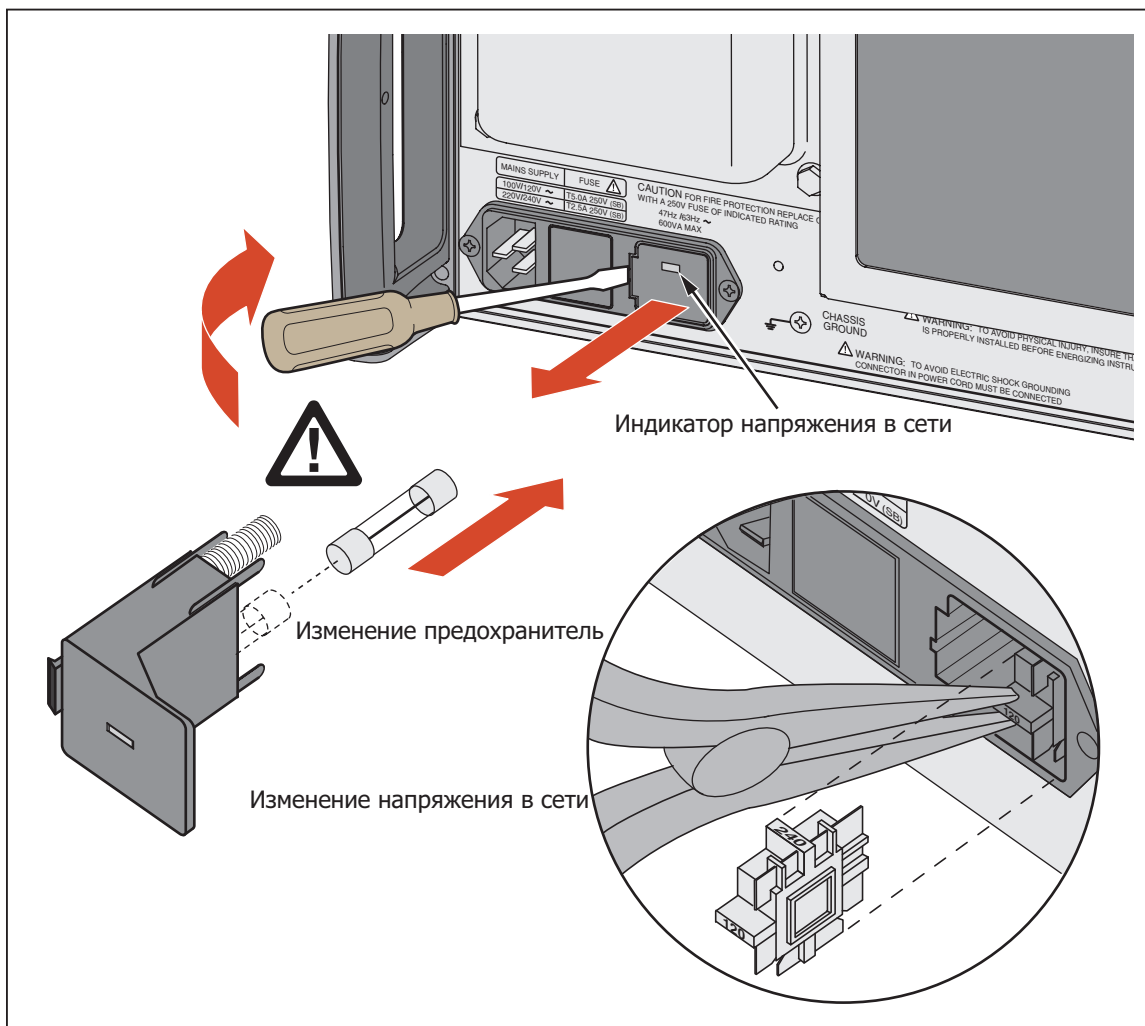
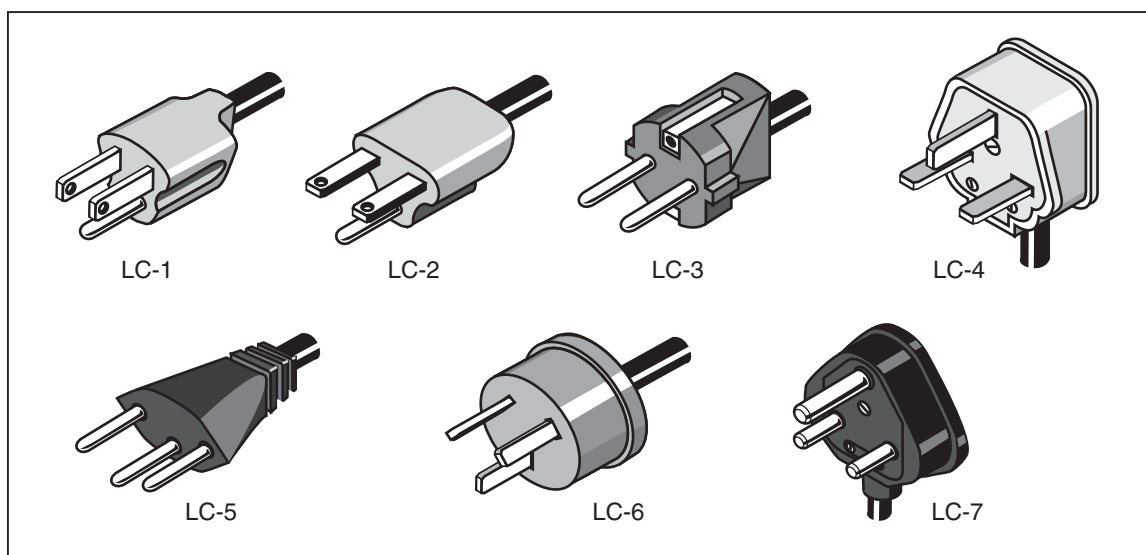


Рис. 2-1. Доступ к предохранителю и выбор сетевого напряжения

gvx004.eps

Таблица 2-2. Типы шнуров питания, поставляемых компанией Fluke Calibration

Тип	Напряжение/сила тока	Номер варианта поставки Fluke Calibration
Северная Америка	120 В/15 А	LC-1
Северная Америка	240 В/15 А	LC-2
Европейский универсальный	220 В/15 А	LC-3
Великобритания	240 В/13 А	LC-4
Швейцария	220 В/10 А	LC-5
Австралия	240 В/10 А	LC-6
Южная Африка	240 В/5 А	LC-7



nn008f.eps

Рисунок 2-2. Типы шнуров питания, поставляемых компанией Fluke Calibration

Размещение

Калибратор можно установить на рабочий стол или установить его в стандартную аппаратную стойку глубиной 24 дюйма (61 см). Для удобства эксплуатации в настольном варианте Калибратор оснащен противоскользящими ножками. Для монтажа Калибратора в аппаратную стойку следует использовать монтажный комплект для монтажа Калибратора 5502A в стойку, модель Y5537. Указания по монтажу Калибратора в стойку входят в комплект.

Замечания относительно воздушного потока

⚠⚠ Предупреждение

Для безопасной эксплуатации и обслуживания устройства убедитесь, что вокруг устройства достаточно места согласно минимальным требованиям.

Во время эксплуатации Калибратора лопасти вентилятора переносят прохладный воздух к шасси для внутреннего рассеивания тепла. Точность и надежность работы всех внутренних частей Калибратора повышается, если внутри поддерживается как можно более низкая температура. Для продления срока службы и повышения качества работы Калибратора соблюдайте следующие правила:

- Возле воздушного фильтра должно быть свободное пространство не менее 3 дюймов от ближайших стен или корпусов в стойке.
- Отверстия на боковых стенках Калибратора должны быть открыты.
- Воздух, попадающий в Калибратор в процессе вентиляции должен быть комнатной температуры. Убедитесь, что воздух, отводимый от других приборов, не попадает в воздухозаборник Калибратора.
- Если Калибратор используется в запыленной среде, очищайте воздушный фильтр каждые 30 дней или чаще. (Указания по очистке воздушного фильтра приведены в главе "Обслуживание".)

Глава 3

Настройки

Наименование	Страница
Введение	3-3
Элементы передней панели	3-3
Элементы задней панели	3-3
Дерево функциональных кнопок.....	3-3

Введение

В данной главе приведено описание функций и расположение элементов на передней и задней панелях Калибратора 5502A. Перед началом работы с Калибратором ознакомьтесь с этой информацией. Указания по использованию элементов на передней панели приведены в разделе "Элементы на передней панели" в Главе 4. Указания по дистанционному управлению приведены в разделе "Дистанционное управление" в Главе 5.

Элементы передней панели

Элементы передней панели (включая все органы управления, дисплеи, индикаторы и клеммы) показаны на рисунке 3-1. Описание каждого элемента передней панели дано в таблице 3-1.

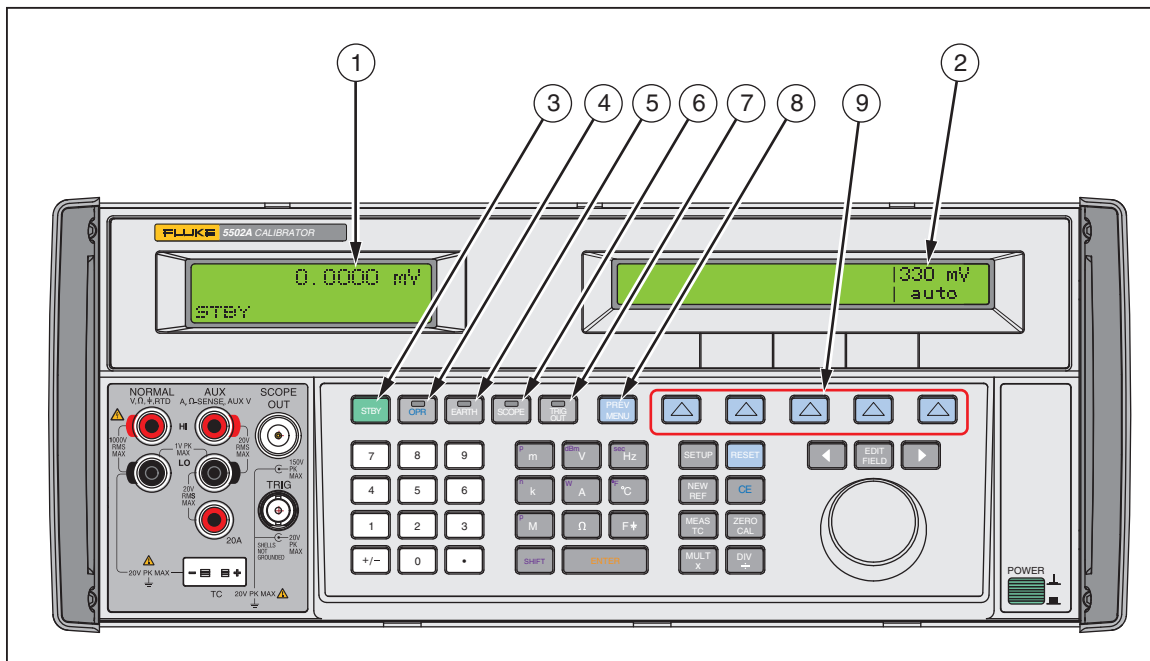
Элементы задней панели

Элементы задней панели (включая все клеммы, гнезда и разъемы) показаны на рисунке 3-2. Описание каждого элемента задней панели дано в таблице 3-2.

Дерево функциональных кнопок

Назначение функциональных кнопок в режиме настройки показано на рисунке 3-3 и 3-4. Функциональные кнопки Калибратора связаны с кнопками **SETUP** на передней панели. Функции пяти функциональных клавиш определяются обозначениями, отображаемыми на дисплее непосредственно над каждой кнопкой. Обозначения функциональных клавиш меняются в процессе работы для быстрого доступа к различным функциям.

Группа обозначений функциональных клавиш называется меню. Группа взаимосвязанных меню называется деревом меню. На рисунке 3-3 показана структура меню настроек **SETUP**. На рис. 3-4 показаны все деревья меню **SETUP**. В таблице 3-3 приведены параметры дерева меню **SETUP** по умолчанию. Для возвращения к стандартным настройкам меню **SETUP** используйте функциональную кнопку **SETUP** в меню **Format NV Memory** (см. рисунок 3-4, меню **F**).



gvx005.eps

Рис. 3-1. Элементы передней панели

Таблица 3-1. Элементы передней панели

①	Дисплей выходного сигнала Дисплей выходного сигнала является двухстрочным жидкокристаллическим дисплеем, который показывает амплитуду и частоту выходного сигнала, а также состояние Калибратора. Значения выходного сигнала (или возможные значения выходного сигнала в режиме ожидания) отображаются с помощью семи знаков и знака полярности. Частоты выходного сигнала (или возможные частоты выходного сигнала, если Калибратор находится в режиме ожидания) отображаются с помощью четырех цифр. Состояние Калибратора отображается следующими сокращениями: OPR Отображается, когда на клеммах передней панели присутствует выходной сигнал. STBY Отображается, когда Калибратор находится в режиме ожидания. u При смене выхода, отображается "u" (неустановленный), пока выход не достигнет указанной точности. m Отображается в процессе измерения Калибратором. (Только термопара и измерение значения полного сопротивления.) ? Отображается, когда амплитуда задается как только типичная и /или с пониженным разрешением. Это происходит при использовании Калибратора в режиме расширенной пропускной способности. C Отображается, когда амплитуда задается как только типичная и /или с пониженным разрешением. Это происходит при использовании Калибратора в режиме расширенной пропускной способности.
②	Дисплей управления Дисплей управления является жидкокристаллическим дисплеем для отображения вводимых данных, коррекции ошибок испытываемого устройства, обозначений функциональных кнопок, фазовых углов, мощности в ваттах, коэффициентов мощности и других запросов и сообщений. Если на дисплее выходного сигнала недостаточно места, частота выходного сигнала отображается на дисплее управления. Обозначения функциональных кнопок указывают на функции непосредственно расположенных под ними кнопок. Группы обозначений функциональных кнопок образуют меню. Меню обеспечивают доступ к множеству различных функций с помощью пяти функциональных кнопок и кнопки PREV MENU. (См. Figure3-3, Дерево меню функциональных кнопок.)

- 3

STBY

Кнопка **STBY** («Ожидание») переводит Калибратор в режим ожидания. В режиме ожидания в нижнем левом углу на дисплее выходного сигнала отображается надпись «STBY». В режиме ожидания выходные клеммы **NORMAL**, **AUX** и **20A** внутренне изолированы от Калибратора. При включении Калибратор переходит в режим ожидания. Калибратор автоматически переходит в режим ожидания, если:

 - нажата кнопка RESET.
 - Выбрано напряжение ≥ 33 В, а предыдущее выходное напряжение было меньше 33 В.
 - Меняется выходная функция. При смене напряжения с переменного на постоянное < 33 В Калибратор не переходит в режим STBY.
 - Выбран токовый выход выше 3 А. Это происходит, когда выход переносится на клемму **20A**.
 - При обнаружении перегрузки.
- 4

OPR

Кнопка **OPR** («Включить») переводит Калибратор в рабочий режим. В рабочем режиме надпись «OPR» отображается в нижнем левом углу дисплея выходного сигнала и светится индикатор кнопки OPR.
- 5

EARTH

Кнопка **EARTH** (Заземление) размыкает и замыкает внутренний контакт между клеммой NORMAL LO и заземлением. Индикатор кнопки светится, когда этот контакт замкнут. При включении питания по умолчанию заземление отключено (индикатор не светится).
- 6

SCOPE

Кнопка **SCOPE** (Осциллограф) включает или отключает модуль калибровки осциллографов, если он установлен. Индикатор кнопки светится, когда этот модуль включен. Если модуль калибровки осциллографов в Калибраторе не установлен, а кнопка **SCOPE** нажата, на дисплее Калибратора будет выведено сообщение об ошибке.
- 7

TRIG
OUT

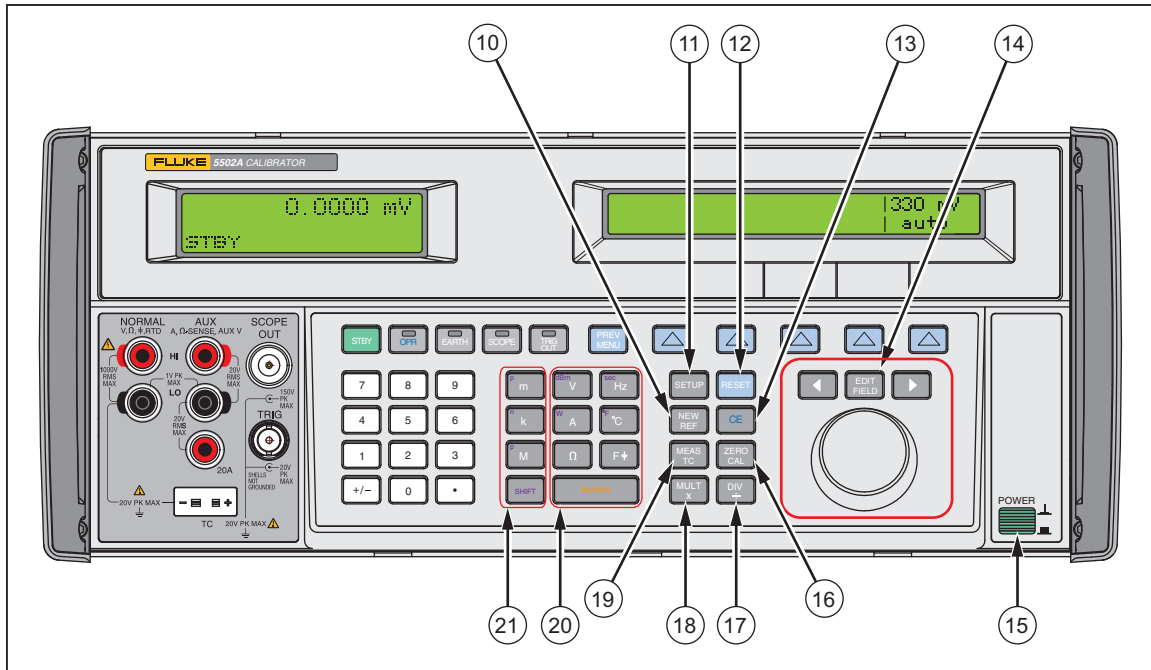
Кнопка **TRIG OUT** (Выход триггера) включает внешний триггер в режиме осциллографа. Индикатор кнопки светится, когда активен выход внешнего триггера. Если Калибратор находится в режиме, отличном от осциллографа, когда TRIG OUT нажат подается звуковой сигнал.
- 8

PREV
MENU

Кнопка **PREV MENU** (Предыдущее меню) возвращает к предыдущей группе пунктов меню. Каждое нажатие этой кнопки возвращает назад на один уровень дерева меню до тех пор, пока на дисплее не появятся пункты меню верхнего уровня выбранной функции.
- 9

Функциональные кнопки

Функции пяти непомеченных синих функциональных кнопок определяются обозначениями, отображаемыми на дисплее управления над каждой кнопкой. В процессе эксплуатации функции меняются с целью запуска разных функций с помощью этих кнопок. Группа обозначений функциональных клавиш называется меню. Группа взаимосвязанных меню называется деревом меню.



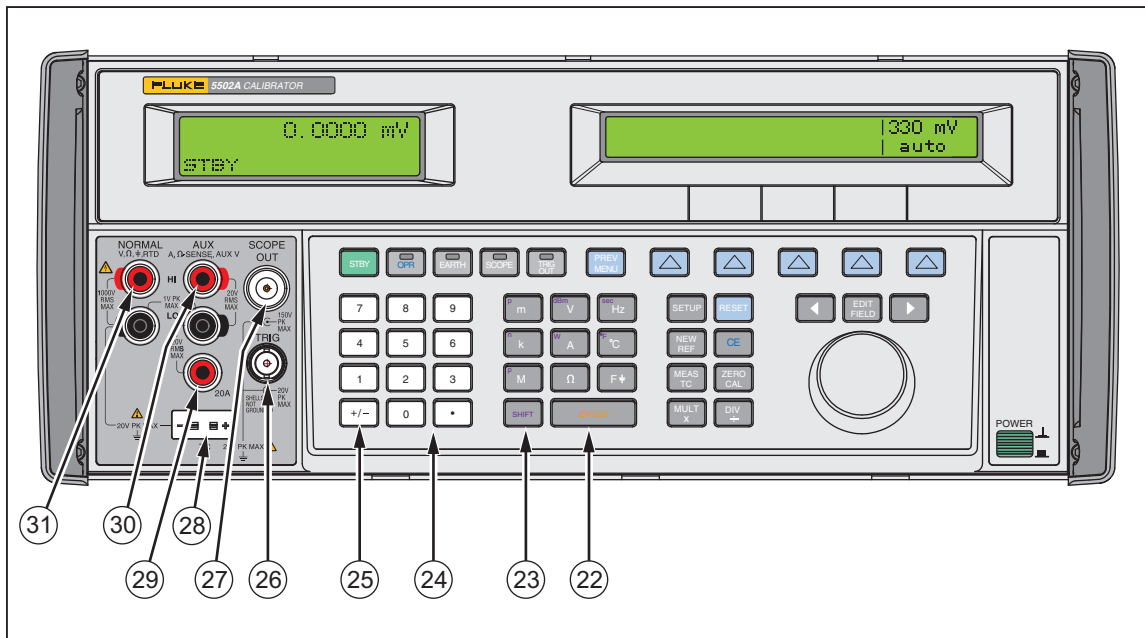
gvx009.eps

Рисунок 3-1. Элементы передней панели (продолжение)

Таблица 3-1. Элементы передней панели (продолжение)

10	NEW REF	Кнопка NEW REF (Новый эталон) активна во время работы в режиме определения погрешности, и устанавливает текущее значение выходного сигнала в качестве нового эталона для расчета погрешности измерительного прибора.
11	SETUP	Кнопка SETUP (Меню настройки) переводит Калибратор в режим сна. Меню настройки отображается на дисплее управления. Выберите параметры настройки с помощью функциональных клавиш под дисплеем управления.
12	RESET	Кнопка RESET (Сброс Калибратора) отменяет выполнение текущих процессов Калибратора и переводит его в состояние при включении питания по умолчанию, кроме случая, когда применяется дистанционное управление.
13	CE	Кнопка CE (Очистить ввод) очищает с дисплея управления частично введенные с помощью кнопочной панели данные. Если на дисплее отображаются частично введенные данные при нажатии CE , выход остается без изменений.
14	EDIT FIELD	Кнопка EDIT FIELD (Редактировать поле дисплея выходного сигнала) и связанные с ней левая/правая курсорные кнопки обеспечивают ступенчатую подстройку выходных сигналов. При нажатии на любую из этих кнопок или при повороте круглой рукоятки цифра на дисплее выходного сигнала подчеркивается и выходное значение увеличивается или уменьшается при вращении круглой рукоятки. При достижении цифры 0 или 9 происходит перенос на разряд влево или вправо. На дисплее управления отображается ошибка. Отображается разница между исходным (эталонным) и новым выходами. Кнопки ← и → позволяют вносить изменения в любой разряд, перемещая подчеркнутую цифру. EDIT FIELD позволяет переходить от напряжения или тока к частоте и обратно. На практике, для выходных напряжений и токов, круглая рукоятка и курсорные кнопки используются для подстройки выходного сигнала до тех пор, пока испытываемое устройство правильно производит отсчет показаний. При этом на дисплее появляется сообщение об ошибке, показывающее отклонение показаний испытываемого устройства от эталона.

- 15 Выключатель питания позволяет включать и выключать Калибратор. Выключатель представляет собой кнопку с фиксацией, которая снимается при повторном нажатии. Когда кнопка нажата, питание включено.
- 16  Кнопка **ZERO CAL** позволяет произвести калибровку нулевого сопротивления или полную калибровку нуля.
- 17  Кнопка **DIV** (Деление) мгновенно изменяет значение выходного сигнала до 1/10 эталонного значения (не обязательно является текущим выходным значением), если значение остается в рабочих пределах. В режиме SCOPE  изменяет выходной сигнал в соответствии со следующим нижним диапазоном.
- 18  Кнопка **MULT** (Умножение) мгновенно изменяет значение выходного сигнала до 10-кратного эталонного значения (не обязательно является текущим выходным значением), если значение остается в рабочих пределах. Эта клавиша переводит Калибратор в режим ожидания, если изменение идет со стороны напряжений ниже 33 В. В режиме SCOPE клавиша  изменяет выходной сигнал в соответствии со следующим верхним диапазоном.
- 19  Кнопка **MEAS TC** (Измерение термопары) включает TC (Термопара) соединение на входе и Калибратор вычисляет температуру, полученную из напряжения на входе.
- 20 **Кнопки единиц выходного сигнала**
Кнопки единиц выходного сигнала определяют функцию, выполняемую Калибратором. Некоторые кнопки имеют вторую единицу измерения, которую можно включить, нажатием  сразу перед кнопкой единиц. Кнопки единиц:
 Напряжение или децибелы относительно мощности 1 мВт на нагрузке 600 Ω (переменное полное сопротивление).
 Ватты или ток
 Сопротивление
 Частота или секунды (секунды применяются только к функциями осциллографа)
 Емкость
 Температура в градусах Фаренгейта или Цельсия
- 21 **Кнопки задания множителей**
Эти кнопки служат для выбора множителя выходного значения. Некоторые кнопки имеют вторую функцию, которую можно включить, нажатием  сразу перед кнопкой множителя. Например, после записи 33 нажмите , затем , затем , а затем , Выходное значение Калибратора будет 33 μF . Кнопки множителя:
 милли (10^{-3} или 0,001) или микро (10^{-6} или 0,000001)
 кило (10^3 или 1000) или нано (10^{-9} или 0,000000001)
 мега (10^6 или 1000000) или пика (10^{-12} или 0,000000000001)



gvx010.eps

Рисунок 3-1. Элементы передней панели (продолжение)

Таблица 3-1. Элементы передней панели (продолжение)

22	ENTER	Кнопка ENTER вводит вновь установленное выходное значение, которое отображается на дисплее управления в Калибратор, и оно появляется на дисплее выходного сигнала. Новое значение вводится с помощью цифровой кнопочной панели. Если нажать кнопку ENTER без указания единиц ввода, то в большинстве случаев Калибратор сохраняет последние использованные единицы. Это дает возможность, например, ввести «1 mV», а затем позже ввести 10, чтобы получить «10 V». (Единицы «V» последнего ввода будут сохранены, но без множителя «m».) В режиме ошибки (редактирования) нажатие кнопки ENTER без ввода значения восстанавливает эталонное значение выходного сигнала.
23	SHIFT	Кнопкой SHIFT выбирается альтернативная функция кнопок единиц и альтернативные множители кнопок множителя. Альтернативные значения указаны маленькими буквами в верхнем левом углу кнопок.
24	Панель цифровых кнопок	Используется для записи цифр амплитуды и частоты выходного сигнала. Правильная последовательность ввода значения должна быть такой: сначала записываются цифры выходного значения, затем множитель (если требуется), затем единицы измерения выходного значения и затем ENTER . Например, чтобы получить выходной сигнал 20 мВ, следует нажать последовательно кнопки: 2 0 μm dBV . Чтобы разрешить воспроизведение выходного сигнала, нажмите кнопку OPR . При нажатии цифровой кнопки, когда поле ввода заполнено, или при нажатии кнопки запятой в десятичном числе более одного раза в одном числе подается звуковой сигнал.
25	+/-	Кнопка +/- (Полярность) служит для изменения полярности напряжения или тока в режиме воспроизведения сигнала постоянного тока. Для изменения полярности выходного сигнала следует нажать кнопку +/- , а затем кнопку ENTER .
26	SCOPE TRIG	Коаксиальный разъем SCOPE TRIG (Запуск осциллографа) используется для запуска ждущей развертки осциллографа при его калибровке. Он активен только при установленном модуле калибровки осциллографов.
27	SCOPE OUT	Коаксиальный разъем SCOPE OUT (Осциллограф) используется для подачи выходных сигналов во время калибровки осциллографа. Он активен только при установленном модуле калибровки осциллографа.

Таблица 3-1. Элементы передней панели (продолжение)

(28)	Миниджеки ТС (Термопара) используются для имитации термопары при калибровке термометра и измерениях термопары. С этим разъемом необходимо использовать соответствующие провода и штекер термопары. Например, при имитации термопары типа К для подключения следует использовать провода и штекер термопары типа К.
(29)	Клемма 20A является источником токового выхода, если выбран диапазон 20 А (3—20 А)
(30)	Клеммы AUX (Дополнительный выход) используются для вывода сигналов переменного и постоянного тока, сигнала второго напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений и при измерении сопротивлений и емкостей по 2-проводной и 4-проводной компенсационной схеме, а также при моделировании резистивного датчика температуры (RTD).
(31)	Клеммы NORMAL (основной выход) используются для воспроизведения напряжения переменного и постоянного тока, сопротивления и емкости. Клеммы также используются для имитации термометра сопротивления (RTD).

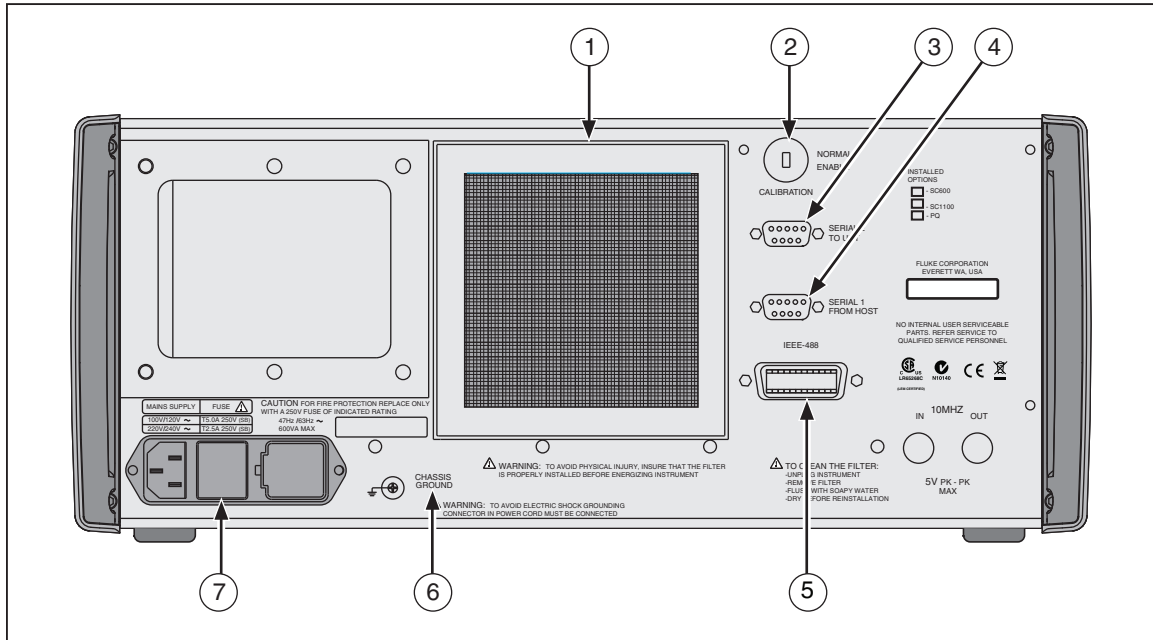


Рис. 3-2. Элементы задней панели

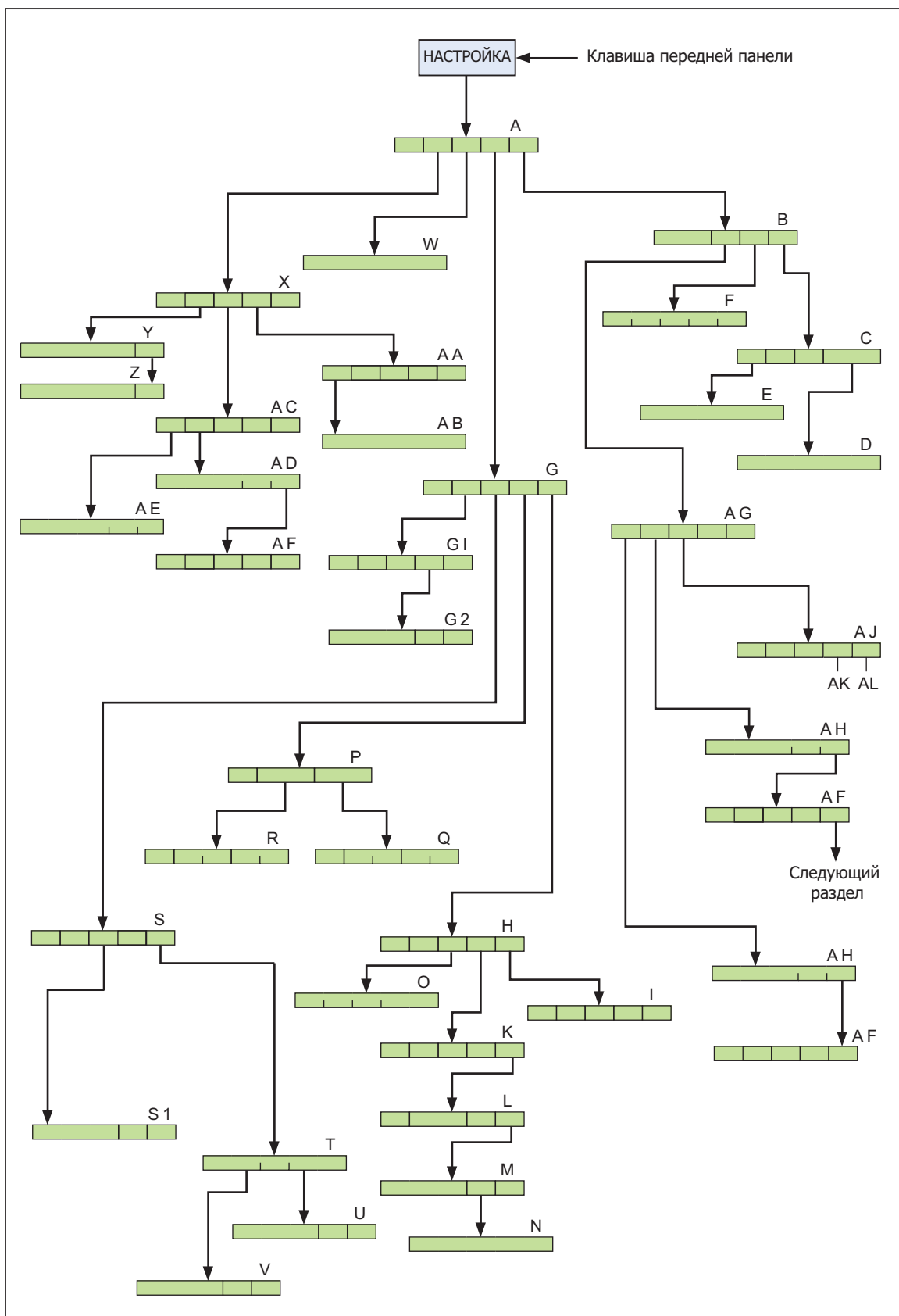
gjh011.eps

Таблица 3-2. Элементы задней панели

- | | |
|---|---|
| ① | Решетка вентилятора защищает отверстие для забора воздуха от попадания пыли и мусора на лопатки вентилятора шасси. Вентилятор постоянно подает поток воздуха на шасси. Инструкции по обслуживанию вентилятора фильтра находятся в Главе 7. |
| ② | Переключатель CALIBRATION NORMAL/ENABLE используется для включения и выключения записи в энергонезависимую память, которая сохраняет калибровочные постоянные. В состоянии ENABLE изменения записываются в память, а в состоянии NORMAL данные в памяти защищены от перезаписи. Переключатель утоплен, что позволяет заклеить его этикеткой для гарантии сохранности калибровочных данных. |
| ③ | Разъем SERIAL 2 TO UUT используется для передачи и приема RS-232 последовательных данных между Калибратором и испытываемым устройством. В Главе 6 "Дистанционные команды" описано, как использовать последовательный интерфейс RS-232 для связи с испытываемым устройством. |
| ④ | Разъем SERIAL FROM HOST используется для дистанционного управления Калибратором и передачи внутренних постоянных данных последовательного порта RS-232 на принтер, монитор или компьютер. В Главе 5 "Дистанционные команды" описано, как использовать последовательный интерфейс RS-232 для дистанционного управления. |
| ⑤ | Разъем IEEE -488 Error! Bookmark not defined. представляет собой стандартный параллельный интерфейс для дистанционного управления Калибратором в режиме «прием/передача» по шине IEEE-488. Указания по подключению шины и программированию команд дистанционного управления приводятся в Главе 5 "Дистанционные команды". |

Таблица 3–2. Функции задней панели (продолжение)

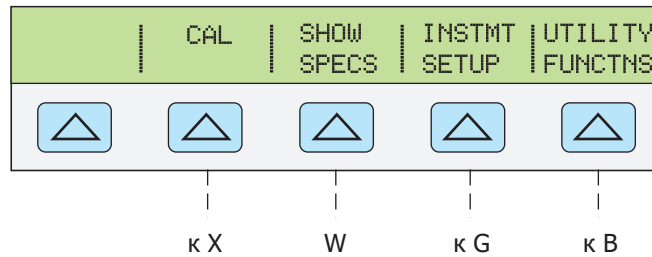
6	⚠⚠ Предупреждение Следуйте данным инструкциям, чтобы избежать опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или травм: • Не используйте двухжильный кабель электропитания, если вы не подключили провод защитного заземления к клемме заземления перед его использованием. • Перед использованием убедитесь, что изделие заземлено. Клемма CHASSIS GROUND внутри заземлена на шасси. Если Калибратор является местом расположения единой точки заземления системы, эту клемму можно использовать для заземления других приборов. См. раздел "Подключение калибратора к испытываемому устройству" в главе 4.
7	Модуль сетевого ввода оборудован трехконтактным заземляющим разъемом для подсоединения сетевого шнура, механизмом переключения для выбора рабочего напряжения сети и сетевым плавким предохранителем. См. Главу 2, раздел «Подготовка к работе» для получения дополнительной информации о выборе рабочего напряжения сети, номинале плавкого предохранителя и порядке его замены.



gze006.eps

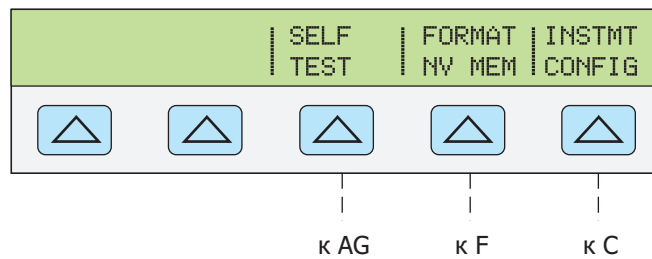
Рис. 3-3. Дерево меню функциональных кнопок настройки

A



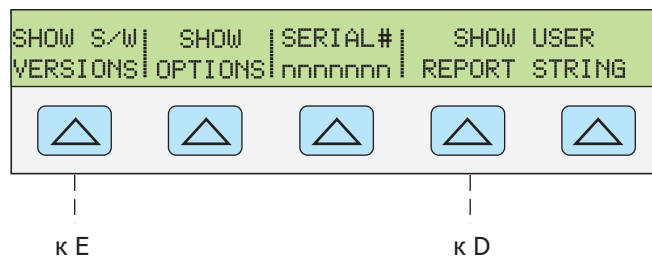
SHOW SPECS – это оперативная справка по запрограммированным выходным техническим характеристикам.

B



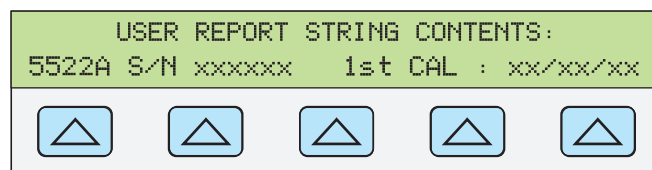
Если самотестирование не проходит, отображаются коды ошибок.
(См. Главу 7, «Техническое обслуживание»)

C



SERIAL # отображает серийный номер прибора. При обращении на завод всегда указывайте серийный номер прибора.

D

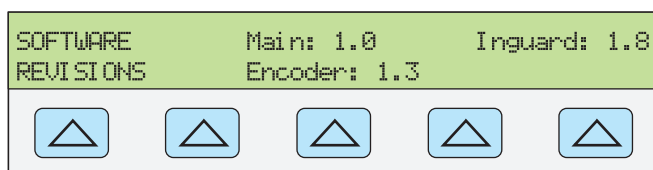


USER REPORT STRING CONTENTS указывает на строку символов, введенную пользователем в целях отчетности.

Рис. 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных кнопок SETUP

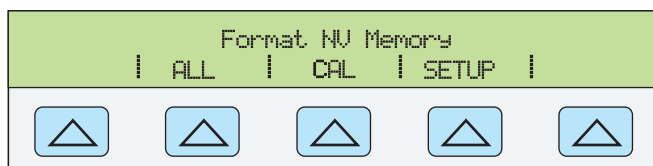
gze007.eps

E



Текущие номера редакций заменяют все вышеуказанные номера.

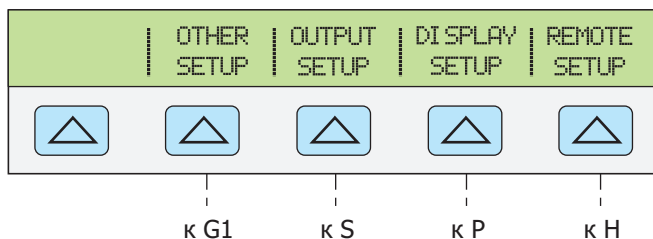
F



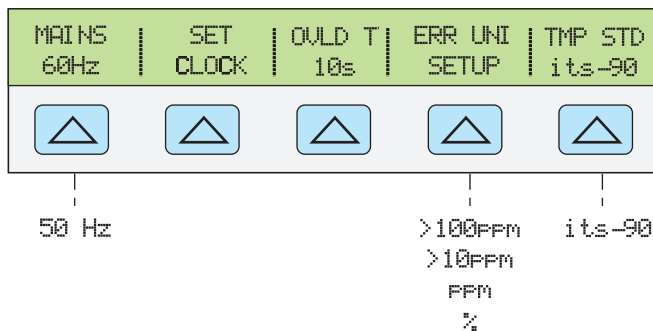
Команду Format NV (форматирование энергонезависимой памяти) следует использовать осторожностью. Изменения необратимы. Эти функциональные клавиши действует только после установки переключателя CALIBRATION в положение ENABLE, за исключением функциональной кнопки SETUP, которая не зависит от положения переключателя CALIBRATION.

Клавиша **ALL** устанавливает во всех постоянных калибровки и настройки заводские значения. Клавиша **CAL** устанавливает заводские значения только в калибровочные постоянные. Клавиша **SETUP** сбрасывает настройки прибора к стандартным заводским значениям (см. таблицу 3-3).

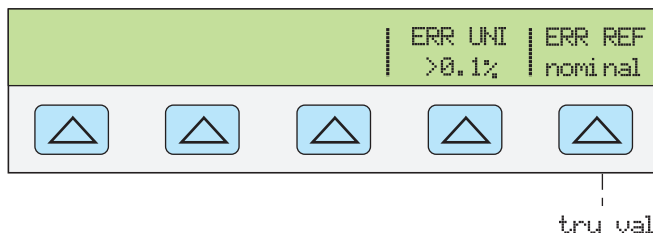
G



G1



G2

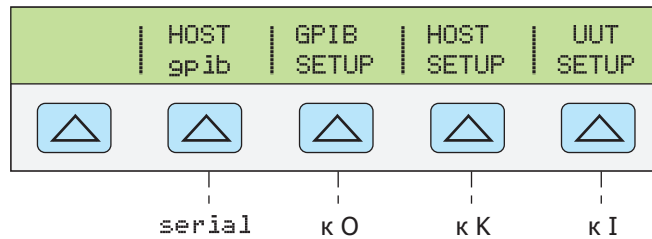


TMP STD (температурная шкала) означает its-90 (Международная температурная (заводская установка) и ipts-68 (1968 Международная практическая температурная шкала).

Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

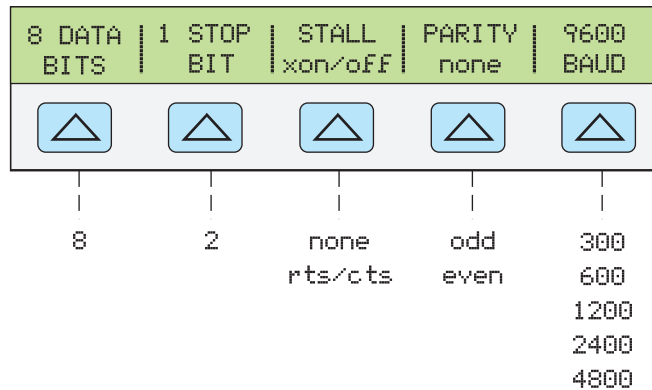
gze008.eps

Н



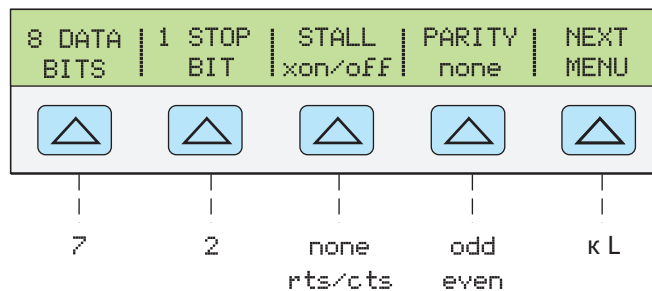
HOST выбирает параллельный порт IEEE-488 (универсальная интерфейсная шина GPIB) (заводская установка по умолчанию) или порт RS-232 (последовательный).
Невозможно одновременно использовать IEEE-488 и RS-232.

И



STALL определяет метод управления потоком данных: программное управление (xon/off), аппаратное управление (rts/cts) или без управления (none).

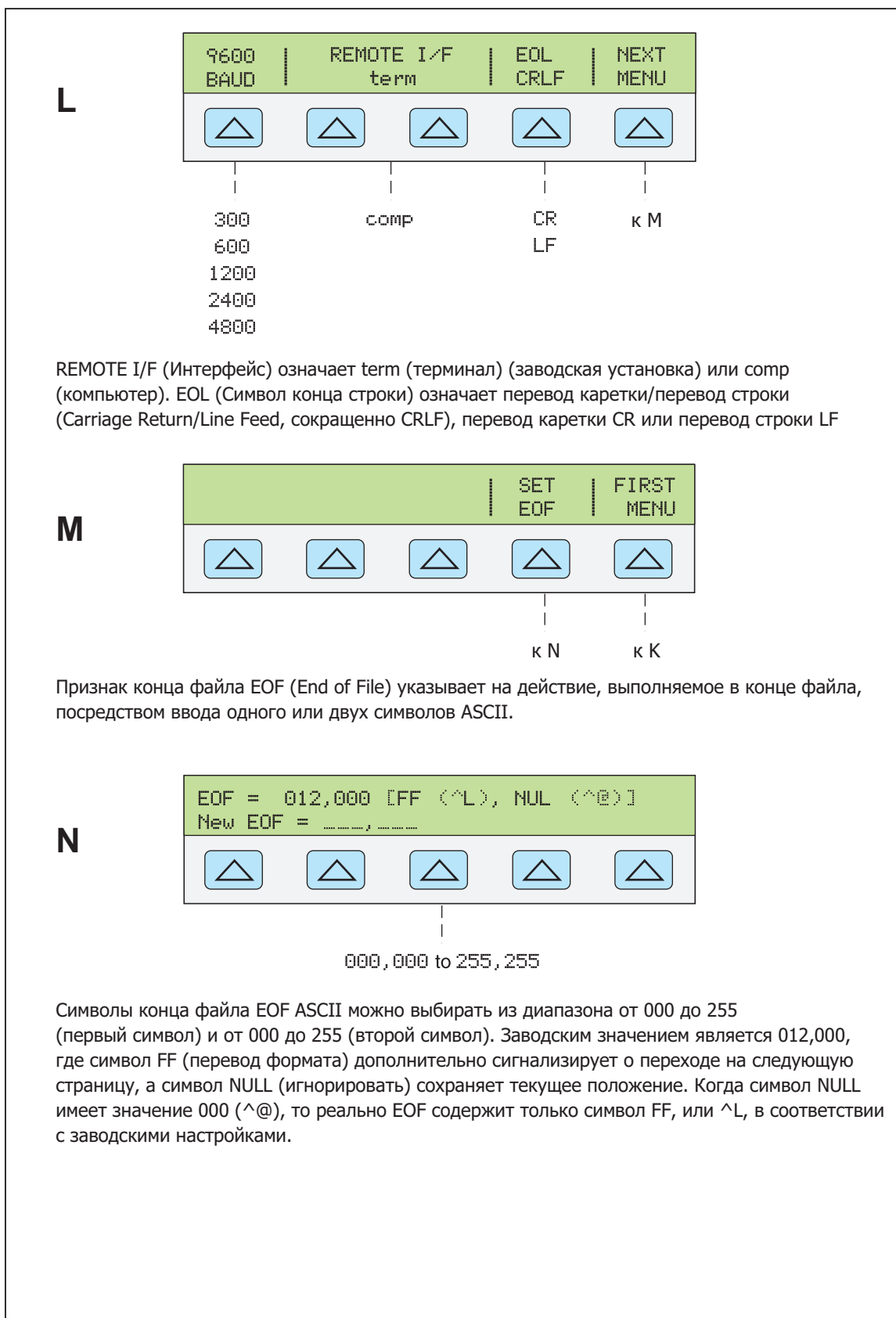
К



STALL определяет метод управления потоком данных: программное управление (xon/off), аппаратное управление (rts/cts) или без управления (none).

Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

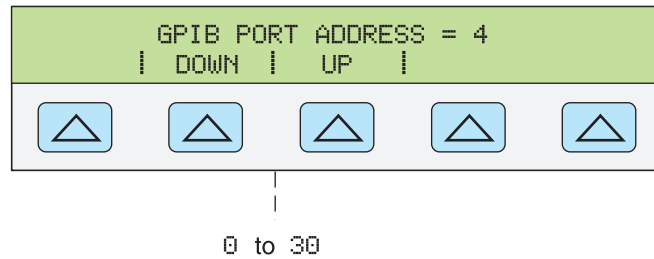
gze030.eps



gze003.eps

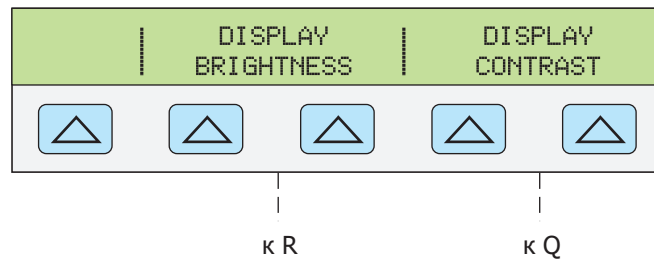
Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

O



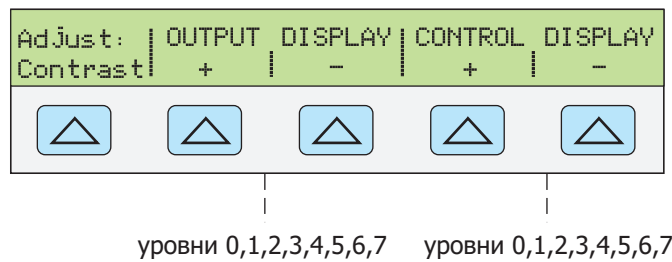
GPIB (универсальная интерфейсная шина) выбирает адрес порта при использовании шины IEEE-488. Заводское значение 4.

P



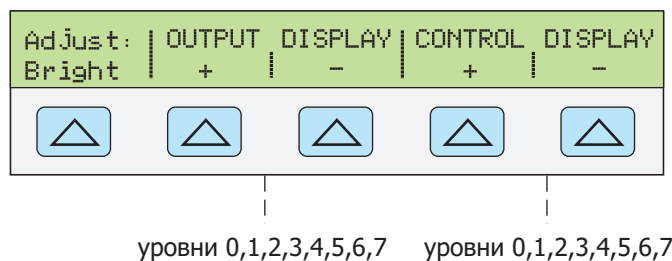
DISPLAY BRIGHTNESS и DISPLAY CONTRAST применимы к дисплею выходного сигнала и дисплею управления.

Q



Имеется восемь уровней контрастности от 0 до 7, для дисплея выходного сигнала и дисплея управления. Каждый дисплей может иметь собственный уровень контрастности. Заводские значения 7 и 7.

R



There are eight levels of brightness, 0 to 7, for the Output Display and Control Display. Each may have its own level of contrast. The factory defaults are 1 and 0.

Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

gze031.eps

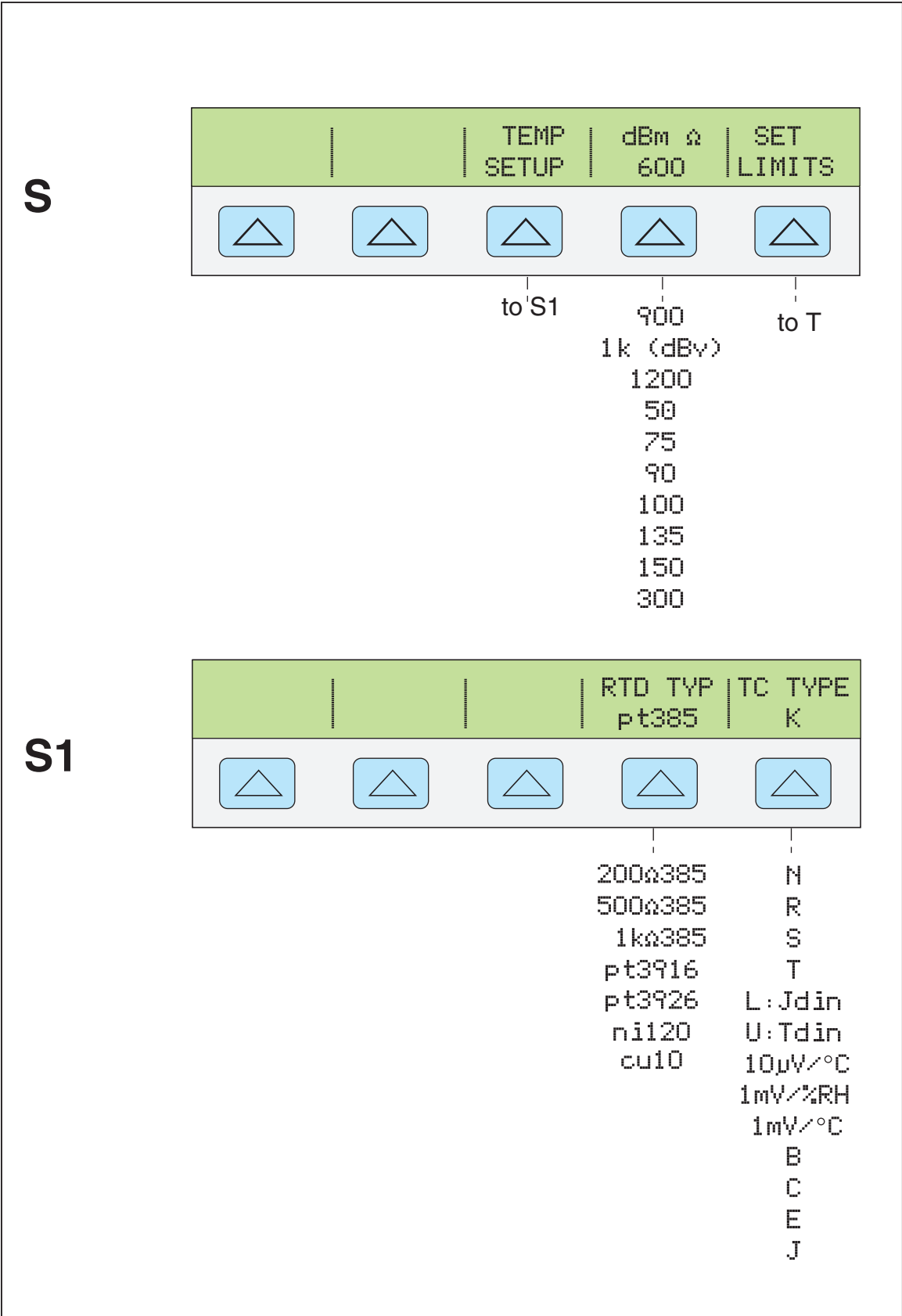
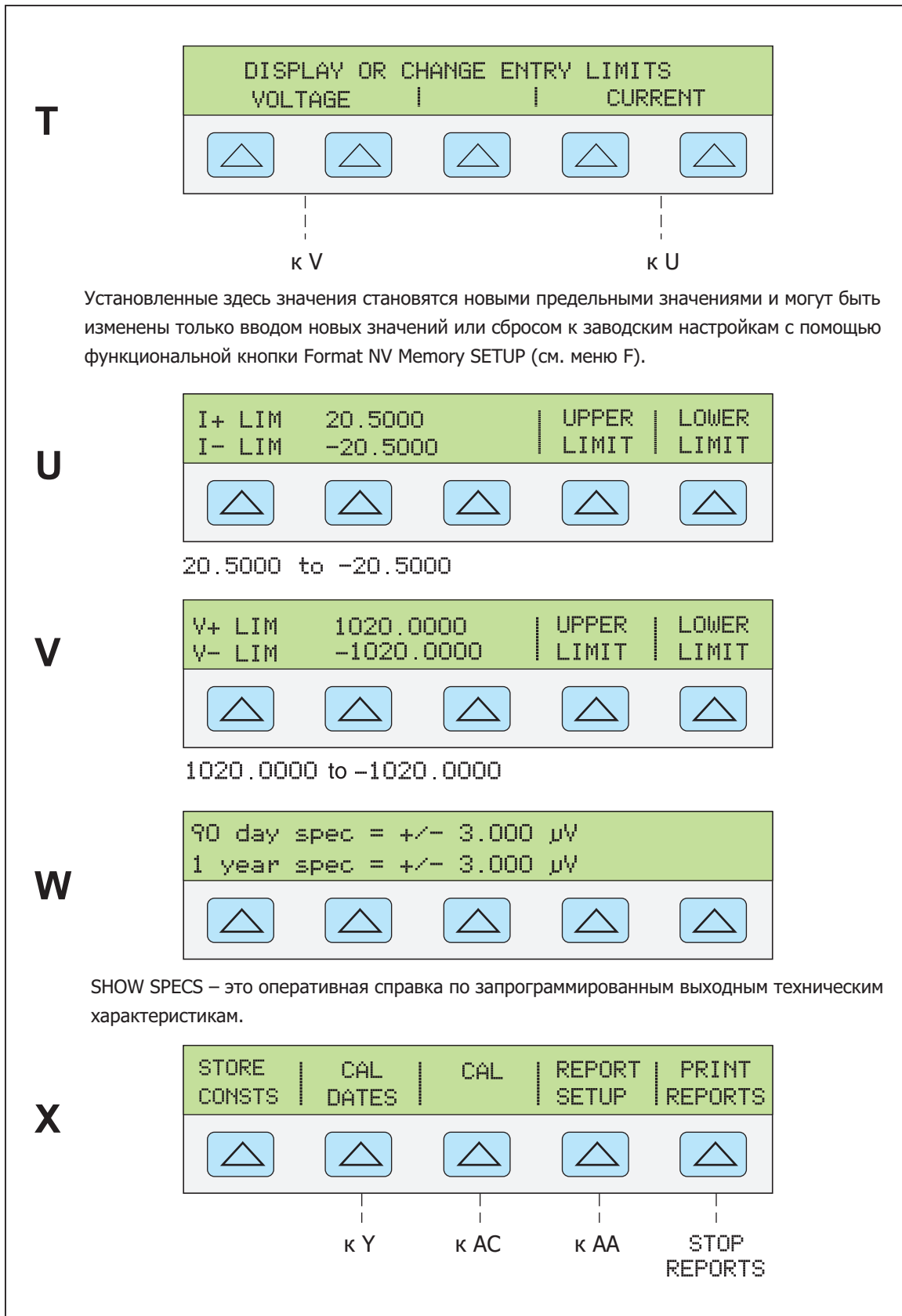
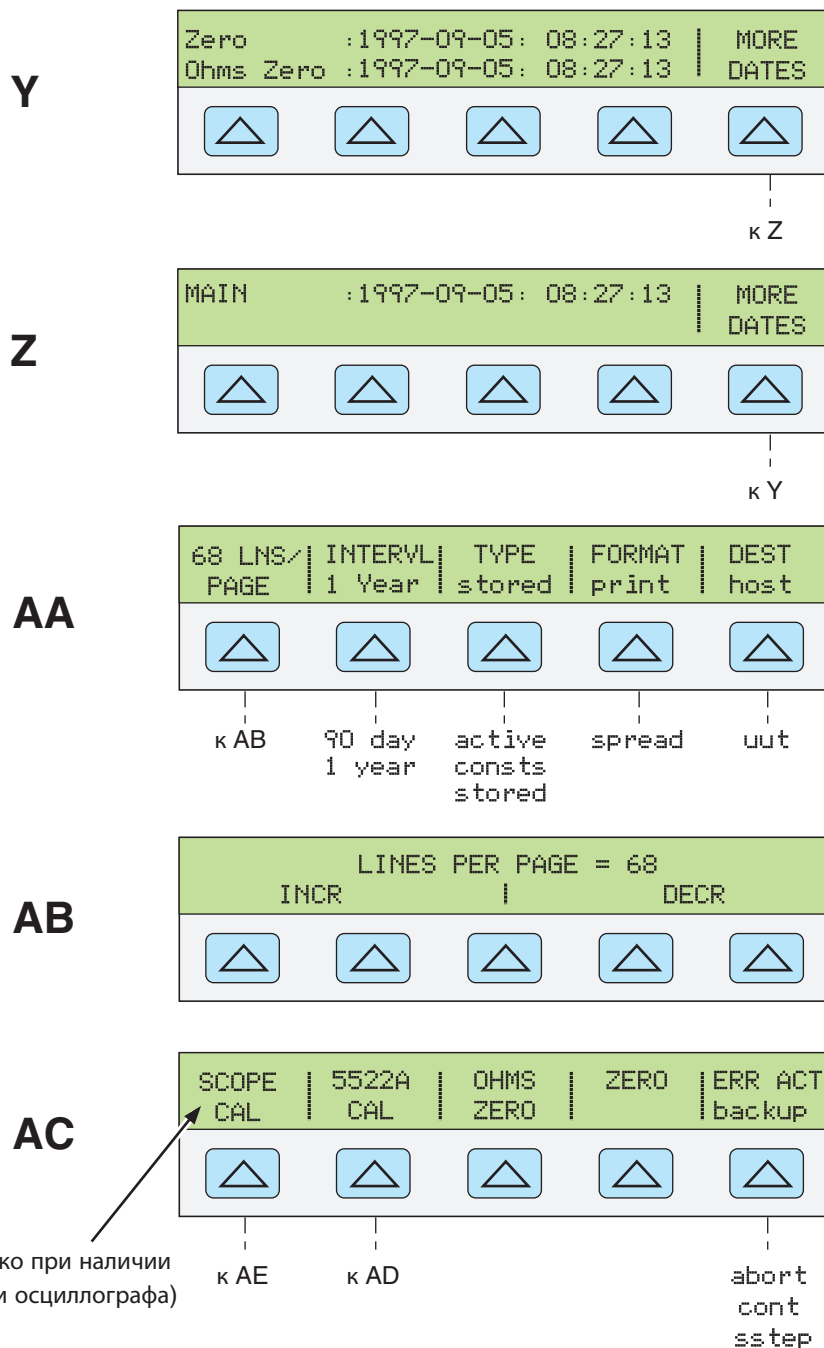


Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш **SETUP**
(продолжение)

gvx032.eps



Выбор нужной функции CAL (Калибровки): CAL для калибровки Калибратора 5502A (см. Руководство по техническому обслуживанию); CAL DATES для просмотра даты последней калибровки Калибратора 5502A; CAL REPORTS для печати данных калибровки.



5502A CAL открывает меню калибровки. Для получения инструкций см. Руководство по техническому обслуживанию. ZERO обнуляет Калибратор 5502A. OHMS ZERO обнуляет омическую часть Калибратора 5522A; ERR ACT (Действие при ошибке) задает backup (резервное копирование), abort (прерывание) или cont (продолжение).

Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

gze013eps

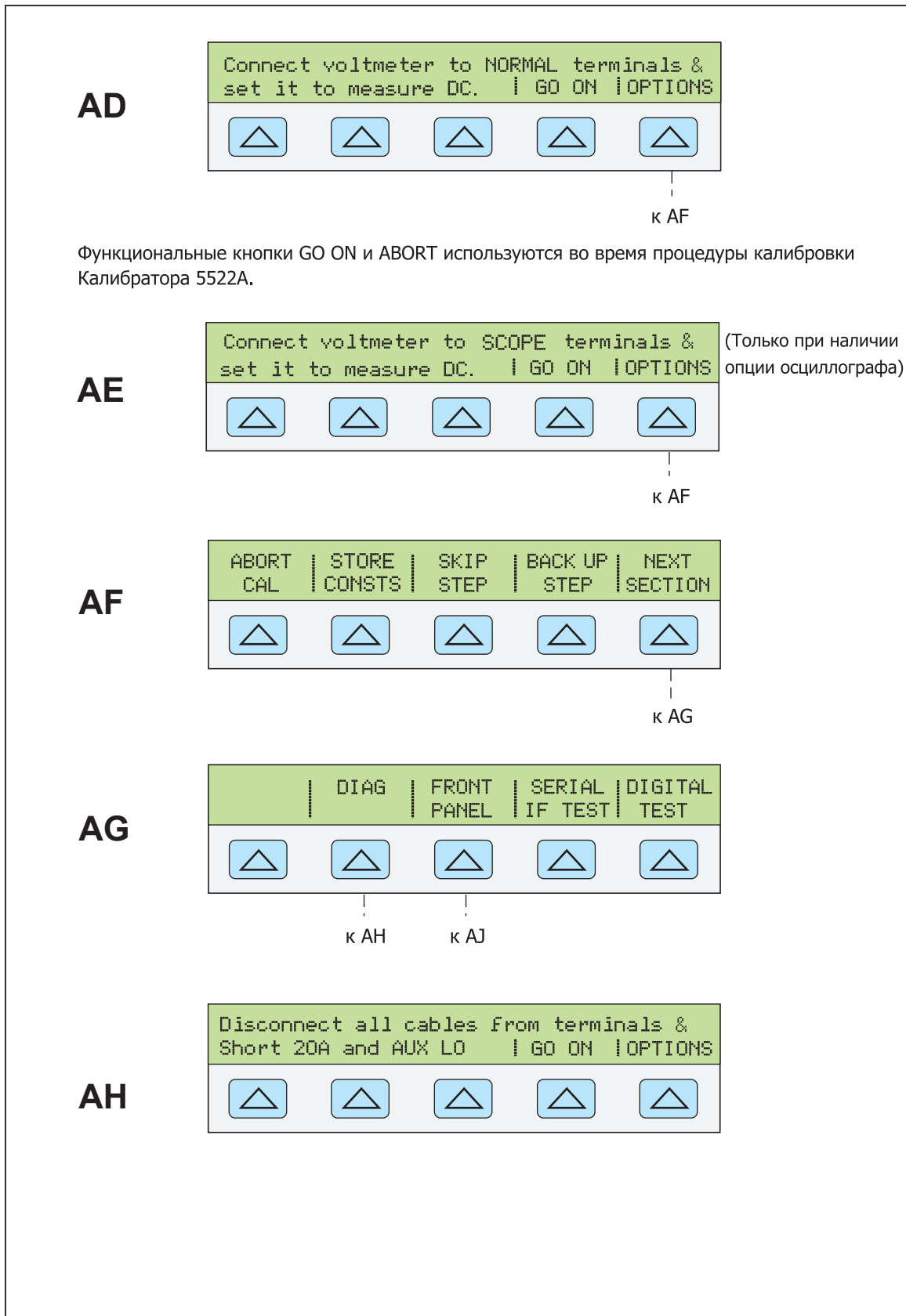


Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

gze033.eps

Таблица 3–3. Заводские стандартные (по умолчанию при включении питания) настройки параметров меню SETUP

Параметр	Настройка	Меню SETUP (Рисунок 3-4)
Строка отчета пользователя (*PUD-строка)	Пустая	D
Единицы погрешности	> 0,1%	G1
Защитная задержка теста на перегрузку SC-600	10 с	G1
Стандарт температуры	ITS-90	G1
Основной интерфейс	gpiб (IEEE-488)	G1
Последовательный интерфейс испытываемого устройства	8 бит, 1 стоп-бит, хон/хoff, без четности, 9600 бит/с	I
Конфигурация последовательного интерфейса	элемент, 8 бит, 1 стоп-бит, хон/хoff, без четности, 9600 бит/с, CRLF, 012,000	K, L, M, N
Адрес порта GPIB	4	O
Яркость дисплея (см. примеч.)	уровень 1,0	P
Контрастность дисплея (см. примеч.)	уровень 7,7	P
Полное сопротивление дБм	600 Ω	S
тип RTD	pt385	S1
Тип термопары	K	S1
Предельный ток	±20,5A	U
Предельное напряжение	±1020 V	B
Примечание.]Дисплей выходного сигнала и дисплей управления соответственно. Всего 8 уровней: 0,1,2,3,4,5,6 и 7.		

Глава 4

Передняя панель

Наименование	Страница
Введение	4-3
Включение Калибратора	4-3
Прогрев Калибратора.....	4-4
Можно использовать функциональные клавиши	4-4
Использование меню настройки	4-4
Использование меню настройки прибора	4-5
Меню служебных функций	4-6
Использование меню энергонезависимой памяти	4-6
Сброс Калибратора	4-7
Обнуление Калибратора	4-7
Рабочий режим и режим ожидания	4-8
Подключение Калибратора к UUT	4-9
Рекомендуемые кабели и типы разъемов.....	4-9
Когда используется кнопка EARTH	4-10
Различие между четырехпроводным и двух проводным подключением .	4-11
Четырехпроводное подключение.....	4-11
Двухпроводная компенсация.....	4-11
Без компенсации.....	4-11
Указания по кабельным подключениям	4-12
Среднеквадратичное значение и амплитуда размаха.....	4-17
Автоматический диапазон и фиксированный диапазон	4-18
Задание выхода	4-18
Установка постоянного напряжения	4-19
Установка переменного напряжения на клеммах	4-20
Установка выхода постоянного тока	4-23
Установка вывода переменного тока	4-24
Установка мощности постоянного тока	4-25
Установка мощности переменного тока	4-27
Установка постоянного выходного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений	4-30
Установка переменного выходного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений	4-31
Задание выходного сопротивления	4-34
Задание выходной емкости	4-35
Задание имитации температуры (термопара)	4-37
Задание имитации температуры (RTD)	4-39
Измерение температуры с помощью термопары	4-41
Типы форм сигналов	4-44
Синусоида.....	4-44
Пилообразные сигналы	4-44
Прямоугольный сигнал.....	4-45
Усеченная синусоида	4-45

Задание гармоник	4-46
Подстройка фазы	4-47
Запись угла сдвига фаз	4-49
Запись коэффициента мощности	4-49
Запись смещения постоянного тока	4-50
Редактирование ошибочных значений выходных сигналов	4-51
Редактирование выходного сигнала	4-51
Отображение ошибки UUT	4-52
Использование кнопок умножения и деления	4-53
Задание предельных значений выходного сигнала	4-53
Примеры применения	4-54
Калибровка цифрового мультиметра серии 80	4-55
Кабели	4-55
Подключение к заземлению	4-55
Проверка измерительного прибора.	4-55
Калибровка измерительного прибора.	4-61
Проверка анализатора гармоник линии энергоснабжения Fluke модели 41	4-61
Проверка производительности в ваттах, вольт-амперах и реактивной мощности (VAR)	4-61
Проверка показателей гармоник в вольтах	4-63
Проверка показателей гармоник в амперах	4-64
Калибровка цифрового термометра Fluke модели 51	4-65
Проверка термометра	4-65
Калибровка термометра.	4-66

Введение

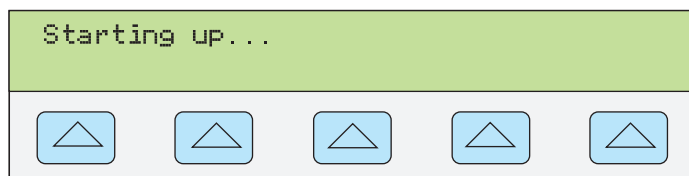
⚠⚠ Предупреждение

Чтобы предотвратить возможность поражения электрическим током не выполняйте подключение к выходным клеммам, когда на них подано напряжение. Режим ожидания недостаточно для предотвращения опасности поражения током, поскольку **OPR можно нажать случайно. Нажмите **RESET** и убедитесь, что Калибратор находится в режиме ожидания перед тем, как производить подключение к выходным клеммам.**

В данной главе представлены инструкции по работе с Калибратором с помощью передней панели. Описание органов управления, дисплеев и клемм передней панели см. в Главе 3, «Функции».

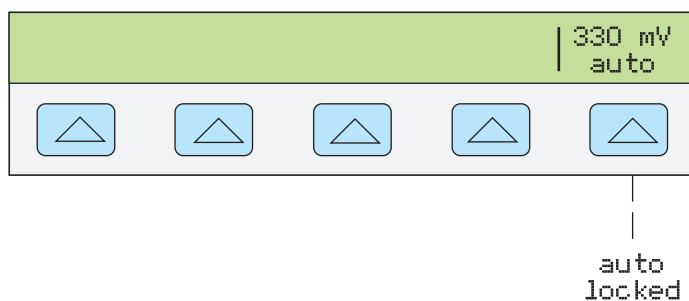
Включение Калибратора

После включения Калибратора на дисплее отображается индикация «Starting Up...» (см. ниже) и начинается выполнение подпрограммы самодиагностики. Если самодиагностика закончилась неудачно, на дисплее управления появится код ошибки. Описание кодов ошибок см. в Главе 7, «Техническое обслуживание».



nn062f.eps

После самодиагностики дисплей управления переходит в состояние сброса (см. ниже).



nn063f.eps

Вопросы выбора значения показанной выше функциональной кнопки (автоматический/фиксированный), см. «Автоматический диапазон и фиксированный диапазон» рассматриваются в этой главе.

Прогрев Калибратора

При включении Калибратора рекомендуется дать ему прогреться в течение 30 минут, чтобы компоненты прибора стабилизировали свое состояние. Характеристики, приведенные в Главе 1, верны для Калибратора, прошедшего процедуру прогрева.

При выключении Калибратора после прогрева и последующем включении период прогрева должен быть в два раза дольше времени, пока Калибратор был выключен (но не более 30 минут). Например, если Калибратор выключить на 10 минут и снова включить, то время прогрева составит не менее 20 минут.

Можно использовать функциональные клавиши

пять клавиш справа от  называются программными. Функции программных клавиш видны из названий, отображаемых прямо над ними на дисплее управления. Нажмите программную клавишу для смены значения или причины подменю с новыми вариантами, отображаемыми на дисплее управления. Меню программных клавиш находится на различных уровнях, как указано в разделе "Дерево меню функциональных клавиш" в Главе 3. Перейти назад по выбранным пунктам меню можно с помощью . Хотя при нажатии кнопки  происходит возвращение в меню верхнего уровня, кроме этого происходит сброс всех не сохраненных настроек и возвращение Калибратора в ждущий режим, при котором напряжение на его выходе равно 0 В пост. тока. Использование  в качестве основного инструмента навигации для перемещения по уровням меню.

Использование меню настройки

Для доступа к различным операциям и изменяемым параметрам нажмите кнопку . Большинство параметров не меняется. Это значит, что они сохраняются при сбросе или отключении питания. В Главе 3 показана карта дерева меню, перечислены параметры и приведена таблица заводских настроек по умолчанию.

При нажатии  после включения дисплей меняется на:



nn064f.eps

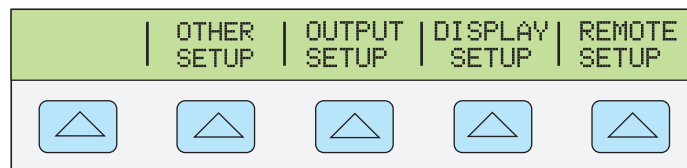
Это первичное меню настройки прибора. Ниже приводится список с описанием вложенных меню, доступ к которым предоставляют функциональные кнопки, и рассказывается, где в настоящем руководстве можно найти дополнительную информацию.

- **CAL** (Калибровка)
Открывает меню калибровки. Функциональные кнопки этого меню используются для просмотра дат калибровки, печати отчетов о калибровке, выполнения калибровки Калибратора и запуска подпрограммы калибровки нуля. Калибровка нуля описана в этой главе.
- **SHOW SPECS** (Отображение характеристик)
Отображение опубликованных характеристик Калибратора для выходного значения, которое выбрано в данный момент.

- **INSTMT SETUP** (Настройка прибора)
Позволяет менять настройку включения или сброса по умолчанию для различных параметров прибора. Многие из таких параметров в этом меню можно изменять и во время работы, но сделанные во время работы изменения не сохраняются после выключения питания или сброса. Здесь под изменением подразумевается, что они становятся не меняющимися. Чтобы вернуть заводские настройки Калибратора, перейдите в меню Format NV Memory в меню UTILITY FUNCTNS (служебные функции).
- **UTILITY FUNCTNS** (служебные функции)
Позволяет запускать самодиагностику, форматировать энергонезависимую память (задавать заводские значения), и просматривать версию программного обеспечения конфигурации прибора и строк отчета пользователя. Эти функции приведены в разделе "Меню служебных функций" данной главы.

Использование меню настройки прибора

Функциональные кнопки меню настройки прибора (появляется после нажатия функциональной кнопки INSTMT SETUP в меню настройки) показаны ниже.



nn065f.eps

В следующем списке описаны вложенные меню, появляющиеся после нажатия каждой функциональной кнопки.

- **OTHER SETUP (ПРОЧИЕ НАСТРОЙКИ)**
Открывает меню, с помощью которого можно выбирать Международную практическую температурную шкалу, 1968 г. (ITS-68) или Международную температурную шкалу, 1990 г. (ITS-90) (по умолчанию). Здесь можно также настраивать часы, выбирать и сбрасывать параметры питания для функции безопасного времени ожидания при тестировании калибровки осциллографа SC-600 (OVLDT), а также выбирать единицы отображения ошибок. Можно также настроить оптимальный режим работы устройства при частоте 50 Гц в сети переменного тока.
- **OUTPUT SETUP (НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ)**
(Настройка выходного сигнала) Открывает меню, из которого можно изменять параметры питания, а также заданные по умолчанию пределы выходных значений тока и напряжения, типы термодатчиков и резистивных датчиков, задавать значения опорной фазы, внутренние или внешние источники опорной фазы, значение полного сопротивления для отображения на табло dBm.
- **DISPLAY SETUP (НАСТРОЙКА ДИСПЛЕЯ)**
Открывает подменю для настройки яркости и контрастности дисплеев управления и вывода.
- **REMOTE SETUP (УДАЛЕННАЯ НАСТРОЙКА)**
В этом меню можно выбирать настройки двух портов RS-232 - SERIAL 1 FROM HOST и SERIAL 2 UUT, а также универсальной интерфейсной шины IEEE-488 (GPIB). (См. Главу 5, "Работа в дистанционном режиме")

Меню служебных функций

Функциональная кнопка меню настройки, обозначенная UTILITY FUNCTNS (Служебные функции) предоставляет доступ к функции самотестирования, форматирования энергонезависимой памяти и конфигурации прибора.



nn066f.eps

- **SELF TEST (САМОТЕСТИРОВАНИЕ)**

Эта кнопка открывает доступ к пунктам меню самодиагностики Калибратора.

- **FORMAT NV MEM (ФОРМАТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЙ ПАМЯТИ)**

Открывает меню записи стандартных заводских значений для всех или части данных в энергонезависимой памяти (EEPROM).

- **INSTMT CONFIG (КОНФИГУРАЦИЯ ПРИБОРА)**

Позволяет просматривать версии программного обеспечения, установленного в Калибраторе, а также строки отчета пользователя.

Использование меню энергонезависимой памяти

⚠ Предостережение

Нажатие функциональных кнопок меню форматирования энергонезависимой памяти приводит к безвозвратному удалению калибровочных постоянных. При нажатии ALL или CAL происходит отмена калибровки 5502A.

Нажмите FORMAT NV MEM в меню служебных функций, чтобы открыть:



nn067f.eps

Необходимо, чтобы переключатель CALIBRATION на задней панели Калибратора был в положении ENABLE для функциональных клавиш ALL и CAL в этом меню. В энергонезависимой памяти хранятся калибровочные постоянные и даты калибровки, параметры настройки и строка отчета пользователя. С калибровочными постоянными заводские значения всегда одинаковы для всех калибраторов. Они не являются калибровочными постоянными, полученными во время калибровки Калибратора на заводе перед поставкой.

Функциональные кнопки имеют следующие значения:

- **ALL (BCE)**
заменяет все содержимое энергонезависимой памяти (EEPROM) стандартными заводскими значениями. Используется обслуживающим персоналом после замены EEPROM, например. Как правило, это не обязательно.
- **CAL**
заменяет все калибровочные постоянные стандартными заводскими значениями, но оставляет все параметры настройки без изменений. Это также, как правило, это не обязательно.
- **НАСТРОЙКА**
заменяет все параметры настройки стандартными заводскими значениями (Таблица 3-3), но оставляет статус калибровки без изменения. При этой операции нет необходимости срывать талон калибровки. Параметры настройки можно также изменять с помощью дистанционных команд. (См. описание этих команд в Главе 6: Команды SRQSTR, SPLSTR, *PUD, SP_SET, UUT_SET, TEMP_STD, DATEFMT, RTD_TYPE_D, TC_TYPE_D, LIMIT.)

Сброс Калибратора

При управлении Калибратором с передней панели (не при дистанционном управлении) его можно включить нажатием **RESET**, кроме как после сообщения об ошибке, которая сбрасывается нажатием синей функциональной клавиши.

Нажмите **RESET**, чтобы:

- Калибратор возвращается в состояние после включения питания: 0 В пост. тока, ждущий режим, диапазон 330 мВ, и всем параметрам меню OUTPUT SETUP присвоены самые последние значения по умолчанию.
- Очистка сохраненных предельных значений и эталонного значения режима измерения погрешности.

Обнуление Калибратора

При обнулении калибратора производится повторная калибровка внутренних схемных компонентов, в основном, смещения постоянного тока во всех диапазонах эксплуатации. Калибратор рекомендуется обнулять каждые семь дней, чтобы гарантировать его характеристики выхода в пределах спецификации, или в случае изменения окружающей температуры Калибратора более чем на 5 °C. Самые высокие характеристики по сопротивлению выдерживаются при обнулении с периодом в 12 часов, если температура не изменяется более чем на ± 1 °C. На дисплее Калибратора появляется сообщение, если пришло время обнуления настроек Калибратора. Обнуление особенно важно при выполнении калибровки с разрешением 1 мΩ или 1 мкВ, а также при значительном изменении температуры условий эксплуатации Калибратора. Есть две функции обнуления Калибратора: общее обновление прибора (ZERO) и обнуление только сопротивления (OHMS ZERO).

Выполните эти процедуры для обнуления Калибратора.

Примечание

При выполнении этой процедуры переключатель CALIBRATION на задней панели Калибратора не должен находиться в положении «enabled».

1. Включите Калибратор и дайте ему прогреться не менее 30 минут.
2. Нажмите **RESET**.
3. Нажмите **SETUP**. Открывается меню настройки (см. внизу).



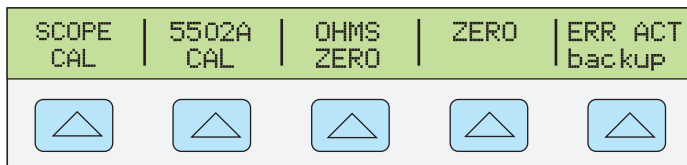
nn068f.eps

4. Нажмите функциональную клавишу CAL. Открывается меню информации о калибровке (см. внизу).



nn069f.eps

5. Нажмите функциональную клавишу CAL. Открывается меню активности калибровки (см. внизу). Пункт меню SCOPE CAL появляется в том случае, если установлен модуль калибровки осциллографов.



gvx034.eps

6. Нажмите функциональную клавишу ZERO для обнуления Калибратора. Нажмите функциональную клавишу OHMS ZERO для обнуления функции сопротивления. После завершения подпрограммы обнуления (через несколько минут), нажмите кнопку **RESET** для сброса Калибратора. Для полного обнуления всех настроек калибровки необходимо замкнуть клеммы 20A и AUX LO, чтобы пропустить ток в 20 A.

Рабочий режим и режим ожидания

Если светится индикатор кнопки OPERATE и символ OPR отображается на дисплее, то выходное значение и функция, отображаемая на дисплее выходного сигнала, воспроизводятся на выбранных клеммах. Когда STBY отображается на дисплее выхода, большая часть выходов Калибратора не замкнута. Клеммы термпары (TC) на передней панели замкнуты. Для запуска рабочего режима нажмите **OPR**. Для перевода Калибратора в режим ожидания нажмите **SETUP**.

Если Калибратор работает и производятся эти действия, то он автоматически переходит в режим ожидания:

- нажата кнопка **RESET**.
- Выбрано напряжение ≥ 33 В, а предыдущее выходное напряжение было меньше 33 В.
- Если выходное напряжение достигло значения ≥ 33 В пост. или перем. тока, то выполняется переключение на противоположный тип тока, изменение значений температуры, сопротивления, емкости и прочих.

- Выходное напряжение двойной амплитуды (прямоугольная, пилообразная или усеченная синусоидальная волна) меняется на действующее напряжение ≥ 33 В (синусоидальная волна). Например, если напряжение выходного сигнала двойной амплитуды 40 В меняется на действующее напряжение 40 В посредством изменения формы волны по нажатию кнопки WAVE, то Калибратор переключается в режим ожидания.
- Токковый выход переносится с AUX на 20 А, или с 20 А на AUX.
- Наступает состояние перегрузки.

Подключение Калибратора к UUT

⚠⚠ Предупреждение

Чтобы предотвратить возможность поражения электрическим током не выполняйте подключение к выходным клеммам, когда на них подано напряжение. Режим ожидания недостаточно для предотвращения опасности поражения током, поскольку OPR можно нажать случайно. Нажмите RESET и убедитесь, что Калибратор находится в режиме ожидания перед тем, как производить подключение к выходным клеммам.

Выходные клеммы NORMAL (HI и LO) используются для передачи напряжения, сопротивления, емкости, а также для моделирования выходных сигналов резистивного датчика температуры (RTD). Клемма LO подключена к заземлению аналогового сигнала во внутреннем контуре защитного заземления. Эта сигнальная линия может или не может быть подключена к заземлению на массу. Это зависит от того, как настроено EARTH. Дополнительную информацию о внутренних контактах см. в разделе "Когда используется кнопка EARTH" в этой главе.

Выходы с обозначениями AUX (HI и LO) используются для воспроизведения тока и низкого напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений. Эти выходы также используются для четырехпроводного или удаленного измерения сопротивления, емкости и показаний резистивного датчика температуры.

Если в Калибраторе установлен модуль осциллографа, разъемы SCOPE OUT BNC и TRIG посылают сигналы для калибровки осциллографа.

Используйте разъем TC для измерения термопар и подачи моделируемых сигналов термопары.

Рекомендуемые кабели и типы разъемов

⚠⚠ Предупреждение

Следуйте данным инструкциям, чтобы избежать опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:

- **Не используйте испытательные провода, если они повреждены. Осмотрите испытательные провода на предмет повреждения изоляции, оголенных участков и при возгорании индикатора износа. Проверяйте провода на обрыв.**
- **Используйте только кабели с указанным номинальным напряжением.**
- **Щуп общей цепи подсоединяйте первым и отсоединяйте последним, а щуп под напряжением подсоединяйте последним и отсоединяйте первым.**

- Используйте только кабель электропитания и разъем, соответствующие используемому в вашей стране сетевому напряжению и конструкции вилки, а также разрешенные для изделия.
- Тщательно соединяйте провода датчиков, чтобы не допустить попадания опасного напряжения на клеммы. В двухжильной конфигурации клеммы датчиков напряжения расположены на выходном проводе.
- Не дотрагивайтесь до оголенной металлической поверхности вилок штекерного типа, через них может проходить ток, который может вызвать смерть.
- Не используйте двухжильный кабель электропитания, если вы не подключили провод защитного заземления к клемме заземления перед его использованием.
- **Перед использованием убедитесь, что изделие заземлено.**

Кабели подключаются к клеммам NORMAL и AUX Калибратора. Во избежание ошибок, вызванных напряжением тепловых шумов (термо-ЭДС), используйте разъемы и провода из меди или материалов, создающих незначительную термо-ЭДС при соединении с медью. Не используйте никелированные разъемы. Для достижения наилучших результатов следует применять модель Fluke 5440A-7002 низкотемпературных EMF испытательных проводов, которые изготовлены из хорошо изолированного медного провода и разъемов из теллуру-медного сплава. См. Главу 8, «Принадлежности»

Когда используется кнопка EARTH

На рис. 4-1 приведены внутренние контакты, выполненные .

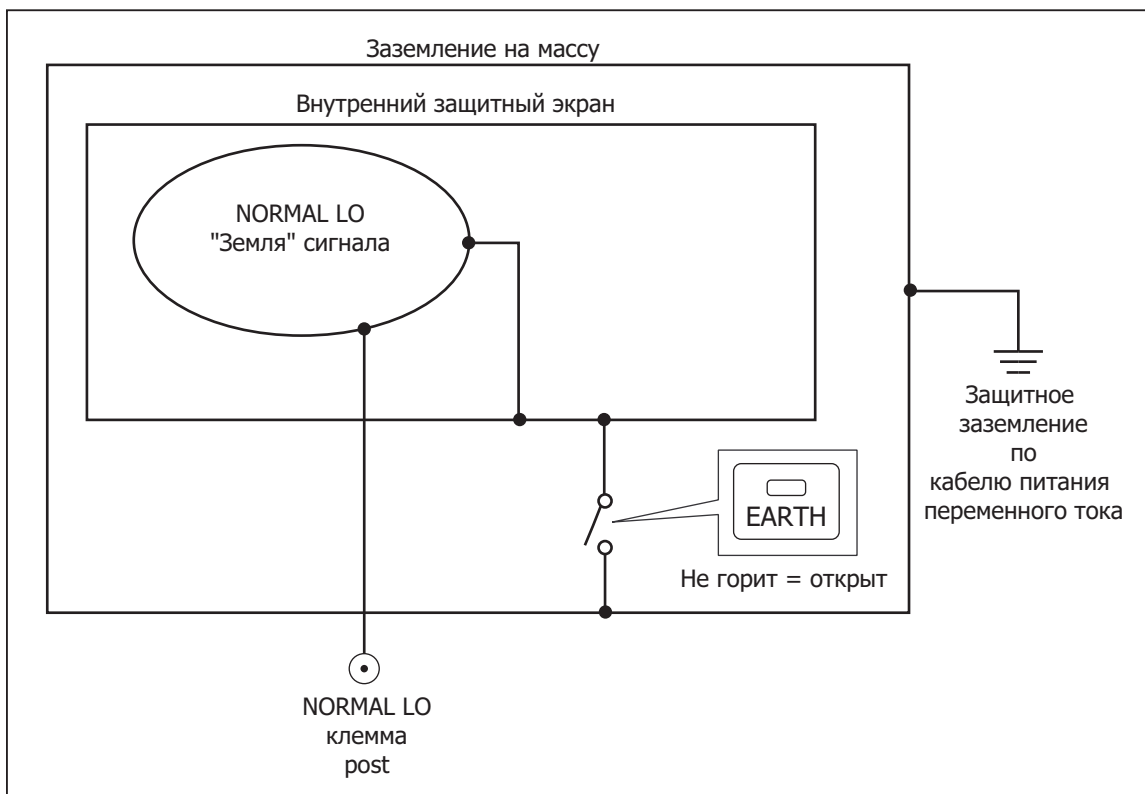


Рис. 4-1. Внутренние контакты заземления

gze003f.eps

Клемма NORMAL LO на передней панели Калибратора обычно изолирована от заземления (шасси). Если желательно соединить клемму NORMAL LO с землей, нажмите кнопку , при этом засветится индикатор кнопки. По нажатию кнопки заземления клемма NORMAL LO будет подключена к заземлению примерно через 30 Ω .

Во избежание возникновения паразитного контура замыкания на землю и шумов в системе должно быть только одно соединение между землей и клеммой LO. Обычно все сигнальные заземления следует выполнить на UUT и убедиться, что индикатор кнопки  не светится. Как правило, индикатор кнопки  светится только для переменного и постоянного напряжения, когда UUT изолировано от земли. В этом случае защитное заземление должно быть подключено к Калибратору. См. раздел «Подключение к электрической сети» в Главе 2. Когда подаваемый выход под напряжением, отображается функциональная клавиша LO, которая позволяет замкнуть или разомкнуть внутренний контакт от клеммы NORMAL LO до клеммы AUX LO. Если индикатор кнопки  светится и соединение замкнуто, то обе клеммы LO заземлены на шасси.

Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением

Четырехпроводное и двухпроводное подключения - это разные методы подключения Калибратора к испытываемому устройству для нейтрализации сопротивления щупов, чтобы обеспечить самую высокую точность выходного калибровочного сигнала. На рис. с 4-2 по 4-4 приведены конфигурации соединений для сопротивления. На рис. с 4-5 по 4-6 приведены конфигурации соединений для емкости. Благодаря способности восприятия внешних сигналов четырехпроводные и двухпроводные компенсированные соединения обеспечивают повышенную точность измерения значений сопротивления ниже уровня 110 $k\Omega$ и значений емкости не менее 110 нФ. Настройка выходного сигнала Калибратора на измерение сопротивления и ёмкости предусматривает выбор четырехпроводной компенсации (COMP 4-wire), двухпроводной компенсации (COMP 2-wire) и двухпроводного подключения без компенсации (COMP off). (см. «Настройка выходного сопротивления» и «Настройка выходной емкости» в этой главе). Обратите внимание, что компенсированные соединения для измерения емкости используются для компенсации значений сопротивления щупов и внутреннего сопротивления, а не для компенсации значений емкости щупов и внутренних значений емкости.

Четырехпроводное подключение

Четырехпроводное подключение обычно используется при калибровке лабораторных измерительных приборов. Повышенная точность обеспечивается для значений сопротивления менее 110 $k\Omega$. Для других значений сопротивление щупов не сказывается отрицательно на калибровке, и Калибратор переходит в режим работы без компенсации (COMP off).

Двухпроводная компенсация

Двухпроводная компенсация обычно используется при калибровке переносных цифровых мультиметров высокой точности (DMM) с двухпроводным входом. Повышенная точность обеспечивается для значений сопротивления не более 110 $k\Omega$ и значений емкости не ниже 110 нФ. Для других значений Калибратор переходит в режим работы без компенсации (COMP off).

Без компенсации

Подключение без компенсации обычно используется при калибровке переносных аналоговых измерительных приборов или цифровых мультиметров с двухпроводным входом. Это соединение используется для всех значений сопротивления и емкости и, как правило, выбирается, когда большее разрешение не обязательно для аналоговых измерений или для точности уровня цифрового мультиметра. Этот режим устанавливается по умолчанию при выборе режима сопротивления или емкости, если ранее был выбран режим, отличный от режима воспроизведения сопротивлений или емкости.

Указания по кабельным подключениям

В таблице 4-1 приведены показатели для каждого типа соединения между UUT и Калибратором.

При калибровке резистивных датчиков температуры (RTD) трехклеммным соединением, показанным на рис. 4-9, убедитесь, что испытательные провода обладают сопротивлением, не допускающим погрешности сопротивления щупов. Это может быть сделано, например, тремя испытательными проводами одинаковой длины с разъемами одинакового типа.

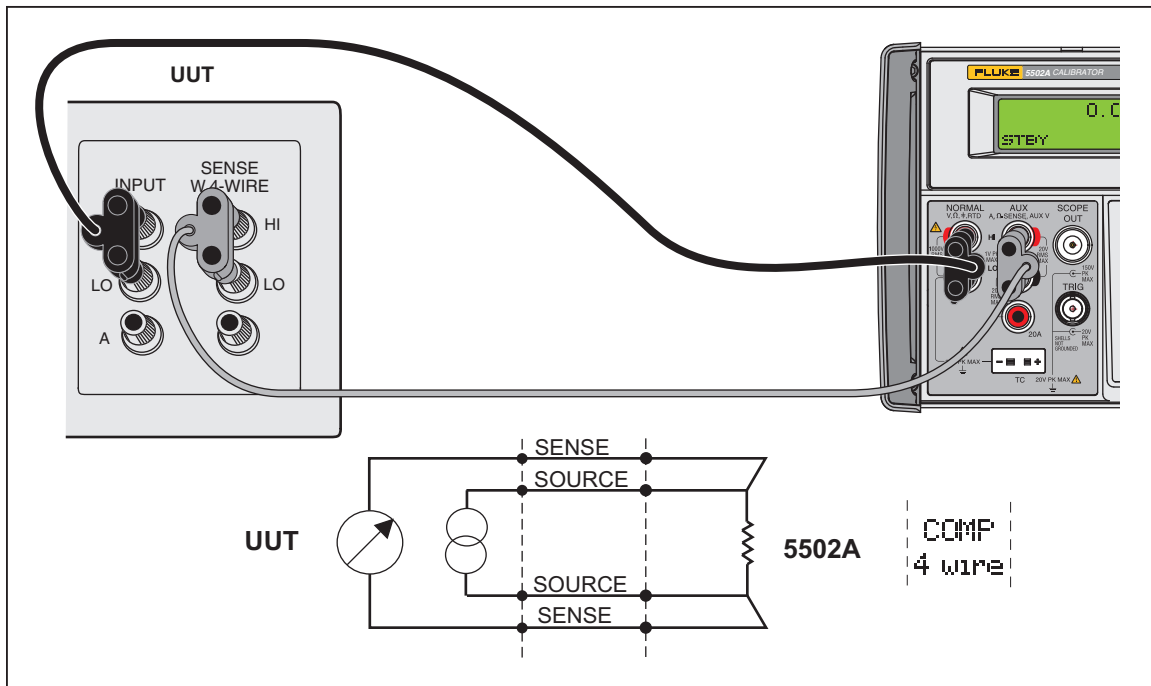
При калибровке термопар особенно важно использовать правильный соединительный провод и миниразъем между клеммой ТС на передней панели Калибратора и испытуемым устройством. Обязательно используйте провод и миниразъемы термопары, соответствующие типу термопары. Например, при моделировании выходного сигнала температуры для термопар типа К используйте провод термопары К и миништекеры типа К для соединения.

Подключение Калибратора к UUT:

1. Если Калибратор включен, нажмите кнопку **RESET** для снятия выходных сигналов с клемм Калибратора.
2. Выберите соответствующий показатель в таблице 4-1 для соединения с UUT.
3. В случае измерения выходной емкости испытательные провода следует подключить к UUT для обнуления паразитных емкостей. Положите кабели (но не подключайте их) к Калибратору на непроводящую поверхность. Обнулите показание на испытуемом устройстве с помощью команд "rel," "offset," или "null," в зависимости от выбранного метода, затем подключите тестовые щупы к Калибратору.

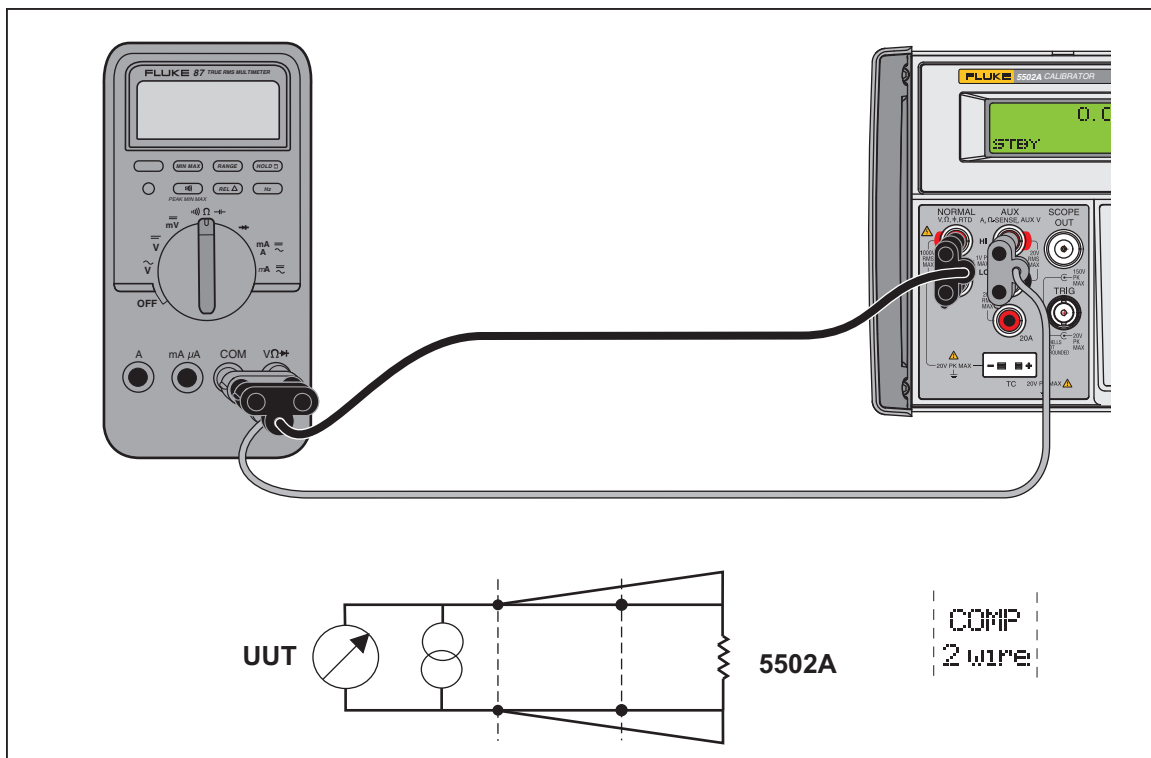
Таблица 4-1. Подключения испытываемого устройства

Выходной сигнал Калибратора 5502A	Ссылка на рисунок
Сопротивление	4-2 Сопротивление - 4-проводная компенсация 4-3 Сопротивление - 2-проводная компенсация 4-4 Сопротивление - без компенсации
Емкость	4-5 Емкость - 2-проводная компенсация 4-6 Емкость - без компенсации
Напряжение постоянного тока	4-7 Напряжение пост. тока/переменного тока
Напряжение переменного тока	4-7 Напряжение пост. тока/переменного тока
Постоянный ток	4-8 Постоянный/переменный ток
Переменный ток	4-8 Постоянный/переменный ток
Имитация резистивного датчика температуры (RTD)	4-9 Температура (резистивный датчик температуры)
Имитация термопары	4-10 Температура (термопара)
Примечание: Обсуждение «Различия между четырехпроводным и двухпроводным подключением» см. выше.	



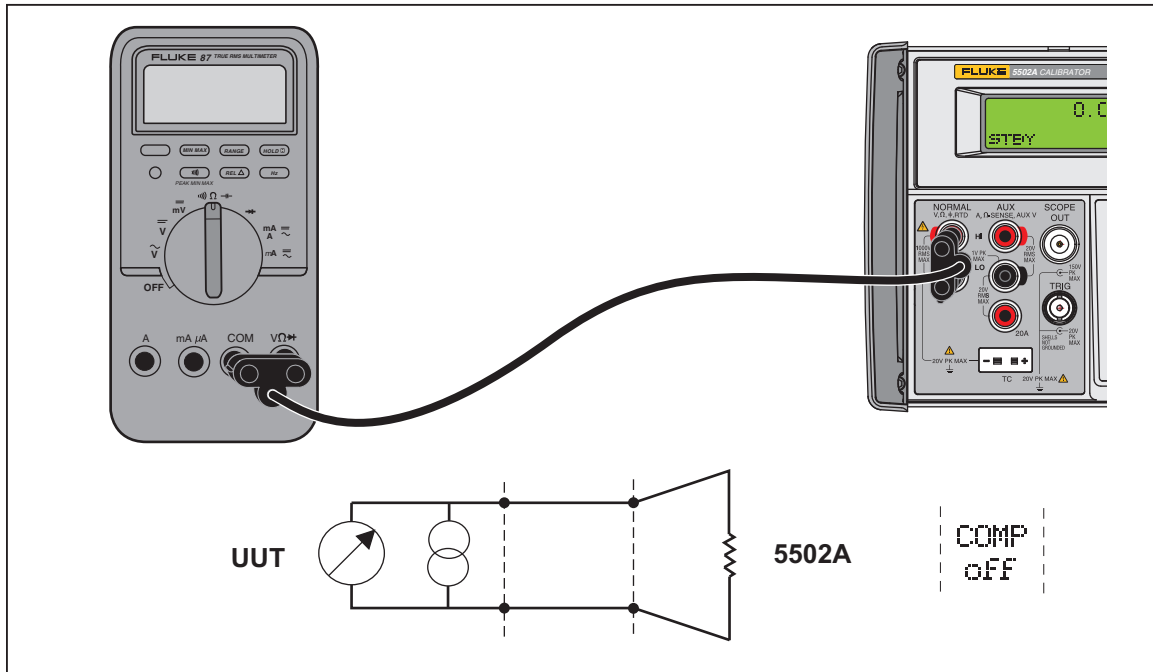
gze014.eps

Рисунок 4-2. Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (4-проводная компенсация)



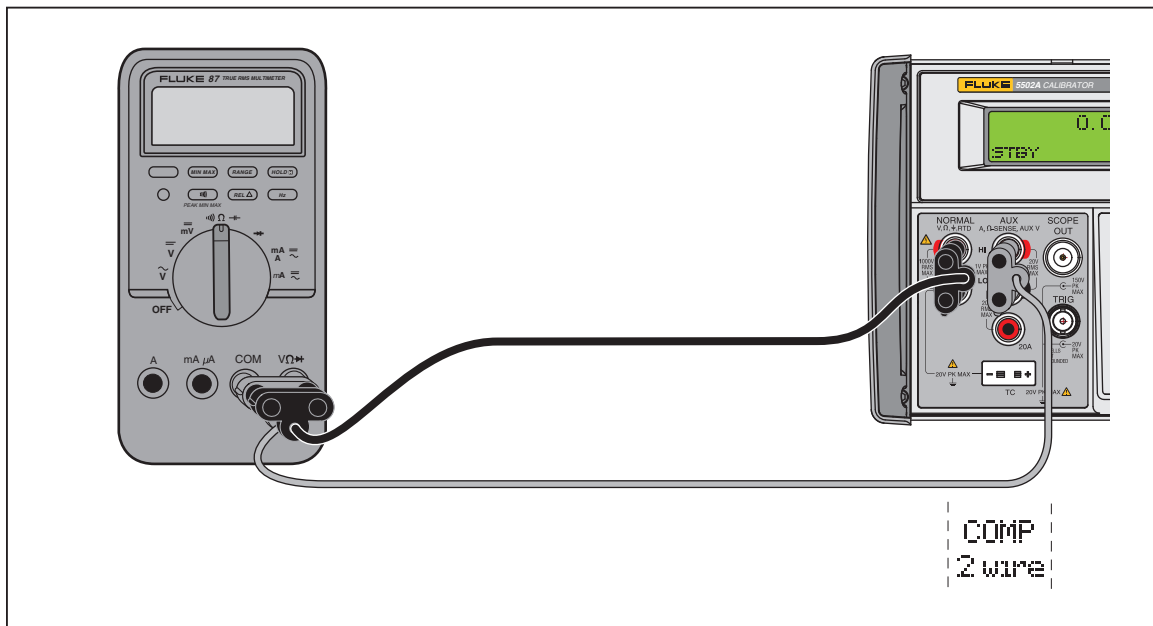
gvx015.eps

Рисунок 4-3. Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (2-проводная компенсация)



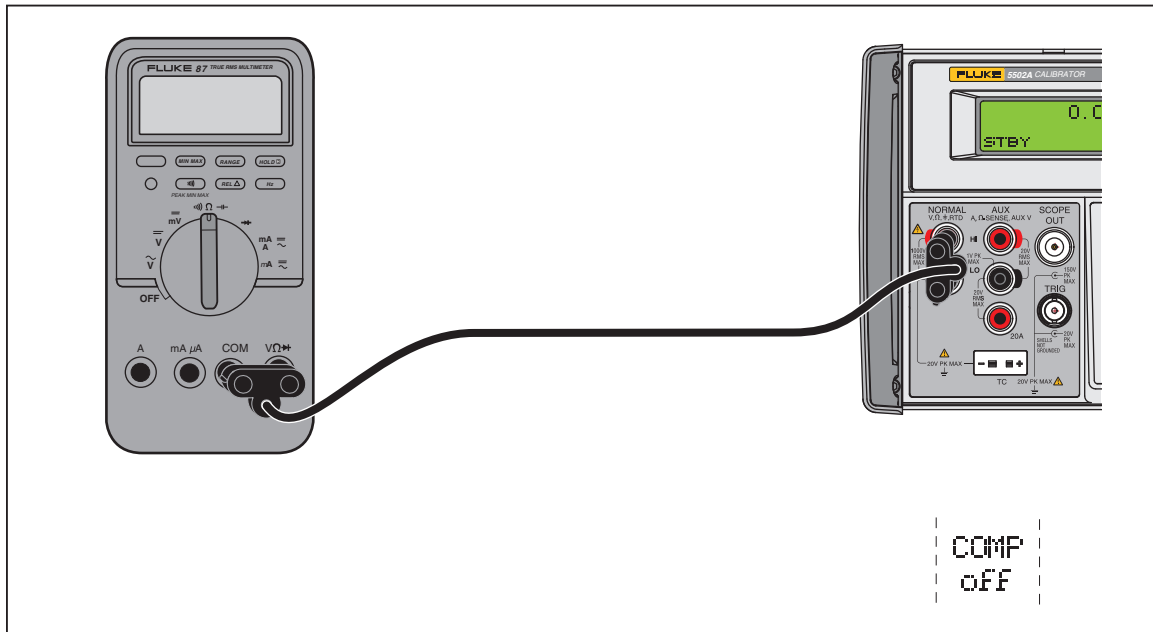
gvx016.eps

Рисунок 4-4. Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (без компенсации)



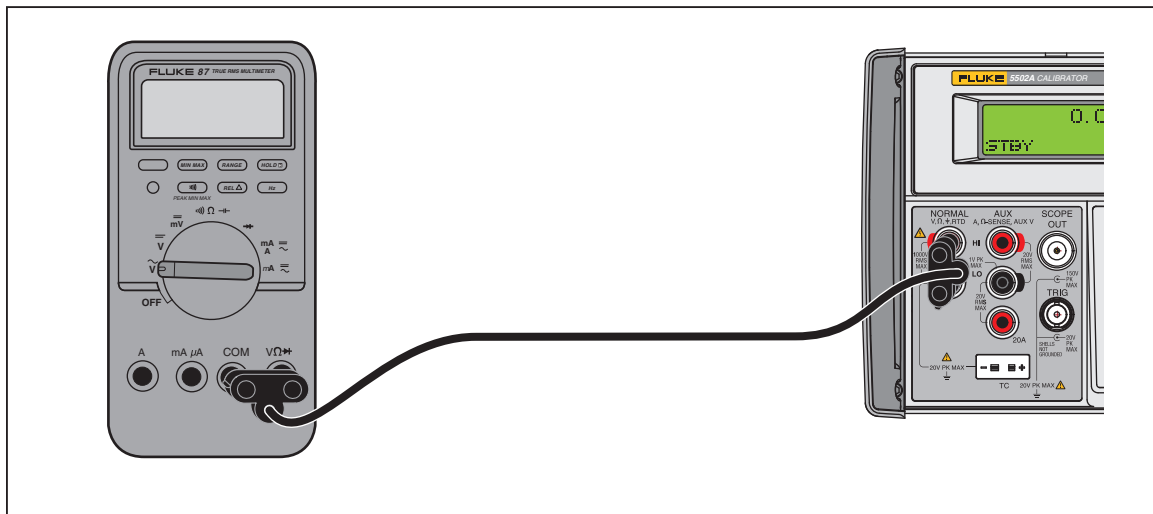
gvx017.eps

Рисунок 4-5. Подключение испытываемого устройства: Емкость (2-проводная компенсация)



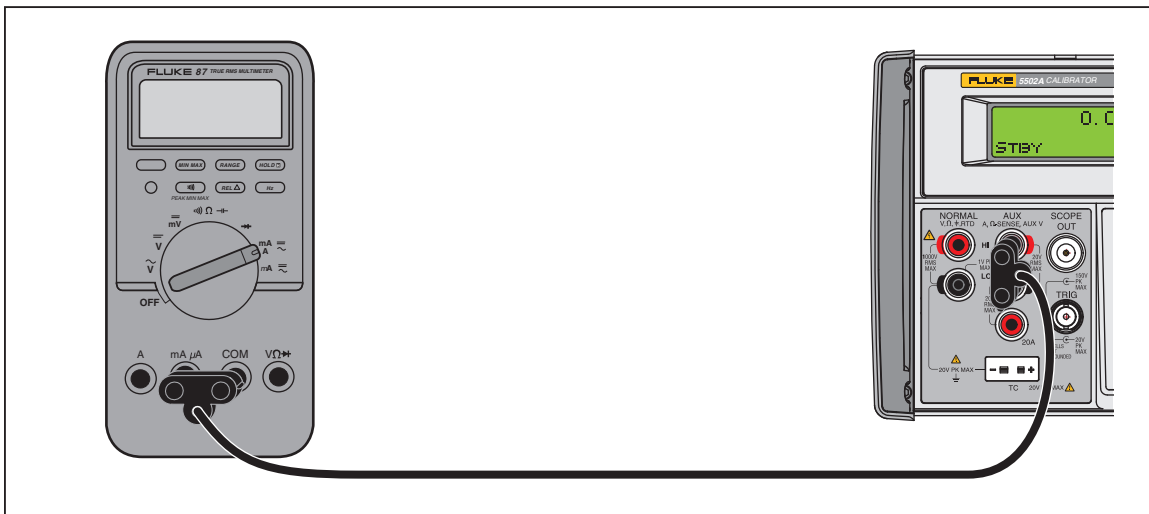
gvx018.eps

Рисунок 4-6. Подключение испытываемого устройства: Емкость (без компенсации)



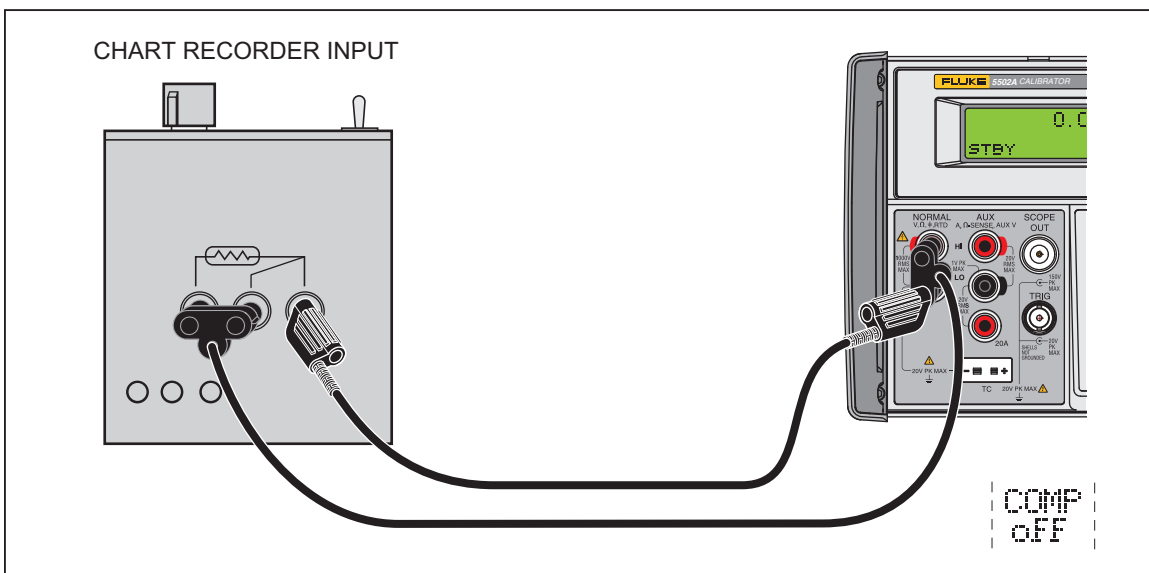
gvx019.eps

Рисунок 4-7. Подключение испытываемого устройства: Постоянное напряжение/Переменное напряжение



gvx020.eps

Рисунок 4-8. Подключение испытываемого устройства: Постоянный ток/Переменный ток



gvx021.eps

Рисунок 4-9. Подключение испытываемого устройства: Температура (RTD)



Рисунок 4-10. Подключение испытываемого устройства: Температура (Термопара)

Среднеквадратичное значение и амплитуда размаха

Диапазоны синусоидальных функций переменного тока для Калибратора указываются в rms (среднеквадратичные значения; эффективное значение формы волны). Например, от 1,0 до 32,999 мВ, от 33 до 329,999 мВ, от 0,33 до 3,29999 В и так далее Выходные сигналы в виде синусоидальной волны указываются в rms, а выходные сигналы в виде пилообразного, прямоугольного или усеченного синусоидального сигнала представлены как значения размаха. Между значениями размаха и rms для несинусоидальных типов волн существуют следующие отношения:

- Прямоугольный сигнал $p-p \times 0,5000000 = rms$
- Пилообразный сигнал $p-p \times 0,2886751 = rms$
- Усеченный синусоидальный сигнал $p-p \times 0,2165063 = rms$

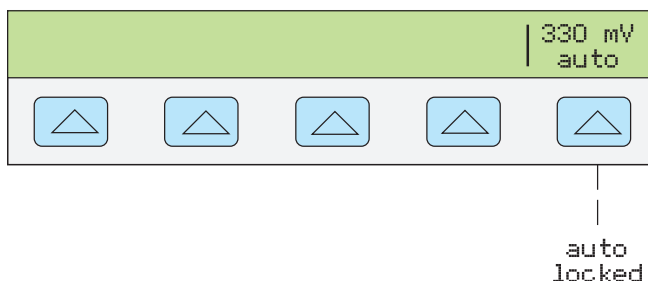
Если диапазоны функций переменного тока совместимы для синусоидальных волн, то содержимое rms для других форм волн не столь очевидно. Эта характеристика приводит к малозаметным изменениям диапазона значений для Калибратора. Например, если ввести значение напряжение в виде синусоидальной волны, равное 6 В (предположительно среднеквадратичного), то это вписывается в выбранный диапазон от 3,3 до 32,9999 В. Если затем с помощью функциональных кнопок выполнить переход от синусоидальной волны к пилообразной волне, например, если на дисплее вместо 6 В rms отобразится 6 В p-p. В результате преобразования получаем $6 \text{ В } p-p \times 0,2886751 = 1,73205 \text{ В rms}$, и будет выбран диапазон от 0,33 до 3,29999 В. На дисплее выходного сигнала будет показано изменение диапазона, так как значение напряжения в виде синусоидальной волны отображается как 6,0000, что подпадает в диапазон от 3,3 до 32,9999 В, в то время как значение для пилообразной волны, отображаемое как 6,00000, подпадает в диапазон от 0,33 до 3,29999 В.

Следует знать рабочий диапазон для записи корректных значений смещения напряжения, поскольку максимальные смещения указываются для диапазона. Например, максимальное значение пикового сигнала для диапазона от 3,3 до 32,9999 В равно 55 В, в то время как максимальный пиковый сигнал для диапазона от 0,33 до 3,29999 В составляет 8 В. В вышеприведенном примере это означает, что к синусоидальной волне со значением 6 В rms могут применяться смещения вплоть до максимального значения пикового сигнала 55 В, поскольку активный диапазон находится в пределах от 3,3 до 32,9999 В, в то время как для пилообразной волны сигнала напряжения 6 В p-p смещения могут применяться вплоть до максимального пикового сигнала 8 В, так как активный диапазон находится в пределах от 0,33 до 3,29999 В. Дополнительную информацию о напряжениях смещения для постоянного

тока см. в разделе "Технические характеристики" в главе 1 и в разделе "Ввод значения смещения по постоянному току" в этой главе.

Автоматический диапазон и фиксированный диапазон

Переключение между режимами автоматического выбора диапазона и работой с фиксированным диапазоном выполняется с помощью функциональной кнопки. Эта функция доступна только в режиме воспроизведения одного выходного напряжения постоянного тока и для воспроизведения выходных постоянных токов.



nn063f.eps

Если выбран автоматический режим (настройка по умолчанию), Калибратор автоматически выбирает диапазон, который обеспечивает наилучшее разрешение выходного сигнала. Если выбран фиксированный режим, Калибратор фиксирует выбранный диапазон и диапазоны не изменяются при редактировании выходного сигнала или вводе новых значений выходных сигналов. Значения ниже или выше фиксированного диапазона запрещены. Фиксированный выбор, как правило, производится для того, чтобы не допустить смену диапазона, что может вызвать небольшие искажения на выходе, например, при измерении линейности данного диапазона мультиметра.

Задание выхода

Чтобы задать выход Калибратора, нажмите клавиши необходимых значений, а затем нажмите клавишу единиц измерения, чтобы выбрать единицы значений, вольты, амперы, герцы и т.д. В процессе ввода значения и единиц измерения в Калибратор они отображаются на дисплее управления. Когда значение и единицы введены, нажмите **ENTER**. Если дисплей выхода отображает STBY, нажмите **OPR** для вывода выбора. Строчная "u" (неустановленный) на дисплее выхода показывает, что внутренним схемным компонентам Калибратора требуется стабилизация.

Например, для установки выходного сигнала напряжения 10 В постоянного тока нажмите следующие кнопки:

1 → **0** → **dBmV** → **ENTER** → **OPR**

Чтобы установить выходной сигнал напряжением 20 В переменного тока с частотой 60 Гц, нажмите следующие кнопки:

2 → **0** → **dBmV** → **6** → **0** → **Hz** → **ENTER** → **OPR**

Чтобы изменить выходной сигнал переменного тока в постоянный, нажмите следующие кнопки:

0 → **Hz** → **ENTER** или **+/-** → **ENTER**

Для каждой выходной функции приведены пошаговые процедуры:

- Постоянное напряжение
- Переменное напряжение
- Постоянный ток
- Переменный ток
- Мощность постоянного тока
- Мощность переменного тока
- Одновременное воспроизведение двух напряжений постоянного тока

- Одновременное воспроизведение двух напряжений переменного тока
- Емкость
- Температура (резистивный датчик температуры)
- Температура (термопара)
- Сопротивление

Установка постоянного напряжения

Для установки постоянного напряжения на клеммах NORMAL передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

⚠ Предостережение

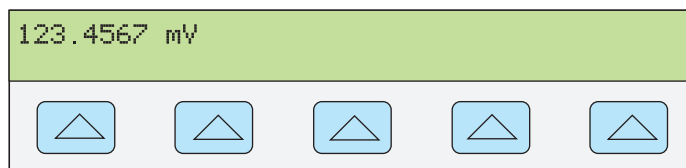
Во избежание повреждения испытываемого устройства убедитесь, что подаваемое напряжение не превышает допустимого напряжения изоляции испытываемого устройства и соединительных проводов.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе.
3. Установите необходимый диапазон измерения постоянного напряжения испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение напряжения выходного сигнала (не более семи цифровых символов). Например: 123.4567.

Примечание

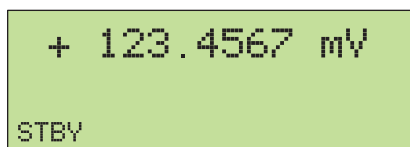
При выходных напряжениях 100 В и выше (номинально), Калибратор, как правило, подает короткий высокочастотный звук.

5. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности напряжения (по умолчанию +)
6. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите **μ m**.
7. Нажмите **dBmV** .
8. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды. Например, 123,4567 мВ (см. далее).



nn071f.eps

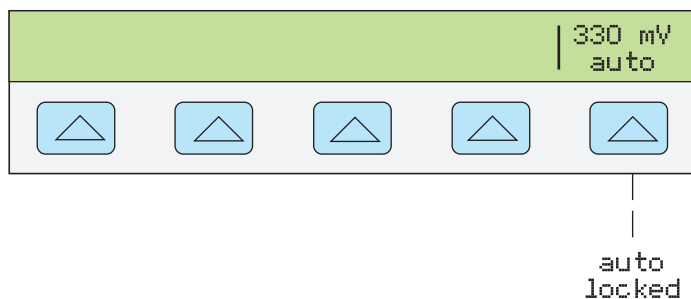
9. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn072f.eps

10. Чтобы выключить Калибратор, нажмите **OPR**.

На дисплее управления появится название функциональной кнопки диапазона напряжения постоянного тока:



nn063f.eps

Пункт меню Диапазон (Рабочий диапазон) позволяет выбрать автоматический (auto) или фиксированный (locked) режим для текущего диапазона. Если выбран автоматический режим (по умолчанию), Калибратор автоматически выбирает диапазон, который обеспечивает наилучшее разрешение выходного сигнала. Если выбран фиксированный режим, Калибратор не изменяет диапазон при редактировании выходного сигнала. Фиксированный выбор, как правило, производится для того, чтобы не допустить смену диапазона, что может вызвать небольшие искажения на выходе, например, при измерении линейности данного диапазона мультиметра.

Установка переменного напряжения на клеммах

Выходной сигнал можно задать как переменное напряжение в вольтах, или как выходную мощность в дБм, где дБм – это $10 \log(P_{out}/0,001)$, а P_{out} выражается в ваттах. Диапазон выходного сигнала от 1 мВ до 1000 В. При выборе выходного сигнала в дБм Калибратор рассчитывает значение в дБм по выбранному значению полного сопротивления. Для данного примера, формула будет:

$$20 \log(V) - 10 \log(\text{Полное сопротивление} * 0,001) = \text{дБм}.$$

Для установки переменного напряжения на клеммах NORMAL передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

⚠ Предостережение

Во избежание повреждения испытываемого устройства убедитесь, что подаваемое напряжение не превышает допустимого напряжения изоляции испытываемого устройства и соединительных проводов.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
1. Подключите UUT как описано в разделе “Подключение UUT к Калибратору” в этой главе.
2. Установите желаемый диапазон измерения переменного напряжения испытываемого устройства.

Выходное значение в вольтах:

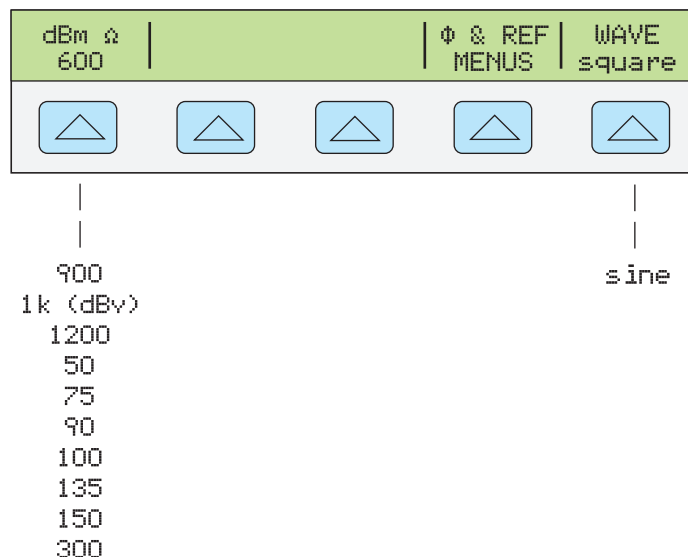
С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного напряжения (не более шести цифр). Например: 2,44949.

Выходное значение в дБм:

С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходной мощности (не более шести цифр). Например, 10,0000. При выходной мощности менее 1 мВт (отрицательные значения дБм) нажмите кнопку $\pm$ для добавления символа (-), чтобы ввести отрицательное число.

При нажатии клавиши dBm загорается самая правая функциональная клавиша. Это позволяет вводить значение дБм и выходное полное сопротивление как единицы измерения.

Когда выход записывается в dBm, дисплей управления меняется на:

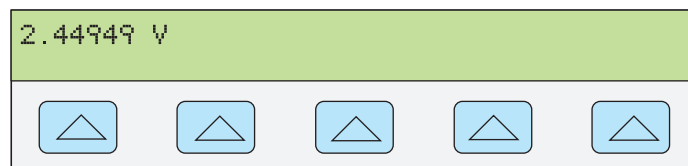


nn227f.eps

Примечание

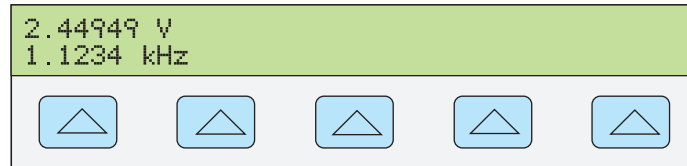
При выходных напряжениях 100 В и выше (номинально), Калибратор, как правило, подает короткий высокочастотный звук.

1. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите μ m.
2. Выходное значение в вольтах. Нажмите dBm V. Выходное значение в дБм. Нажмите SHIFT dBm V. Выберите значение полного сопротивления для дБм из списка на дисплее управления с помощью самой правой функциональной кнопки.
3. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды. Например, 2,44949 В (ниже).



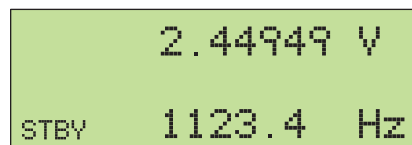
nn073f.eps

4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение частоты выходного сигнала (не более пяти знаков). Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку множителя «кило» k . Затем нажмите кнопку Hz . Например, 1,1234 кГц (см. далее).



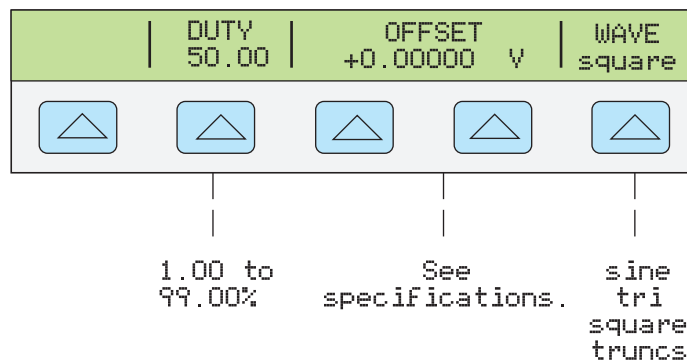
nn074f.eps

5. Нажмите ENTER . Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn075f.eps

6. Нажмите OPR , чтобы включить выходной сигнал Калибратора. Названия программного обеспечения показаны на дисплее управления в функции переменного напряжения, относительно которой выбирается форма сигнала: DUTY, OFFSET или WAVE.



gvx076f.eps

- **DUTY** (цикл работы) Если выбрана прямоугольная волна, отображается индикация DUTY. Это позволит вносить изменения в значения продолжительности работы прямоугольной волны. Ширина диапазона - от 1,00 до 99,00 %. Значение по умолчанию 50,00%. Продолжительность работы должна составлять 50,00 %, если необходимо записывать OFFSET (см. ниже).
- **Индикация OFFSET** (смещение напряжения) отображается тогда, когда требуемая величина выходного сигнала ниже 33 В (для синусоидальных волн), 65 В (для прямоугольных волн) или 93 В (для пилообразных волн и усеченных синусоидальных волн). С помощью этой функциональной кнопки можно добавлять положительное или отрицательное значение постоянного напряжения смещения к выходному сигналу переменного тока. Дополнительную информацию см. в разделе "Ввод значения смещения постоянного тока" этой главы. Если выходное напряжение выражено в dBm, то смещение напряжения недоступно. Можно вводить значение смещения для прямоугольной волны только при продолжительности работы 50,00% (см. значение DUTY выше).

- **WAVE** (форма сигнала) позволяет выбирать один из четырех различных типов форм сигналов: синусоида, пилообразная волна, прямоугольная волна и усеченная синусоида. (Дополнительную информацию см. в разделе “Типы форм сигнала” этой главы). Когда выбрана несинусоидальная форма сигнала, на дисплее выходного сигнала отображается Pp (p-p). Выход в dBm только для синусоидальной формы сигнала.

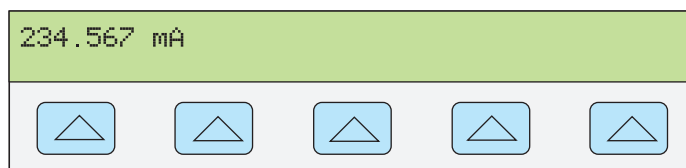
Установка выхода постоянного тока

Выполните следующую процедуру для установки постоянного тока между AUX HI и LO или AUX 20A и LO. Выберите входы для выбранного текущего уровня. Ток, превышающий ± 3 А, воспроизводится между клеммами AUX 20A и LO. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

Примечание

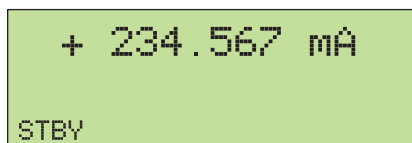
См. раздел “Характеристики” в Главе 1, в котором приведен график с длительностями или ограничениями рабочего цикла для тока больше 11 А. Если Калибратор работает дольше или превышает рабочий цикл, то он отключается. После периода охлаждения Калибратор начинает работать в обычном режиме.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе “Подключение UUT к Калибратору” в этой главе.
3. Установите необходимый диапазон измерения постоянного тока испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного сигнала тока (не более шести цифр). Например: 234,567.
5. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности тока (по умолчанию +)
6. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, **μ m**.
7. Нажмите **μ A**.
8. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды. Например, 234,567 мА.



nn077f.eps

9. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn078f.eps

10. Нажмите **OPR**, чтобы включить выходной сигнал Калибратора.

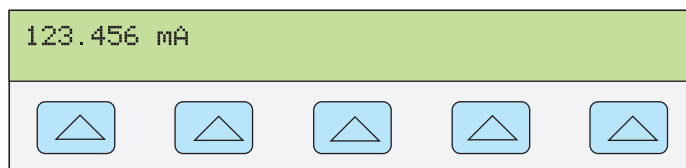
На дисплее управления появится функциональная кнопка диапазона в режиме воспроизведения постоянного тока (рабочий диапазон). Она позволяет выбрать автоматический (auto) или фиксированный (locked) режим для текущего диапазона. Если выбран автоматический режим (по умолчанию), Калибратор автоматически выбирает диапазон, который обеспечивает наилучшее разрешение выходного сигнала. Если выбран фиксированный режим, Калибратор не изменяет диапазон при редактировании выходного сигнала. Фиксированный выбор, как правило, производится для того, чтобы не допустить смену диапазона, что может вызвать небольшие искажения на выходе, например, при измерении линейности данного диапазона мультиметра.

Другая функциональная клавиша показывает: OUTPUT. Если для этого параметра выбрать значение 20 A, или выбрать ток более 3 A, Калибратор переключится в режим ожидания. После этого необходимо подключить щупы к клемме 20A и нажать кнопку $\overline{\text{OPR}}$ для активизации выходного сигнала.

Установка вывода переменного тока

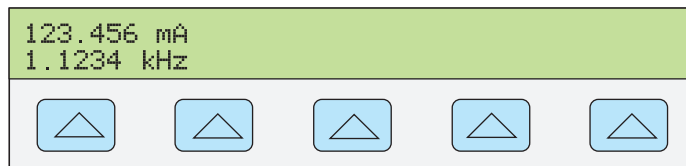
Для установки переменного тока на клеммах AUX или 20A выполните следующие инструкции. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку $\overline{\text{CE}}$ для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку $\overline{\text{RESET}}$ для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе.
3. Установите желаемый диапазон измерения переменного тока испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного сигнала тока (не более шести цифр). Например: 123,456.
5. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите $\mu\text{ m}$.
6. Нажмите $\overline{\text{A}}$.
7. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды. Например, 123,456 мА (см. далее).



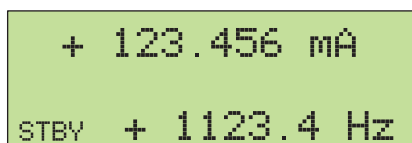
nn079f.eps

8. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение частоты выходного сигнала (не более пяти знаков). Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку множителя «кило» $\overline{\text{k}}$. Затем нажмите кнопку $\overline{\text{Hz}}$. Например, 1,1234 кГц (см. далее).



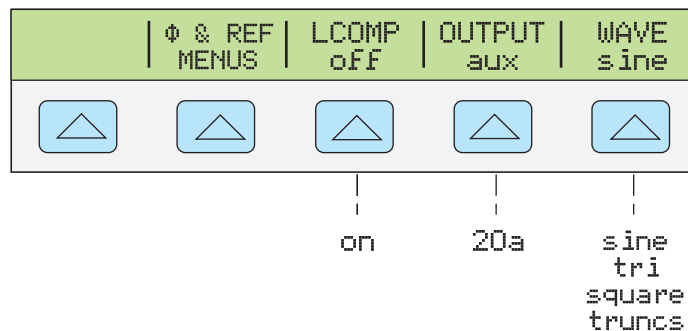
nn080f.eps

9. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn081f.eps

10. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора.



gvx321f.eps

- **Кнопка LCOMP** позволяет включать и выключать компенсацию индуктивности. Компенсация индуктивности доступна для частот до 1 кГц на выходах до 239,999 мА, и для частот до 440 Гц более 239,999 мА.
- **Кнопка OUTPUT** показывает, через какие клеммы - AUX или 20А - воспроизводится выходной сигнал. Выходной сигнал 3 А или более всегда воспроизводится через клеммы 20 А.
- **WAVE** (форма сигнала) выбирает один из четырех различных типов форм сигналов: синусоида, пилообразная волна, прямоугольная волна и усеченная синусоида. (Дополнительную информацию см. в разделе "Типы форм сигнала" этой главы). При выборе несинусоидальной формы сигнала, дисплей выхода меняет отображение RMS на p-p (P_p).

Установка мощности постоянного тока

Примечание

Замкните клеммы NORMAL LO и AUX LO между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе, для этого установите с помощью функциональной кнопки «LO» значение «tied».

Калибратор воспроизводит выходную мощность постоянного тока, создавая постоянное напряжение на выходах NORMAL и постоянный ток на выходах AUX. Для установки выходной мощности постоянного тока выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите один или несколько раз кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

⚠ Предостережение

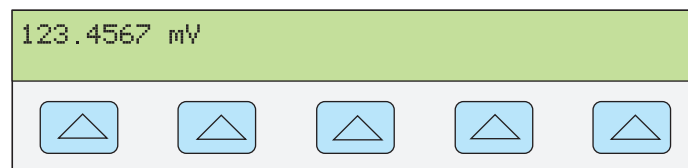
Во избежание повреждения испытываемого устройства убедитесь, что подаваемое напряжение не превышает допустимого напряжения изоляции испытываемого устройства и соединительных проводов.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе. (Выполните подключения напряжения и тока в соответствии с условиями использования.)
3. Установите желаемый диапазон измерения постоянной мощности испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение напряжения выходного сигнала (не более семи цифровых символов). Например: 123.4567.

Примечание

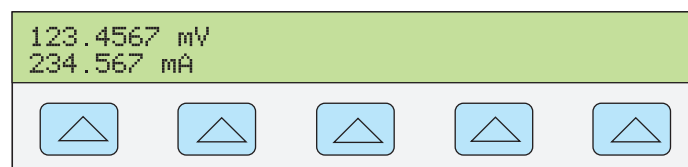
При выходных напряжениях 100 В и выше (номинально), Калибратор, как правило, подает короткий высокочастотный звук.

5. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности напряжения (по умолчанию +).
6. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите **μ m**.
7. Нажмите **μ m V**.
8. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды. Например, 123,4567 мВ (см. далее).



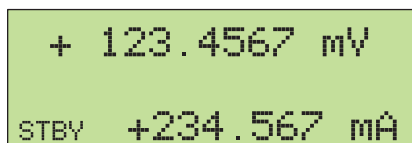
nn071f.eps

9. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного сигнала тока (не более шести цифр). Например: 234,567.
10. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности тока (по умолчанию +)
11. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите **μ m**.
12. Нажмите **μ A**.
13. На дисплее управления теперь отображаются введенные значения амплитуды. Например, 123,4567 мВ и 234,567 мА (см. далее).



nn082f.eps

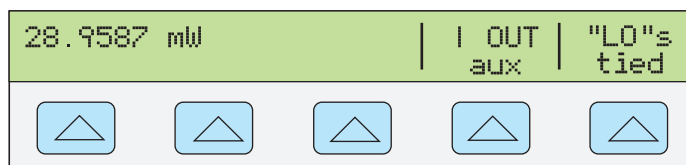
14. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn083f.eps

15. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. Для изменения значения выходной мощности необходимо повторно ввести значение напряжения и тока (в любом порядке).

(Введите напряжение или ток, а затем нажмите кнопки **SHIFT** **A** для ввода мощности в ваттах. Требуемое недостающее значение напряжения или тока будет рассчитано и отображено на дисплее.)



nn322f.eps

- **Кнопка I OUT** позволяет выбрать клеммы AUX или 20 A. Выходной ток 3 A или более всегда воспроизводится через клеммы 20 A.
- **Кнопка «LO»** позволяет замыкать или размыкать между собой клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO. Клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO должны быть замкнуты между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе. По умолчанию они замкнуты.

Установка мощности переменного тока

Примечание

Замкните клеммы NORMAL LO и AUX LO между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе, для этого установите с помощью функциональной кнопки «LO» значение «tied». Для получения оптимальной фазовой характеристики замкните клеммы LO на испытываемом устройстве. На уровнях тока $>2,2$ A клеммы на UUT следует замыкать. Используйте провод большого сечения с сопротивлением > 10 мΩ.

Калибратор воспроизводит выходную мощность переменного тока, создавая переменное напряжение на выходах NORMAL и переменный ток на выходах AUX. Дополнительная информация о выходе переменного напряжения в дБм см. раздел "Установка выхода переменного напряжения" в этой главе. Процедура выхода переменного напряжения в вольтах.

Для установки выходной мощности переменного тока выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите один или несколько раз кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

⚠ Предостережение

Во избежание повреждения испытываемого устройства убедитесь, что подаваемое напряжение не превышает допустимого напряжения изоляции испытываемого устройства и соединительных проводов.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого

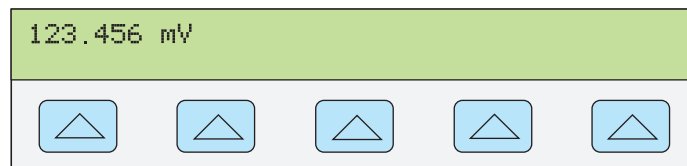
выходного сигнала.

2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе. (Выполните подключения напряжения и тока в соответствии с условиями использования.)
3. Установите желаемый диапазон измерения переменной мощности испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного напряжения (не более шести цифр). Например: 123,456.

Примечание

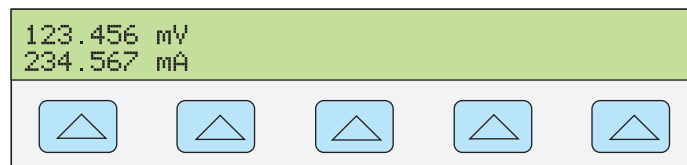
При выходных напряжениях 100 В и выше (номинально), Калибратор, как правило, подает короткий высокочастотный звук.

5. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите μ m.
6. Нажмите dBm V.
7. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды напряжения. Например, 123,456 мА (см. далее).



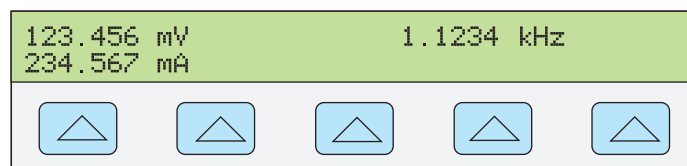
nn084f.eps

8. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного сигнала тока (не более шести цифр). Например: 234,567.
9. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите μ m.
10. Нажмите W A.
11. На дисплее управления отображаются введенные значения амплитуды напряжения и тока. Например, 123,456 мВ и 234,567 мА (см. далее).



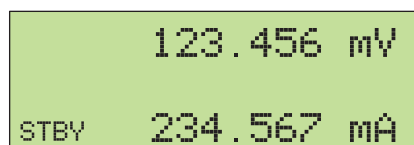
nn085f.eps

12. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение частоты выходного сигнала (не более пяти знаков). Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку множителя «кило» n k. Затем нажмите кнопку Hz . Например, 234,567 кГц.
13. На дисплее управления отображаются введенные значения. Например, 123,456 мВ и 234,567 мА при частоте 1,1234 Гц (см. далее).



nn086f.eps

14. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).

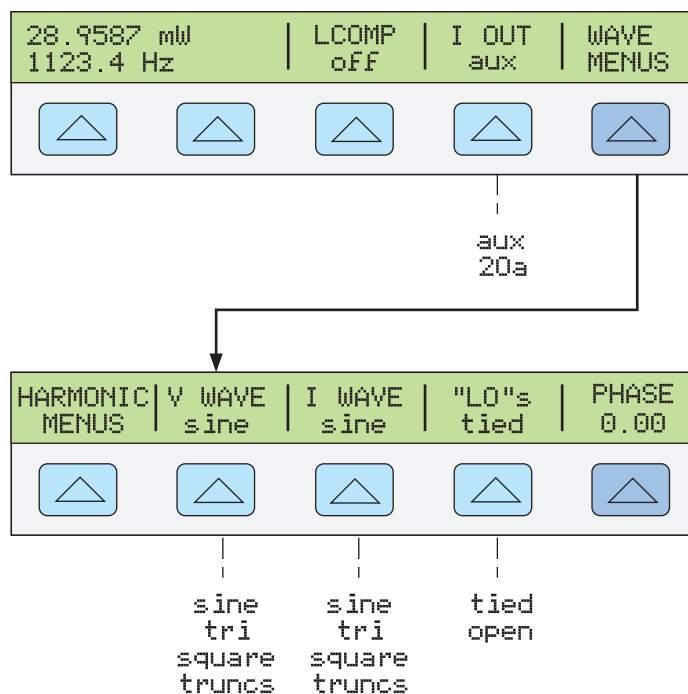


nn087f.eps

15. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. Для изменения значения выходной мощности необходимо повторно ввести значение напряжения и тока (в любом порядке).

(Введите напряжение или ток, а затем нажмите кнопки **ENTER** **W A** для ввода мощности в ваттах. Требуемое недостающее значение напряжения или тока будет рассчитано и отображено на дисплее.)

На дисплее управления появятся три функциональные кнопки: WAVE MENUS, I OUT (клеммы AUX или 20 A) и LCOMP (выкл. или вкл.). На дисплее управления также отображается действующее значение выходной мощности для синусоидального сигнала. Выходная мощность рассчитывается как $\text{мощность} = \cos \Phi$ (напряжение $\times$ ток), где Φ является сдвигом фазы между синусоидальным напряжением и током. Косинус Φ также называется коэффициентом мощности (PF) (см. далее)



gvx088f.eps

- **Кнопка WAVE MENUS** (меню формы сигнала) открывает вложенные меню для выбора типа гармоник, формы сигнала, условий на клемме LO передней панели и фазы.
- **Выберите пункт HARMONIC MENUS** (меню выбора частоты гармоник), что перейти в подменю выбора выходных значений гармоник. Дополнительную информацию см. в разделе "Установка гармоник" этой главы.
- **V WAVE** (форма сигнала напряжения) Выбирает форму сигнала для выходного напряжения на клеммах NORMAL. (Дополнительную информацию см. в разделе "Типы форм сигнала" этой главы).

- **I WAVE** (форма сигнала тока) Выбирает форму сигнала для выходного тока на клеммах AUX. (Дополнительную информацию см. в разделе "Типы форм сигнала" этой главы).
- **«LO»** (клеммы низкого выходного напряжения). Клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO должны быть замкнуты между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе. При замыкании клемм на испытываемом устройстве выберите пункт "открыть". По умолчанию они замкнуты.
- **PHASE** Устанавливает разность фаз между выходами NORMAL и AUX. См. раздел «Подстройка фазы» в этой главе.

Установка постоянного выходного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений

Примечание

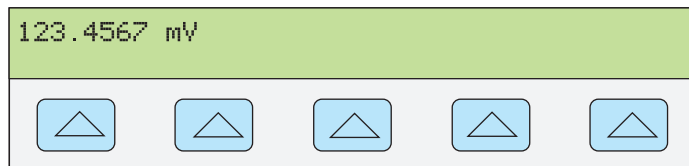
Замкните клеммы NORMAL LO и AUX LO между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе, для этого установите с помощью функциональной кнопки «LO» значение «tied».

Калибратор воспроизводит одновременно два напряжения постоянного тока, создавая одно постоянное напряжение на выходах NORMAL, а второе постоянное напряжение на выходах AUX. Для установки постоянного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите один или несколько раз кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

⚠ Предостережение

Во избежание повреждения испытываемого устройства убедитесь, что подаваемое напряжение не превышает допустимого напряжения изоляции испытываемого устройства и соединительных проводов.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе.
3. Установите желаемый диапазон испытываемого устройства для одновременного измерения двух постоянных напряжений.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного напряжения на клеммах NORMAL (не более семи знаков). Например: 123.4567.
5. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности напряжения (по умолчанию +).
6. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите **" m**.
7. Нажмите **dBm V**.
8. На дисплее управления отображается введенное значение амплитуды для клемм NORMAL. Например, 123,4567 мВ (см. далее).



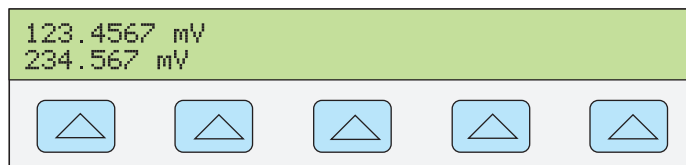
nn071f.eps

Примечание

Напряжение на выходе AUX может быть до 3,3 В.

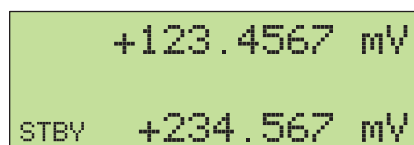
9. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного напряжения на клеммах AUX (не более шести знаков). Например: 234,567.

10. Нажмите кнопку $\pm$ для выбора полярности напряжения (по умолчанию +).
11. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите μ m.
12. Нажмите dBm V .
13. На дисплее управления отображаются введенные амплитуды сигналов для клемм NORMAL (верхние показания) и клемм AUX (нижние показания) (см. ниже).



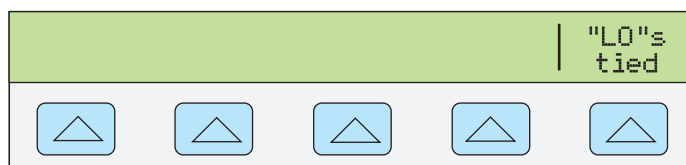
nn089f.eps

14. Нажмите ENTER . Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn090f.eps

15. Нажмите кнопку OPR для активизации выходного сигнала Калибратора. На дисплее управления отображается функциональная клавиша "LO" (см. внизу).



tied
open

nn091f.eps

- «LO» (клеммы низкого выходного напряжения). Клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO должны быть замкнуты между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе. Если клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO замкнуты между собой на испытываемом устройстве, выберите значение «open» с помощью функциональной кнопки «LO». Если клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO не замкнуты между собой на испытываемом устройстве, выберите значение «tied» с помощью функциональной кнопки «LO». По умолчанию они замкнуты.

Установка переменного выходного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений

Примечание

Замкните клеммы NORMAL LO и AUX LO между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе, для этого установите с помощью функциональной кнопки «LO» значение «tied».

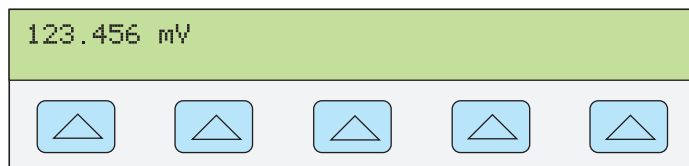
Калибратор воспроизводит одновременно два напряжения переменного тока, создавая одно переменное напряжение на выходах NORMAL, а второе переменное напряжение на выходах AUX.

Для установки переменного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите один или несколько раз кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

⚠ Предостережение

Во избежание повреждения испытываемого устройства убедитесь, что подаваемое напряжение не превышает допустимого напряжения изоляции испытываемого устройства и соединительных проводов.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе.
3. Установите желаемый диапазон испытываемого устройства для одновременного измерения двух переменных напряжений.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного напряжения на клеммах NORMAL (не более шести знаков). Например: 123,456.
5. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите **μ m**.
6. Нажмите **dBmV**.
7. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды напряжения. Например, 123,456 мА (см. далее).

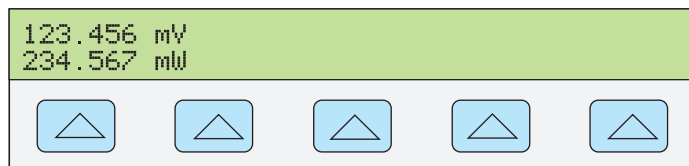


nn084f.eps

Примечание

Значение выходного сигнала на клемме AUX ограничено 3,3 В rms для синусоид, 6,6 В p-p для прямоугольных волн, 9,3 В p-p для пилообразных волн и усеченных синусоид.

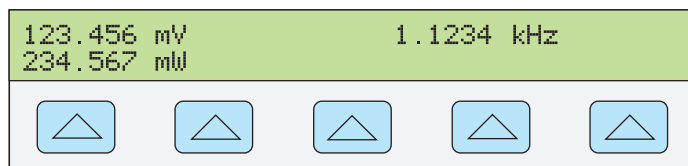
8. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного напряжения на клеммах AUX (не более шести знаков). Например: 234,567.
9. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите **μ m**.
10. Нажмите **dBmV**.
11. На дисплее управления отображаются введенные амплитуды сигналов для клемм NORMAL (верхние показания) и клемм AUX (нижние показания) (см. ниже типичное изображение).



nn092f.eps

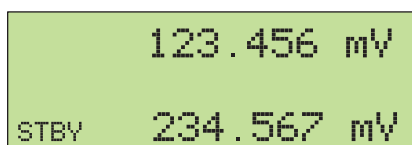
12. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение частоты выходного сигнала (не более пяти знаков). Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку множителя «кило» **к**. Затем нажмите кнопку **Hz**. Например, 234,567 кГц.

13. На дисплее управления отображаются введенные значения напряжения и частоты. Например, 123,456 мВ и 234,567 мА при частоте 1,1234 Гц (см. далее).



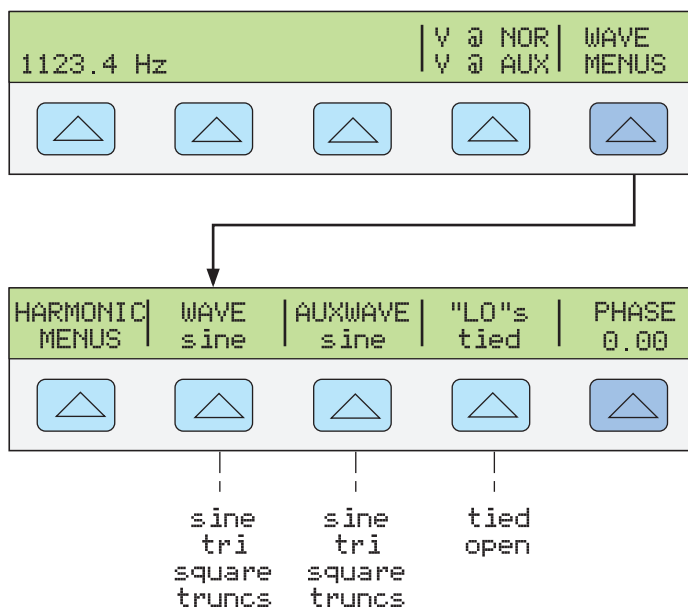
nn093f.eps

14. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn094f.eps

15. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. На дисплее управления отображаются названия двух функциональных клавиш: V@NOR/V@AUX и WAVE MENUS (см. ниже).



gvx095f.eps

- V @ NOR (напряжение на клеммах NORMAL) V @ AUX (напряжение на клеммах AUX). Эти функциональные кнопки размещены только для получения информации и не имеют определенной функции. Они показывают, что используется режим одновременного воспроизведения двух напряжений переменного тока.

- **Кнопка WAVE MENUS** (меню формы сигнала) открывает вложенные меню для выбора типа гармоник, формы сигнала, условий на клемме LO передней панели и фазы.
 - **Выберите пункт HARMONIC MENUS** (меню выбора частоты гармоник), что перейти в подменю выбора выходных значений гармоник. Дополнительную информацию см. в разделе "Установка гармоник" этой главы.
 - **I WAVE** (обычная форма сигнала) Выбирает форму сигнала напряжения на клеммах NORMAL передней панели. (Дополнительную информацию см. в разделе "Типы форм сигнала" этой главы).
 - **AUXWAVE** (вспомогательная форма сигнала) Выбирает форму сигнала напряжения на клеммах AUX передней панели. (Дополнительную информацию см. в разделе "Типы форм сигнала" этой главы).
 - **«LO»** (клеммы низкого выходного напряжения). Клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO должны быть замкнуты между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе. Если клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO замкнуты между собой на испытываемом устройстве, выберите значение «open» с помощью функциональной кнопки «LO». Если клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO не замкнуты между собой на испытываемом устройстве, выберите значение «tied» с помощью функциональной кнопки «LO». По умолчанию они замкнуты.
 - **Φ & REF MENUS** (Разность фаз и опорный источник 10 МГц.) Из этого пункта меню выбирается разность фаз между выходными сигналами на клеммах NORMAL и AUX, выбирается внутренний или внешний опорный источник 10 МГц, а также задается разность фаз между внешним основным щупом 5502A (через вход/выход 10 МГц) и выходным сигналом на клемме NORMAL. См. разделы "Подстройка фазы" и "Синхронизация Калибратора через вход/выход 10 МГц" далее в этой главе.

Задание выходного сопротивления

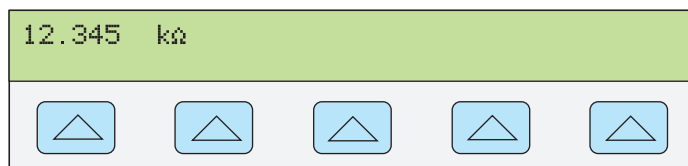
Для установки синтезированного выходного сопротивления на клеммах NORMAL передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе.

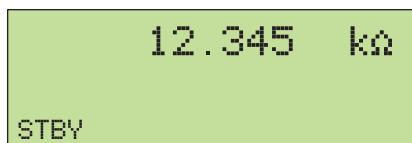
Примечание

Поскольку это синтезированный выходной сигнал, убедитесь, что соединения клемм LO и HI совпадают на Калибраторе и испытываемом устройстве.

3. Установите желаемый диапазон измерения сопротивления испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного сопротивления (не более шести цифр). Например: 12.345.
5. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите **" k "**.
6. Нажмите **Ω**.
7. На дисплее управления теперь отображается значение амплитуды сопротивления. Например, 12,345 kΩ (см. далее).

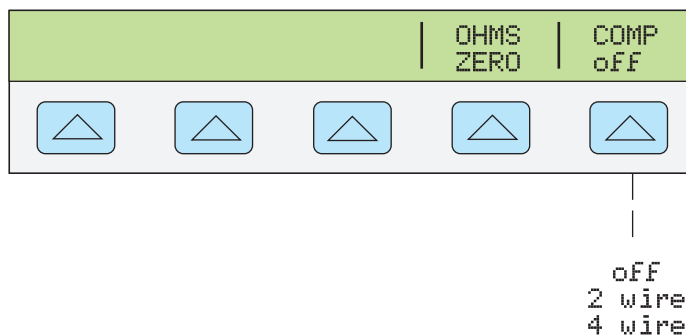


8. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



gvx097f.eps

9. Нажмите **OPR**, чтобы включить выходной сигнал Калибратора. Функциональные клавиши позволяют выбрать из трех настроек компенсации проводов и нулевого сопротивления (см. ниже).



nn098f.eps

- **OHMS ZERO** Нажмите эту кнопку, чтобы выполнить повторную калибровку внутренних схемных компонентов для функции сопротивления (потребуется несколько минут).
- **COMP** (Compensation) Применение 4-проводной компенсации, 2-проводной компенсации или отключение компенсации. Компенсация доступна для сопротивлений до 110 kΩ (не включая это значение). См. "Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением" в данной главе.

Задание выходной емкости

Для установки синтезированной выходной емкости на клеммах NORMAL передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

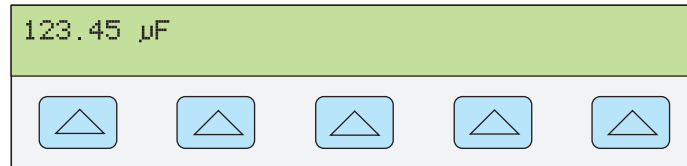
1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе. Кроме того, обратитесь в раздел "Указания по кабельным подключениям" и прочтите описание процедуры обнуления паразитных емкостей, обязательной для тестовых кабельных подключений.

Примечание

Поскольку это синтезированный выходной сигнал, убедитесь, что соединения клемм LO и HI совпадают на Калибраторе и испытываемом устройстве.

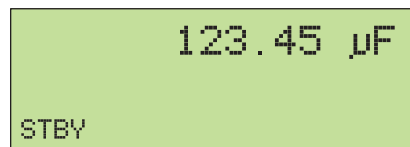
3. Установите желаемый диапазон измерения емкости испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение частоты выходной емкости (не более пяти цифр). Например: 123,45.

5. Нажмите кнопку множителя (после нажатия кнопки **SHIFT**), чтобы задать требуемое выходное значение. Например, нажмите кнопку **SHIFT**, затем **μ m**, если результат представлен в мкФ. Другие кнопки множителя - **10^6 M** для пФ и **10^3 k** для нФ.
6. Нажмите **$F \div$** .
7. На дисплее управления теперь отображается амплитуда значений емкости. Например, 123,45 мкФ (см. далее).



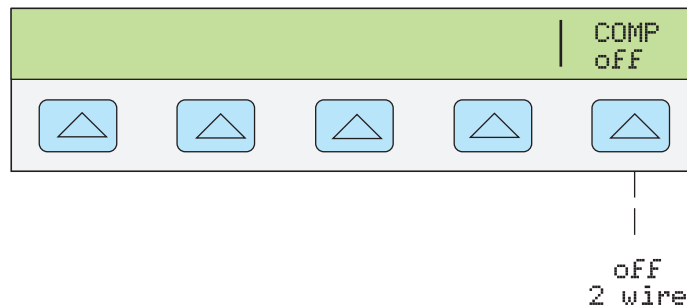
nn099f.eps

8. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn100f.eps

9. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. Функциональная клавиша COMP на дисплее управления позволяет выбрать одну из трех настроек компенсации проводов (см. ниже).



nn101f.eps

- **COMP** (Compensation). Применение 2-проводной компенсации или отключение компенсации. Компенсация относится к методам подключения Калибратора к испытываемому устройству для сброса значений сопротивления (НЕ емкости) поверочных концов щупа. Компенсация доступна для емкостей не менее 110 нФ. Данная функциональная клавиша не работает при менее 110 нФ. См. "Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением" в данной главе.

Задание имитации температуры (термопара)*Примечание*

Термопары не имеют электрической изоляции. Убедитесь, что провод и штекер термопары не подвергаются внешнему температурному воздействию. Например, при моделировании температуры не дотрагивайтесь пальцами до проводника и штекера термопары.

При определенной температуре термопары генерируют небольшое постоянное напряжение. Моделируемый выход — небольшое постоянное напряжение, определяемое выбранной температурой и типом термопары. Информацию о выборе эталона температуры в соответствии с Международной практической температурной шкалой (ipts-68) или Международной температурной шкалой (its-90) см. в разделе "Использование меню "Настройка прибора".

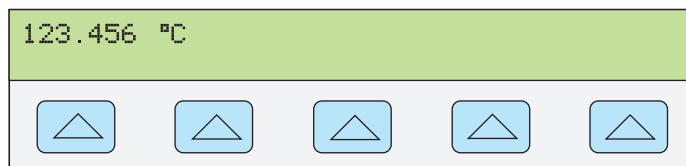
Для установки синтезированной выходной температуры термопары на клеммах ТС передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе.

Примечание

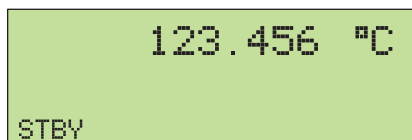
Обязательно используйте провод и миниразъемы термопары, соответствующие типу термопары. Например, при моделировании выходного сигнала температуры для термопар типа K используйте провод термопары K и миниразъемы типа K.

3. Установите желаемый диапазон измерения температуры испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходной температуры (не более шести цифр). Например: 123,456.
5. Для вывода в °C нажмите **°F °C**. Для вывода в °F нажмите **°F °C**.
6. На дисплее управления отображается амплитуда выходной температуры. Например, 123,456 °C (см. далее).



nn102f.eps

7. Нажмите **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).

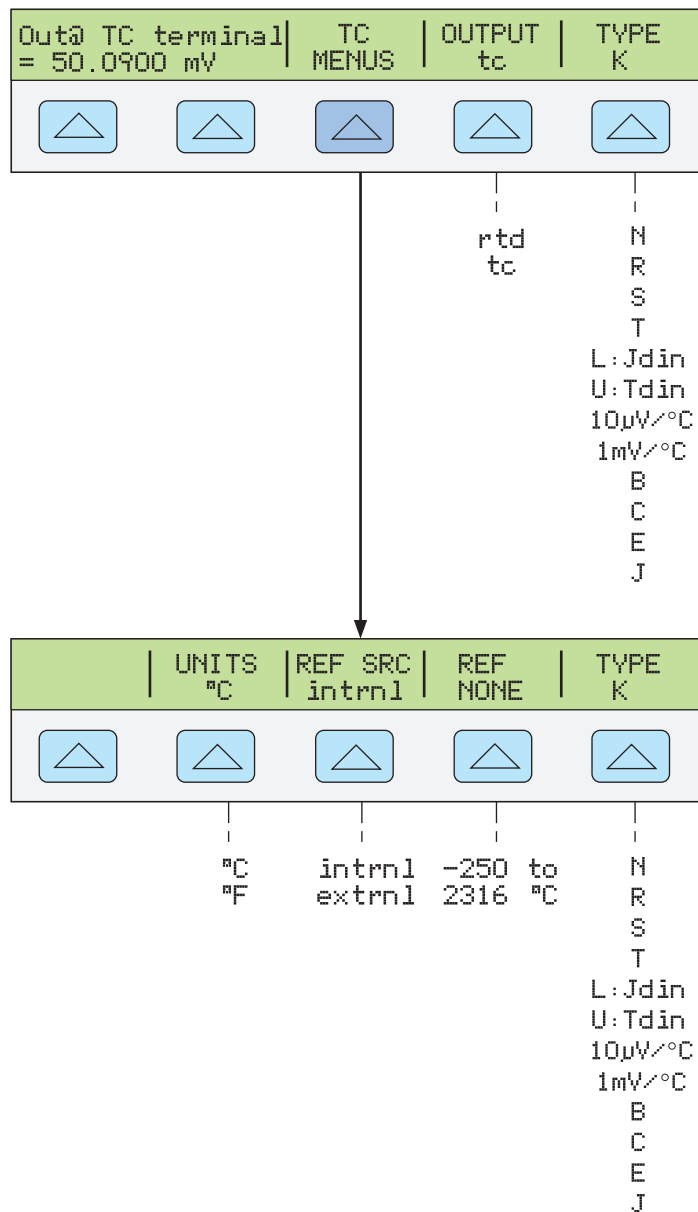


nn103f.eps

8. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. На дисплее управления отображаются названия функциональных клавиш (см. далее).

Примечание

Введенное значение температуры будет сброшено на 0 ° (32 °F) при переключении между *tc* и *rtd*, либо изменении типа термопары (за исключением термопары типа B, показания которой будут сброшены до 600 °C). Если это произошло, выберите **OUTPUT tc**, требуемый тип (TYPE) термопары и повторно введите значение температуры.



nn104f.eps

- **Out@TC terminal** (Вывод на клеммы ТС передней панели) Отображает фактическое напряжение постоянного тока на клеммах ТС передней панели. Это функция только дисплея, а не функциональной кнопки.
- **TC MENUS** (Меню термопары) Показ подменю для отображения значений выходных сигналов термопары.

- **UNITS** (Единицы температуры) Выбор °C или °F в качестве единицы температуры.
- **REF SRC** (Опорный источник) Выбор внутреннего (intrnl) или внешнего (extrnl) опорного источника температуры. Выберите внутренний опорный источник, если в выбранной термопаре используются проводники из сплавов, а в Калибраторе используется изотермический блок. Внешний опорный источник следует выбирать в том случае, если используется внешний изотермический блок, и если в выбранной термопаре используются медные проводники. Нажмите функциональную кнопку REF, чтобы ввести значение внешнего эталона температуры. Максимальная точность обеспечивается при выборе внешнего источника (extrnl) и если температура внешнего изотермического блока поддерживается на уровне 0 °C.
- **REF** (Эталон температуры) Отображает значение эталона температуры. Если выбран внутренний (Intrnl) опорный источник, то на дисплее отображается эталон внутренней температуры, либо отображается индикация NONE, если Калибратор находится в режиме ожидания. Если выбран внешний (Extrnl) опорный источник, то на дисплее отображается значение, введенное для эталона внешней температуры.
- **OUTPUT** (Устройство вывода значений температуры) Выбор устройства вывода значений температуры: термопара (tc) или резистивный датчик температуры (rtd). Выберите tc.
- **TYPE** (Тип термопары) Выбор типа термопары, смоделированного Калибратором. По умолчанию выбран тип K. (В качестве источника точного выходного напряжения для операций линейаризации, выполненных пользователями, используются установки 10 мкВ/°C и 1 мВ/°C.)

Примечание

Время от времени появляющийся на дисплее выходного сигнала индикатор "и" обозначает внутреннюю подстройку измеренной температуры изотермического блока, и это нормально. Если он отображается дольше 10 секунд (номинально), или если он постоянно мигает, убедитесь, что миништекер термопары или провода не нагреваются извне.

Задание имитации температуры (RTD)

При определенной температуре RTD имеют сопротивление. Моделируемый выход — небольшое сопротивление, определяемое выбранной температурой и типом RTD. Информацию о выборе эталона температуры в соответствии с Международной практической температурной шкалой 1968 (ITS-68) или Международной температурной шкалой 1990 (ITS-90) см. в разделе "Использование меню "Настройка прибора".

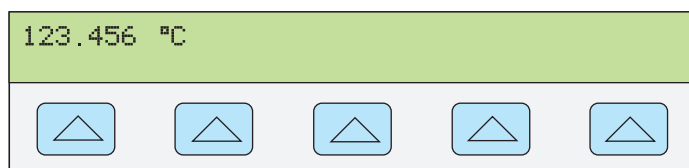
Для установки смоделированного выходного значения температуры резистивного датчика температуры (RTD) на клеммах NORMAL передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите UUT как описано в разделе "Подключение UUT к Калибратору" в этой главе.

Примечание

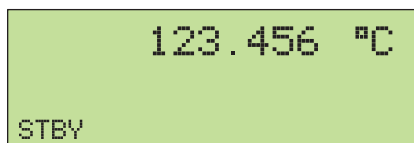
При калибровке резистивных датчиков температуры (RTD) трехклеммным соединением, показанным на рис. 4-9, убедитесь, что испытательные провода обладают сопротивлением, не допускающим погрешности сопротивления щупов. Это может быть сделано, например, тремя испытательными проводами одинаковой длины с разъемами одинакового типа.

3. Установите желаемый диапазон измерения температуры испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходной температуры (не более шести цифр). Например: 123,456.
5. Для вывода в °C нажмите $\boxed{^{\circ}\text{C}}$. Для вывода в °F, нажмите $\boxed{\text{SHIFT}}$ а затем $\boxed{^{\circ}\text{C}}$.
6. На дисплее управления отображается амплитуда выходной температуры. Например, 123,456 °C (см. далее).



nn102f.eps

7. Нажмите $\boxed{\text{ENTER}}$. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора, а его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).

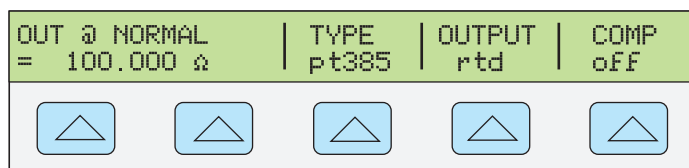


nn103f.eps

8. Нажмите кнопку $\boxed{\text{OPR}}$ для активизации выходного сигнала Калибратора. На дисплее управления отображаются четыре функциональные кнопки. Нажмите функциональную кнопку OUTPUT, чтобы выбрать другой резистивный датчик температуры (rtd), отобразить меню настройки и четыре положения этой кнопки.

Примечание

Введенные значения температуры, превышающие этот порог, будут сброшены на 0 °C (32 °F), если вместо термопары (tc) выбран резистивный датчик температуры (rtd), либо если выбран другой тип датчика (rtd). Если это произошло, выберите OUTPUT tc, требуемый тип (TYPE) термопары и повторно введите значение температуры. Выполните шаги с 4 по 8.



200Ω385
500Ω385
1kΩ385
pt3916
pt3926
ni120
cu10

rtd
tc

off
2 wire
4 wire

nn105f.eps

- **Out @ NORMAL** отображает местоположение выходных клемм (всегда NORMAL) для подключения датчиков (rtd).
- **TYPE** (Тип RTD) - Выбор кривой rtd из списка.
- **OUTPUT** (Устройство вывода значений температуры) Выбор устройства вывода значений температуры: термопара (tc) или резистивный датчик температуры (rtd). Выберите rtd.
- **COMP** (Compensation) Применение 4-проводной компенсации, 2-проводной компенсации или отключение компенсации. Компенсация относится к методам подключения Калибратора к испытываемому устройству для сброса значений сопротивления поверочных концов щупа. См. "Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением" в данной главе. Для 3-проводного подключения (Рисунок 4-9) выберите значение COMP off.

Измерение температуры с помощью термопары

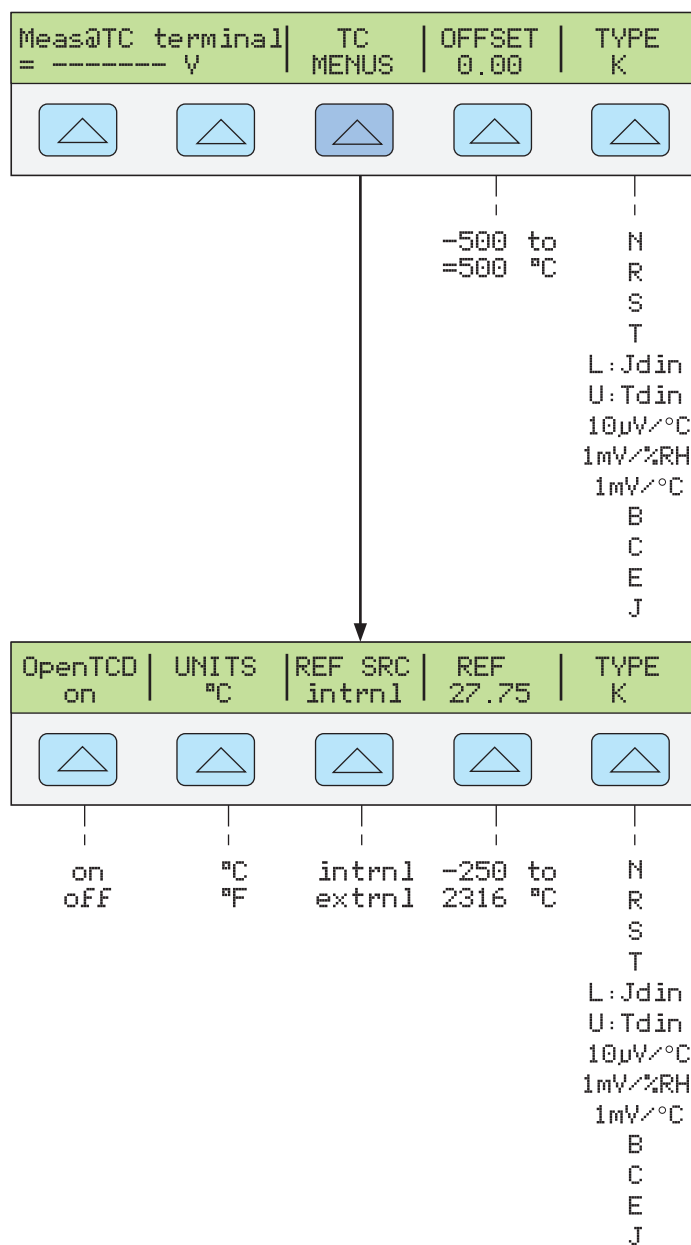
Выполните следующую процедуру для измерения выхода термопары, подключенной к входу ТС. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите термопару к разъему ТС на передней панели.

Примечание

Обязательно используйте провод и миниразъемы термопары, соответствующие типу термопары. Например, при моделировании выходного сигнала температуры для термопар типа К используйте провод термопары К и миниразъемы типа К.

3. Нажмите кнопку , чтобы отобразить меню TC (см. далее).



nn106f.eps

4. На дисплее выходного сигнала отобразится измеренное значение температуры (ниже показан типичный пример) (В процессе измерения непрерывно мигает индикация в виде строчной буквы m.)

m 22.58 °C
Measured Value

nn107f.eps

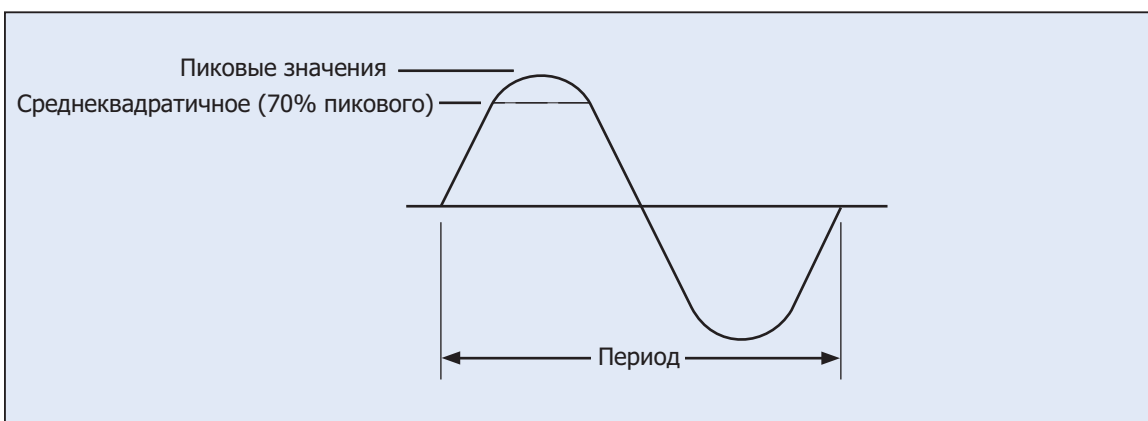
- **Meas@TC** terminal (Измерение на клеммах ТС передней панели) Отображает фактическое напряжение постоянного тока на клеммах ТС передней панели. Это функция только дисплея, а не функциональной кнопки.
- **TC MENUS** (Меню термопары) Открывает подменю выхода термопары.
 - **Open TCD** (Обнаружение сигнала разомкнутой термопары) Выбор действия включения или отключения функции Open TCD (Разомкнуть резистивный датчик температуры). Если для функции Open TCD выбрано значение "on" (вкл), то для проверки непрерывности сигналов термопары подается небольшой электрический импульс, который в большинстве случаев не влияет на результаты измерений. Если замеры сигналов термопары с Калибратором выполняются параллельно с другим устройством измерения температуры, выберите для функции Open TCD значение off (выкл). При обнаружении разомкнутой термопары в меню ТС отображается индикация "Open TC", что означает положительный результат идентификации неисправности.
 - **UNITS** (Единицы температуры) Выбор °C или °F в качестве единицы температуры.
 - **REF SRC** (Опорный источник) Выбор внутреннего (intrnl) или внешнего (extrnl) опорного источника температуры. Эталонный источник показывает вклад окружающей температуры в выход термопары, о чем необходимо помнить при моделировании точного выхода температуры. Выберите внутренний опорный источник, если в выбранной термопаре используются проводники из сплавов, а в Калибраторе используется изотермический блок. Внешний опорный источник следует выбирать в том случае, если используется внешний изотермический блок, и если в выбранной термопаре используются медные проводники. Нажмите функциональную кнопку REF, чтобы ввести значение внешнего эталона температуры.
 - **REF** (Эталон температуры) Отображает значение эталона температуры. Если выбран внутренний (Intrnl) опорный источник, то на дисплее отображается значение эталона внутренней температуры. Если выбран внешний (Extrnl) опорный источник, то на дисплее отображается значение, введенное для эталона внешней температуры.
 - **OFFSET** (Смещение измеренных показаний) - Выбор значения смещения, добавляемого или вычитаемого из фактических результатов измерений. Это применяется при выполнении разностных измерений (температур выше или ниже требуемой точки).
 - **TYPE** (Тип термопары) Выбор типа термопары для измерения. ПО умолчанию выбран тип K. (Для линеаризаций, выполняемых пользователем, используется настройка 10µV/°C. Настройки 1 mV/%RH и 1 mV/°C используются для зондов влажности/температуры Vaisala.)

Типы форм сигналов

Для функций переменного напряжения, переменного тока, одновременного воспроизведения двух переменных напряжений предусмотрена функциональная кнопка для выбора одного из четырех типов форма сигнала: синусоида (sine), пилообразная волны (tri), прямоугольная волна (square) и усеченная синусоида (truncs). Если выходной сигнал Калибратора представляет собой синусоидальный сигнал мощности переменного тока или одновременно воспроизводимого напряжения переменного тока, то на дисплее управления отображаются четыре дополнительных функциональных кнопки для гармоники и основных частот.

Синусоида

Если в качестве формы сигнала выбрана синусоида, то на выходных клеммах Калибратора наблюдается синусоидальный ток или напряжение (Рисунок 4-11). Переменными для синусоидального сигнала являются **амплитуда**, частота и постоянное напряжение смещения.

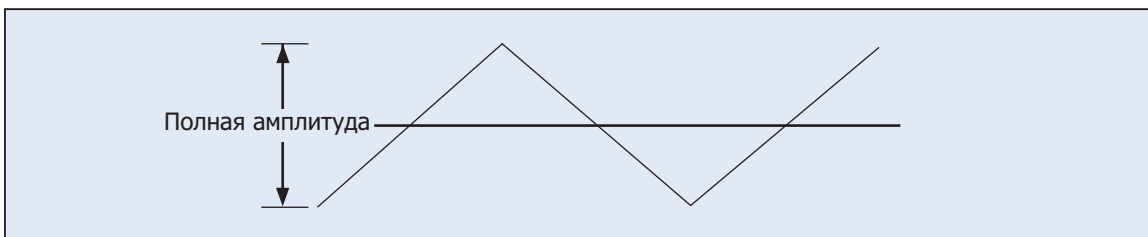


gze026f.eps

Рисунок 4-11. Синусоидальный сигнал

Пилообразные сигналы

Если в качестве формы сигнала выбрана tri, то на выходах Калибратора наблюдается пилообразный сигнал (Рисунок 4-12). Переменными для пилообразного сигнала являются амплитуда, частота и постоянное напряжение смещения. Если выбран пилообразный сигнал, то амплитуды отображаются на дисплее выходного сигнала в единицах р-р.

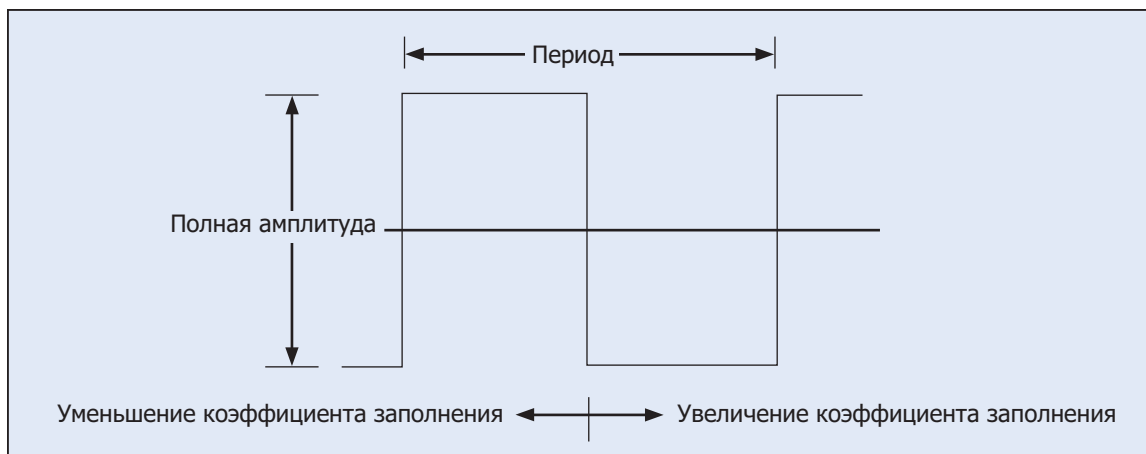


gze027.eps

Рисунок 4-12. Пилообразный сигнал

Прямоугольный сигнал

Если в качестве формы сигнала выбрана прямоугольная, то на выходных клеммах Калибратора наблюдается сигнал тока или напряжения в форме прямоугольной волны (Рисунок 4-13). Переменными для прямоугольного сигнала являются продолжительность работы, амплитуда, частота и постоянное напряжение смещения. Если выбрана прямоугольная волна, то амплитуды отображаются на дисплее выходного сигнала в единицах р-р. Если Калибратор настроен на воспроизведение одного напряжения или сигнала выходного тока, то продолжительность сигнала можно задать с клавишной панели. Для записи нового цикла работы нажмите функциональную клавишу DUTY CYCLE и не более пяти цифровых клавиш, а затем нажмите . Отрицательный фронт прямоугольного колебания движется относительно того, как задан цикл работы.

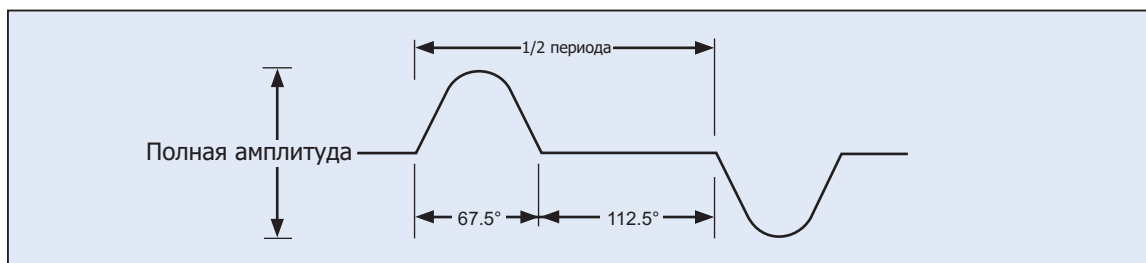


gze028f.eps

Рисунок 4-13. Прямоугольная волна и продолжительность

Усеченная синусоида

Если в качестве формы сигнала выбрана усеченная синусоида (truncs), то на выходных клеммах Калибратора наблюдаются сигналы тока или напряжения в форме усеченной синусоиды (Рисунок 4-14). Переменными для усеченной синусоиды являются амплитуда и частота. Если выбрана усеченная синусоида, то амплитуды отображаются на дисплее выходного сигнала в единицах р-р.



gze029.eps

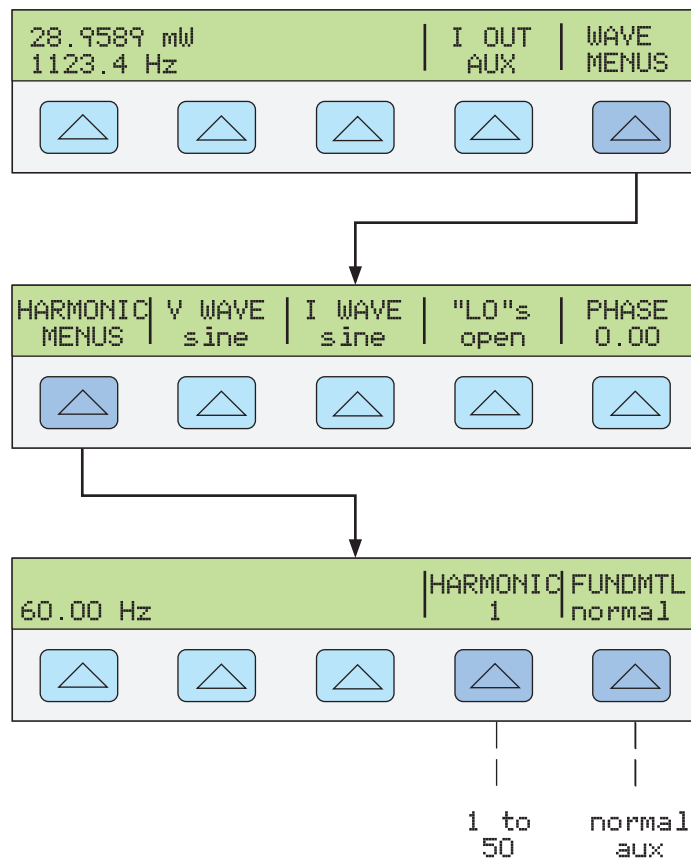
Рисунок 4-14. Усеченная синусоида

Задание гармоник

Если Калибратор воспроизводит одновременно два напряжения переменного тока или сигнал мощности переменного тока (только для синусоидальной формы сигнала), то с Калибратора передаются два сигнала с регулируемой разностью гармоник при максимальном выходном значении частоты гармоник 10 кГц. Например, на клеммах NORMAL можно настроить выходной сигнал напряжения 120 В, 60 Гц, а на клеммах AUX - сигнал 1 В, 300 Гц (5-й гармоники). Настройка основной частоты выполняется на клеммах NORMAL или AUX, а настройка выходной гармоники - на противоположных клеммах. Обратите внимание, что максимальное выходное значение на клемме AUX равно 3,3 В, а максимальное напряжение на клемме NORMAL - 1000 В. Если для заданной амплитуды не разрешены основные и гармонические частоты, то вывод выходного сигнала не разрешен.

Для ввода выходных значений гармоник выполните следующую процедуру. Процедура предполагает, что уже установлен режим одновременного воспроизведения двух переменных напряжений или мощности переменного тока.

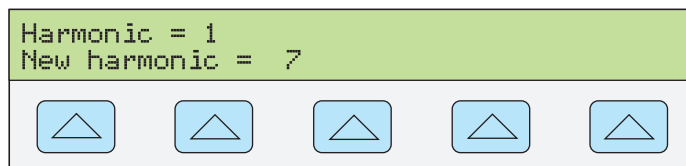
1. Нажмите функциональную клавишу WAVE MENU, чтобы открыть меню формы сигнала.
2. Нажмите функциональную кнопку HARMONIC MENU, чтобы открыть подменю выбора гармоник (ниже показан типичный пример).



nn108f.eps

3. Нажмите функциональную кнопку FUNDMTL, чтобы выбрать клеммы передней панели Калибратора для вывода основной частоты - NORMAL или AUX. На клеммах AUX отобразится значение гармоник.

- Нажмите функциональную кнопку HARMNIC, чтобы ввести требуемую гармонику (от 1 до 50) с максимальной выходной частотой 10 кГц. Далее приведен пример ввода 7-й гармоники (см. далее). После того, как на дисплее управления отобразится требуемое значение, нажмите кнопку **ENTER**.



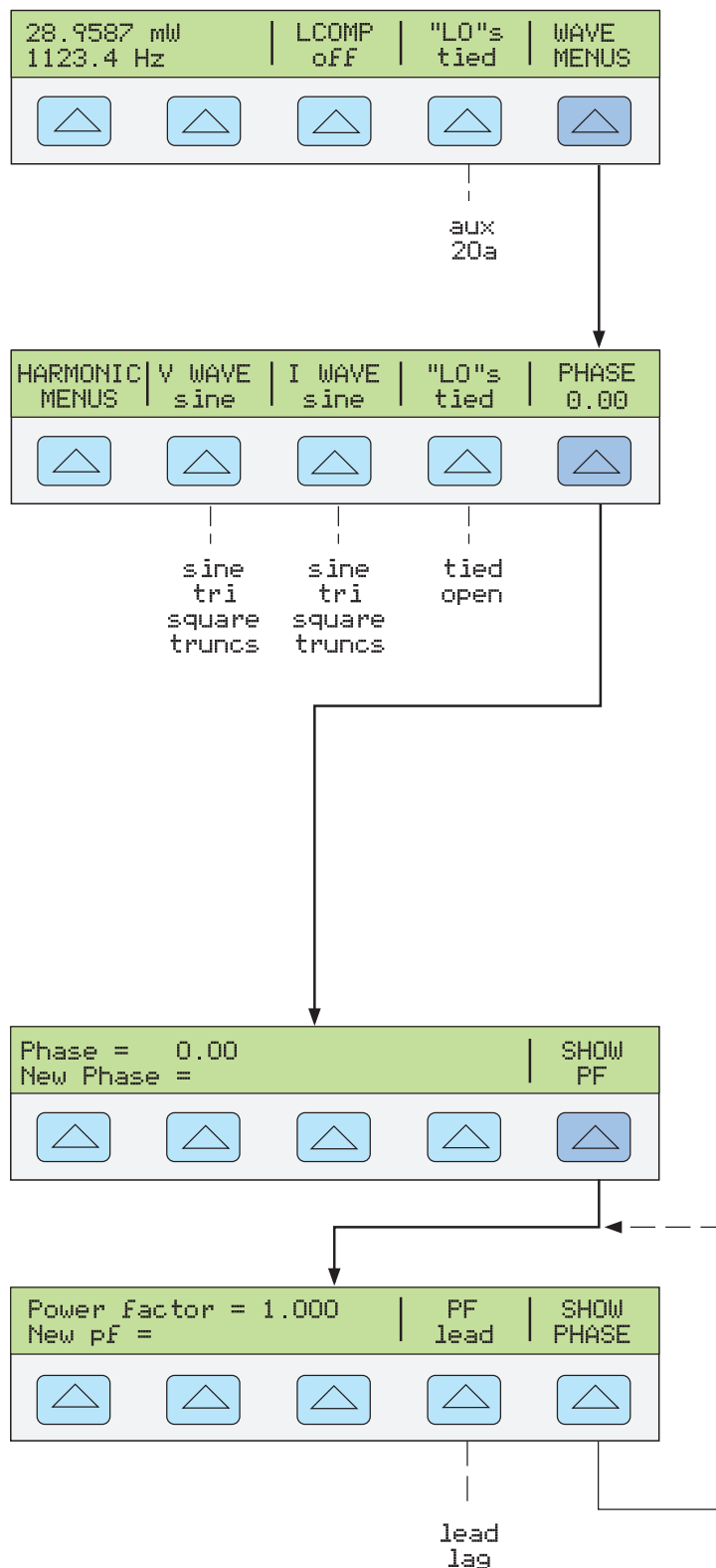
nn109f.eps

- Нажмите кнопку **PREV MENU** один или более раз, чтобы вернуться к предыдущим меню.

Подстройка фазы

В режиме одновременного воспроизведения двух напряжений переменного тока или мощности переменного тока можно настроить Калибратор для воспроизведения двух сигналов с подстраиваемой разностью фаз. При всех подстройках фазы форма сигнала выхода AUX сдвигается относительно формы сигнала выхода NORMAL. Подстройка сдвига фазы вводится в Калибратор либо в градусах (от 0 до $\pm 180,00$), либо в виде коэффициента мощности (PF). Опережающий или положительный сдвиг фазы приводит к тому, что сигнал на выходе AUX опережает сигнал на выходе NORMAL. Запаздывающий или отрицательный сдвиг фазы приводит к тому, что сигнал на выходе AUX отстает от сигнала на выходе NORMAL.

Функциональная кнопка PHASE становится доступной после нажатия функциональной кнопки WAVE MENUS, которая появляется при одновременном воспроизведении двух переменных напряжений или мощности переменного тока (ниже показан режим воспроизведения мощности переменного тока).

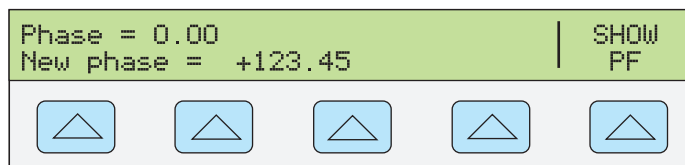


Когда один выходной сигнал является гармоникой другого, то смещение фазы определяется значением фазового угла или коэффициента мощности (косинуса) сигнала гармоники. Например, когда на клемме AUX генерируется сигнал частотой 60 Гц, а на клемме NORMAL - сигнал частотой 120 Гц (2-я гармоника), то произойдет фазовый сдвиг 60° (PF из .5) сигнала на клемме AUX частотой 60° из 120 Гц (30° из 60 Гц).

Запись угла сдвига фаз

Если уже установлен режим одновременного воспроизведения двух переменных напряжений или мощности переменного тока, выполните следующую процедуру для записи сдвига фазы в градусах.

1. Нажмите функциональную клавишу WAVE MENUS, чтобы открыть меню гармоник.
2. Нажмите функциональную кнопку PHASE, чтобы открыть меню фазы.
3. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение угла фазы (не более пяти цифр). Например: 123,45.
4. Нажмите кнопку $\pm$, чтобы выбрать опережающий (+) или запаздывающий (-) сдвиг фазы (значением по умолчанию является +).
5. На дисплее управления теперь отображается введенное значение. Например, угол опережающего сдвига фазы на 123,45 градусов (см. далее). (SHOW PF отображается только для синусоид.)



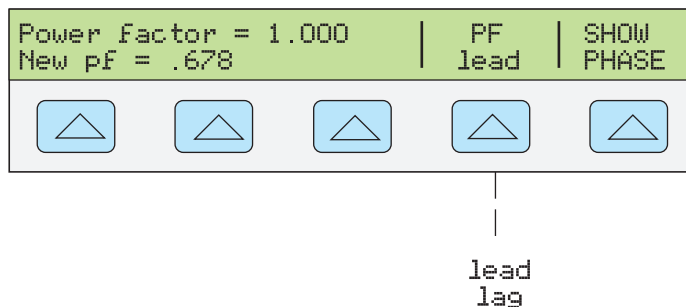
nn111f.eps

6. Нажмите ENTER . На дисплее управления Калибратора введенное значение будет удалено из строки «New phase =>» и скопировано в строку «Phase =>».
7. Нажмите кнопку CE один или более раз, чтобы вернуться к предыдущим меню.

Запись коэффициента мощности

Если уже установлен режим одновременного воспроизведения двух переменных напряжений с синусоидальной формой сигнала, выполните следующую процедуру для записи сдвига фазы в виде коэффициента мощности (PF). $\text{PF} = \cos \Phi$, где Φ является углом сдвига фазы.

1. Нажмите функциональную клавишу WAVE MENUS, чтобы открыть меню формы сигнала.
2. Нажмите функциональную кнопку PHASE, чтобы открыть меню фазы.
3. Нажмите функциональную кнопку SHOW PF, чтобы открыть меню коэффициента мощности.
4. С помощью кнопок с цифрами и десятичной запятой введите желаемое значение коэффициента мощности (не более трех цифр). Например: 0,678.
5. Нажмите функциональную кнопку PF для переключения между опережающим (lead) или запаздывающим (lag) коэффициентом мощности (значение по умолчанию lead).
6. На дисплее управления теперь отображается введенное значение. Например, опережающий коэффициент мощности 0,678 (см. далее).



nn112f.eps

7. Нажмите **ENTER**. На дисплее управления Калибратора введенное значение будет удалено из строки «New pf=» и скопировано в строку «Power Factor =».
8. Нажмите кнопку **PREV/MENU** один или более раз, чтобы вернуться к предыдущим меню.

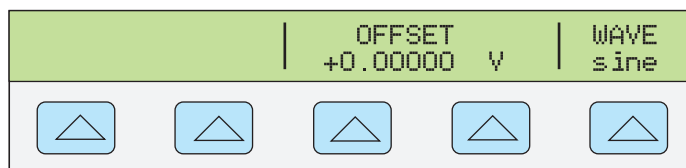
Запись смещения постоянного тока

Если единичный выходной сигнал Калибратора представляет собой последовательность синусоидальных волн напряжения переменного тока, пилообразных волн, прямоугольных волн или усеченных синусоид, можно применить +смещение по постоянному току. Если к выходным сигналам в виде прямоугольных волн применяется смещение, то продолжительность должна быть 50,00 % (по умолчанию). Выбранное значение смещения вводится с помощью функциональной кнопки **OFFSET**, которая отображается, если выходное напряжение переменного тока менее 33 В (для синусоидальных волн), 66 В p-p (для прямоугольных волн) или 93 В p-p (для пилообразных волн и усеченных синусоид). Функциональная кнопка **OFFSET** не будет отображаться, и ввод значений смещения будет невозможен, когда выходным сигналом является синусоида напряжения, измеренная в единицах дБм.

Максимальное допустимое значение смещения связано с максимальным смещением и максимальным пиковым сигналом для каждого диапазона. Например, выходной сигнал 10 В p-p в форме прямоугольной волны находится в диапазоне от 6,6 до 65,9999 В p-p. В этом диапазоне максимальное значение пикового сигнала равно 55 В. В данном примере пиковое значение сигнала в форме прямоугольной волны составляет 5 В, поэтому максимально возможное смещение $\pm$ составит 50 В при максимальном пиковом сигнале напряжением в 55 В.

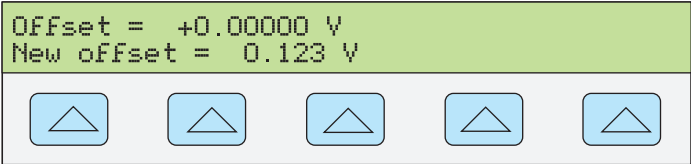
Проверьте предельные значения смещения в Главе 1. Если применяется напряжение смещения и выходной сигнал переносится в диапазон, в котором смещение не разрешено (например, более 33 В для выходного сигнала в виде синусоиды), то Калибратор переключится в режим ожидания, а функция смещения будет заблокирована.

Для ввода значения напряжения смещения постоянного тока выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно. Эта процедура подразумевает, что ранее уже было выбрано единичное напряжение переменного тока, не превышающее 33 В (для синусоид), 65 В p-p (для прямоугольных волн) или 93 В p-p (для пилообразных волн и усеченных синусоид). При этом отображается функциональная кнопка **OFFSET** (см. далее).



nn113f.eps

1. Нажмите функциональную кнопку WAVE, чтобы выбрать требуемую форму сигнала: синусоиду (sine), пилообразные волны (tri), прямоугольные волны (square) или усеченные синусоиды (truncs).
2. Нажмите функциональную кнопку OFFSET, чтобы открыть пункты меню ввода значений смещения. Введите требуемое значение смещения, нажимая числовые клавиши и клавишу десятичной точки Например, 0,123 мА (см. далее).



nn114f.eps

3. Нажмите кнопку **ENTER**, чтобы ввести значение смещения, затем - **PREV MENU**.

Редактирование ошибочных значений выходных сигналов

Отредактировать все выходы Калибратора можно с передней панели с помощью ручки редактирования поля, **←**, **→** и **EDIT FIELD**. Кроме того, **MULT X** и **DIV ÷** редактируют выход десятками. Разность между исходным выходным сигналом (эталоном) и измененным выходным сигналом отображается как «погрешность» между двумя этими сигналами. Это позволяет изменять значение, чтобы получить правильный результат по показаниям испытываемого устройства и, таким образом, вычислить погрешность в $\pm\%$ или ppm (миллионных долях), если она не превышает ± 1000 ppm. В таблице 4-2 перечислены действия для вывода Калибратора из режима измерения погрешности в режим воспроизведения исходного эталонного выходного сигнала или нового эталонного выходного сигнала по выбору.

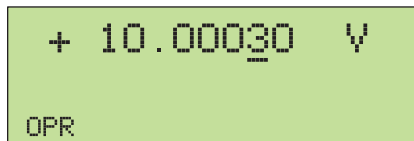
Таблица 4-2. Кнопки выхода из режима измерения погрешности

Кнопки	Действие
ENTER	Отображает эталонное значение, которое было до текущего.
+/- или ENTER	Ввод нового эталонного значения.
Ввод нового значения с кнопочной панели + ENTER	Ввод нового эталонного значения.
NEW REF	Установка текущего выходного сигнала в качестве эталонного.
MULT X	Увеличение эталонного значения Калибратора в десять раз и установка результата в качестве нового эталонного значения.
DIV ÷	Уменьшение эталонного значения Калибратора в десять раз и установка результата в качестве нового эталонного значения.
RESET	Отображает состояние питания.

Редактирование выходного сигнала

При первоначальной подаче выходной сигнал идет с Калибратора, производится запись значения, например, 10.00000 В постоянного тока. Чтобы отредактировать выходное значение в соответствии с требованиями использования, покрутите круглую рукоятку поля редактирования по часовой стрелке для увеличения значения или против часовой стрелки для уменьшения значения. (Органы управления поля редактирования не работают, если Калибратор находится в режиме настройки. Чтобы выйти из режима настройки, нажмите один или несколько раз кнопку **PREV MENU**.)

Для выбора цифры старшего разряда, используйте курсорные кнопки ◀ или ▶. Редактируемая цифра выходного сигнала всегда подчеркивается (см. ниже).

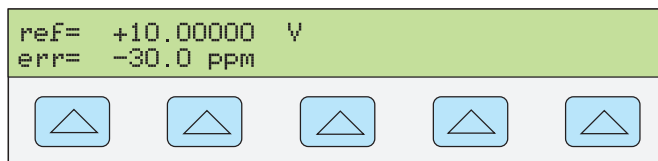


nn115f.eps

Недолгое отображение буквы "u" на дисплее выхода при редактировании во время OPR ("Включить") означает "неустановленное". Выход Калибратора должен стабилизироваться на новом значении.

Отображение ошибки UUT

При изменении значения выходного сигнала на дисплее управления отображается разность между эталонным значением (первоначально введенное значение) и измененным значением (отображаемое на дисплее выходного сигнала значение), а также погрешность в миллионных долях (ppm) или процентах (%). Например, если параметр ERR UNI имеет значение > 100 ppm, погрешность будет отображаться в миллионных долях до значения 99, а затем погрешность изменится на 0,0100 % при 100 ppm. Это позволяет изменять выходной сигнал так, чтобы испытываемое устройство показывало ожидаемое значение и, таким образом, определять его точность.



nn116f.eps

Например, если разность составляет 0,00030 В при величине выходного сигнала 10,00000 В, погрешность составляет $0,0003/10,00000 = 0,000030$, или 30 миллионных. Знак минус (-30,0 ppm) появился потому, что для получения показаний 10,00000 на испытываемом устройстве необходимо установить меньшее значение выходного сигнала. При отрицательном значении эталонного значения знак погрешности зависит от абсолютного значения. Например, если эталонное значение составляет -10,00000 В, а на дисплее выходного сигнала установлено значение -10,00030, погрешность равна -30 ppm.

В Калибраторе применяются два метода отображения ошибки испытываемого устройства. Первый метод — "номинальный", применяется в Калибраторах Fluke 5700A, 5720A, 5500A, 5520A, 5522A и 5502A. Второй метод — метод "действительного значения". В данном Калибраторе используется каждый из методов.

В номинальном методе вычисления погрешности применяется следующая формула:

$$\frac{\text{эталонное значение} - \text{отредактированное значение}}{\text{эталонное значение}}$$

Номинальный метод применяется для проверки погрешности самого Калибратора в процессе поверки точности с помощью более точного прибора.

В методе действительных значений вычисления погрешности применяется следующая формула:

$$\frac{\text{Эталонное значение} - \text{отредактированное значение}}{\text{отредактированное значение}}$$

Номинальный метод и метод действительных значений при малых изменениях выходного значения дают одинаковый результат вычисления погрешности. В приведенном выше примере на табло управления значение погрешности отобразится как 30,0 ppm.

Метод действительных значений применяется при значительных изменениях выходного значения. Например, если на аналоговый измерительный прибор подать напряжение 10,0000 В, затем настроить выходной сигнал Калибратора на 11,0000 В таким образом, чтобы показание аналогового измерительного прибора было 10 В, то при использовании метода действительных значений на дисплее отобразится следующее:

nominal= +10.0000 V
rel err= -9.0909 %

Значение -9,0909% отражает относительную погрешность аналогового измерительного прибора по сравнению с действительным значением (в данном случае это 11,0000 В).

Выбор метода вычисления погрешности испытываемого устройства:

1. Нажмите **SETUP**.
2. Нажмите функциональную кнопку INSTMT SETUP.
3. Нажмите функциональную кнопку OTHER SETUP.
4. Нажмите функциональную кнопку ERROR SETUP.
5. Нажмите кнопку ERR REF, чтобы выбрать метод измерения - "nominal" или "true val".

Использование кнопок умножения и деления

Значение выходного сигнала Калибратора (или эталонное значение при редактировании выходного сигнала) может быть увеличено в кратное 10 число раз нажатиями кнопки **MULT**. Аналогично, значение выходного сигнала Калибратора (или эталонное значение при редактировании выходного сигнала) может быть уменьшено в кратное 10 число раз нажатиями кнопки **DIV**. Выход переводится в STBY («Ожидание»), если умноженное значение больше 33 В. Нажмите **OPR** для продолжения, если необходимо. Эта функция является удобной, если диапазоны испытываемого устройства отличаются друг от друга в кратное десяти число раз.

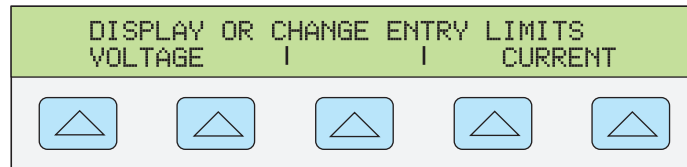
Задание предельных значений выходного сигнала

Для предотвращения выхода из строя испытываемого устройства из-за перегрузки по току или напряжению используется функция установки предельных значений выходного сигнала. Эта функция позволяет предварительно установить максимальное положительное и отрицательное значение напряжения или тока выходного сигнала. Эти ограничения на вводе не дают ввести более высокие значения с передней панели или регуляторов выходного сигнала. Положительные пределы напряжения и тока являются предельными значениями для переменного напряжения и тока. Установленные предельные значения сохраняются в энергонезависимой памяти. Предельные значения напряжения выражаются в виде эффективных значений, при этом игнорируется любые смещения напряжения.

Чтобы задать ограничения ввода напряжения и тока:

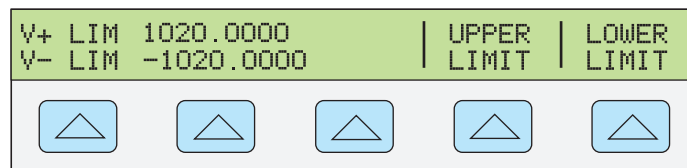
1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Нажмите **SETUP**.
3. Нажмите функциональную кнопку INSTMT SETUP, чтобы открыть подменю настройки.

4. Нажмите функциональную кнопку OUTPUT SETUP, чтобы открыть подменю настройки выходного сигнала.
5. Нажмите функциональную кнопку SET LIMITS, чтобы открыть меню установки предельных значений (см. далее).



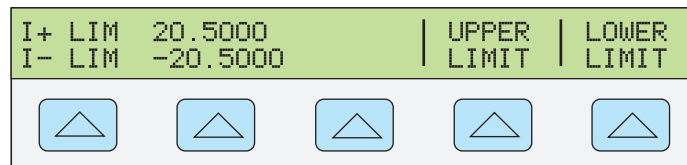
nn117f.eps

6. Для ограничения напряжения (верно для постоянного и переменного тока), нажмите функциональную клавишу под надписью VOLTAGE, появится меню ограничения напряжения (см. ниже).



nn118f.eps

- a. Нажмите функциональную кнопку «Upper Limit» или «Lower Limit», по желанию, и введите новое предельное значение.
- b. Нажмите кнопку **ENTER**, затем **PREV MENU** один или более раз, чтобы вернуться к предыдущим меню.
7. Для предельного значения тока (применимо одновременно к постоянным и переменным токам). Нажмите функциональную кнопку CURRENT, чтобы открыть меню установки предельных значений тока (см. далее).



nn119f.eps

- a. Нажмите функциональную кнопку «Upper Limit» или «Lower Limit», по желанию, и введите новое предельное значение.
- b. Нажмите кнопку **ENTER**, затем **PREV MENU** один или более раз, чтобы вернуться к предыдущим меню.

Примеры применения

- Калибровка цифрового мультиметра (DMM) Fluke серии 80
- Калибровка анализатора гармоник линии энергоснабжения Fluke модели 41
- Калибровка цифрового термометра Fluke модели 51

Калибровка цифрового мультиметра серии 80

В данном примере приведены шаги, необходимые для калибровки цифрового мультиметра серии Fluke 80.

Примечание

Эти процедуры приведены здесь в качестве примера. В Руководстве по техническому обслуживанию устройств серии 80 дано исчерпывающее и заслуживающее доверия описание процедур тестирования и калибровки цифровых мультиметров серии 80.

Представлены две процедуры. Первая процедура применяется для тестирования соответствия каждой функции и диапазона требованиям технических характеристик. Вторая процедура - калибровка измерительных приборов серии 80. В Руководстве по техническому обслуживанию устройств серии 80 приведены инструкции по сборке и получению доступа к блокам печатных плат. Для выполнения калибровки необходимо получить доступ к печатным платам.

Перед подключением Калибратора к цифровому мультиметру серии 80, нужно узнать тип используемых кабелей и следует ли использовать . Эта информация приведена в разделе "Кабели" и "Подключение к заземлению" в этой главе.

Кабели

Для подключений при выполнении калибровки необходимо кабели с низким тепловыделением Fluke 5440A-7002, но для калибровки устройств серии 80 использовать их необязательно. Погрешности термоэдс, которые будут подавлены кабелями с низким тепловыделением, не важны при калибровке 3-1/2-значного измерителя. Такие кабели нужны для следующих измерений:

- Напряжения переменного и постоянного тока.
- Все сопротивления
- Переменные и постоянные токи до 20 А

Подключение к заземлению

Поскольку цифровые мультиметры работают от аккумуляторов, их входные разъемы не подключены к заземлению. Будет необходимо подключить к заземлению Калибратора (на массу) к LO. (Нажмите . Должен загореться индикатор.)

Проверка измерительного прибора.

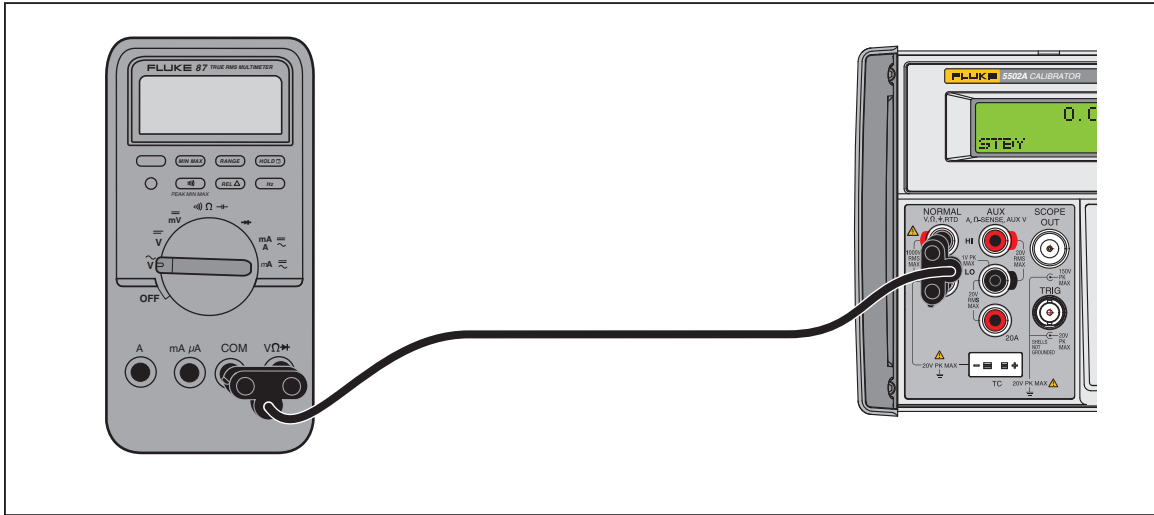
Можно использовать функцию режима погрешности Калибратора измерителя (цифровой мультиметр), чтобы убедиться, что все диапазоны всех функций соответствуют характеристикам:

1. Включите Калибратор и дайте ему прогреться.

Предупреждение

Во избежание опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или получения травм, обязательно переключите устройство в режим ожидания, прежде чем подключать устройство к испытываемому изделию.

2. Убедитесь, что Калибратор переключен в режим ожидания, и подключите цифровой мультиметр так, как показано на Рисунке 4-15.



gvx025.eps

Рисунок 4-15. Подключение кабелей для тестирования общей функциональности устройств серии 80

3. Тестирование функции постоянного напряжения:
 - a. Включите цифровой мультиметр и переведите его переключатель функций в положение $\bar{V}$.
 - b. После прогрева Калибратора установите на нем значение напряжения в 3,5 В постоянного тока.
 - c. Нажмите **OPR**.
 - d. На дисплее цифрового мультиметра с помощью регуляторов выходного сигнала выберите показание +3.5000.
 - e. Убедитесь, что погрешность, которая отображается на дисплее управления, находится в пределах характеристик, которые приведены в руководстве пользователя мультиметра.
 - f. Проверьте погрешность мультиметра в диапазоне 35,0 В, -35,0 В, 350,0 В (используйте **MULT X**). Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики. Если **MULT X** вызывает превышение уровня 33 В, Калибратор переключается в режим ожидания. В этом случае для продолжения работы нажмите **OPR**.
 - g. Проверьте погрешность цифрового мультиметра на 1000 В, чтобы убедиться, что она находится в допустимых пределах.
 - h. Установите выходное значение Калибратора до 350 мВ и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
4. Тестирование функции переменного напряжения:
 - a. Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\tilde{V}$.
 - b. Установите выходное значение Калибратора до 350 мВ при 60 Гц. **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.

- с. Сверьте погрешность с характеристиками на следующих напряжениях и частотах, приведенных в таблице 4-3.

Табл. 4-3. Проверка напряжения и частоты

Напряжение	Частота
350 мВ	60 Гц, 5 кГц и 20 кГц
3,500 V	60 Гц, 5 кГц и 20 кГц
35,00 V	60 Гц, 5 кГц и 20 кГц
329,0 V	60 Гц, 5 кГц и 20 кГц
100,0 V	20 кГц
200,0 V	20 кГц
300,0 V	20 кГц
1000 V	60 Гц и 5 кГц

5. Проверка функции частоты:
 - а. На Калибраторе нажмите кнопку **RESET**, переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\tilde{V}$ и нажмите кнопку Hz на цифровом мультиметре.
 - б. Установите для Калибратора значение 150 мВ при 19.0 кГц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
 - с. Задайте на Калибраторе 150 мВ на 190 кГц, два раза нажмите **EDIT FIELD** для перемещения курсора на измерение частоты на дисплее вывода, а затем нажмите **MULT X**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
6. Тестирование чувствительности по частоте и уровней переключения:
 - а. Нажмите на Калибраторе кнопку **RESET**.
 - б. Переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\tilde{V}$, и нажмите кнопку Hz на цифровом мультиметре, чтобы выбрать режим частоты.
 - с. Установите для Калибратора значение 300 мВ при 1 кГц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешность частоты соответствует характеристике.
 - д. Для выходного сигнала Калибратора установите значение 1.7 В. Убедитесь, что погрешность частоты не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - е. Для выходного сигнала Калибратора установите значение 1,0 В. Убедитесь, что цифровой мультиметр отображает значение частоты 000,0.
 - ф. Нажмите RANGE для смены диапазона цифрового мультиметра на 40 В. Измените выход Калибратора на 6,0 В. Убедитесь, что погрешность частоты находится в пределах характеристики.
 - г. Для выходного сигнала Калибратора установите значение 2,0 В. Убедитесь, что цифровой мультиметр отображает значение частоты 000,0.

7. Проверка функции сопротивления:

- Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\Omega \rightarrow \rightarrow$.
- Установите на Калибраторе значение 190,0 Ω с 2-проводной компенсацией (см. Рисунок 4-3).
- Нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- Повторите предыдущее действие со значениями 19.00 k Ω , 1.900 M Ω и 19.00 M Ω . Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- Нажмите RANGE на цифровом мультиметре для записи 40 нс диапазона. Этот диапазон предназначен для проверки проводимости высоких сопротивлений.
- Установите для Калибратора выходное значение 100 M Ω . Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.

8. Протестируйте функцию емкости следующим образом (для вычитания емкости кабеля используйте функцию REL устройства серии 80):

- Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\Omega \rightarrow \rightarrow$.
- Установите для Калибратора выходное значение 1,0 мкФ при отключенной компенсации.
- Нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- Повторите процедуру с 0,470 мкФ, 0,047 мкФ и 4,70 мкФ. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.

9. Проверка функции проверки диодов:

- Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\rightarrow \rightarrow$.
- Установите для Калибратора значение 3.0 В постоянного тока и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.

10. Тестирование функции переменного и постоянного тока:

- Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение **mA**.
- Убедитесь, что Калибратор переключен в режим ожидания, и подключите цифровой мультиметр так, как показано на Рисунке 4-16.

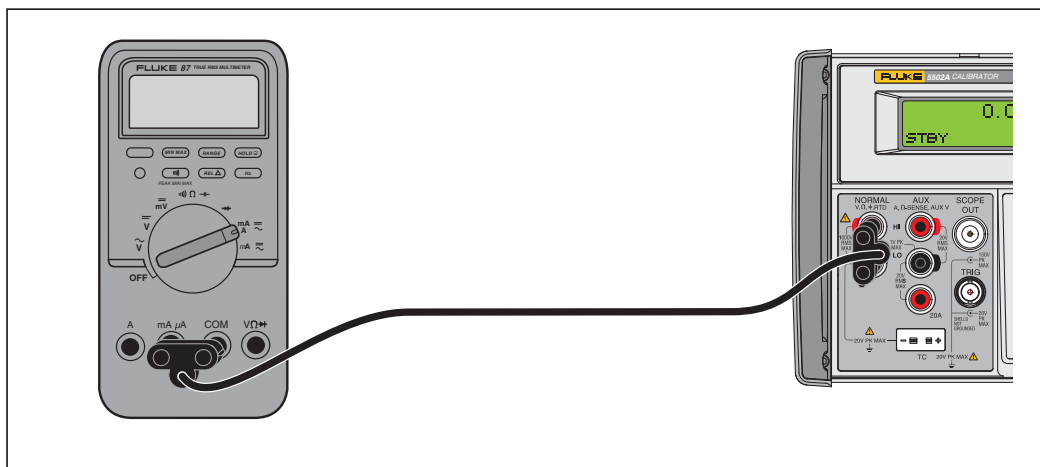


Рисунок 4-16. Подключение кабелей для тестирования функции тока устройств серии 80

gvxh026.eps

- c. Установите для Калибратора значение 35,0 мА и нажмите **OPR**.
- d. На дисплее цифрового мультиметра с помощью регуляторов выходного сигнала выберите показание +35,00 мА. Убедитесь, что ошибка, показанная на дисплее управления, находится в допустимых пределах.
- e. Повторите этот шаг для 350,0 мА. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- f. Нажмите синюю кнопку на цифровом мультиметре, чтобы переключиться в режим измерения переменного тока.
- g. Установите для Калибратора выходное значение 35,0 мА при 60 кГц. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- h. Повторите этот шаг со следующими настройками Калибратора:

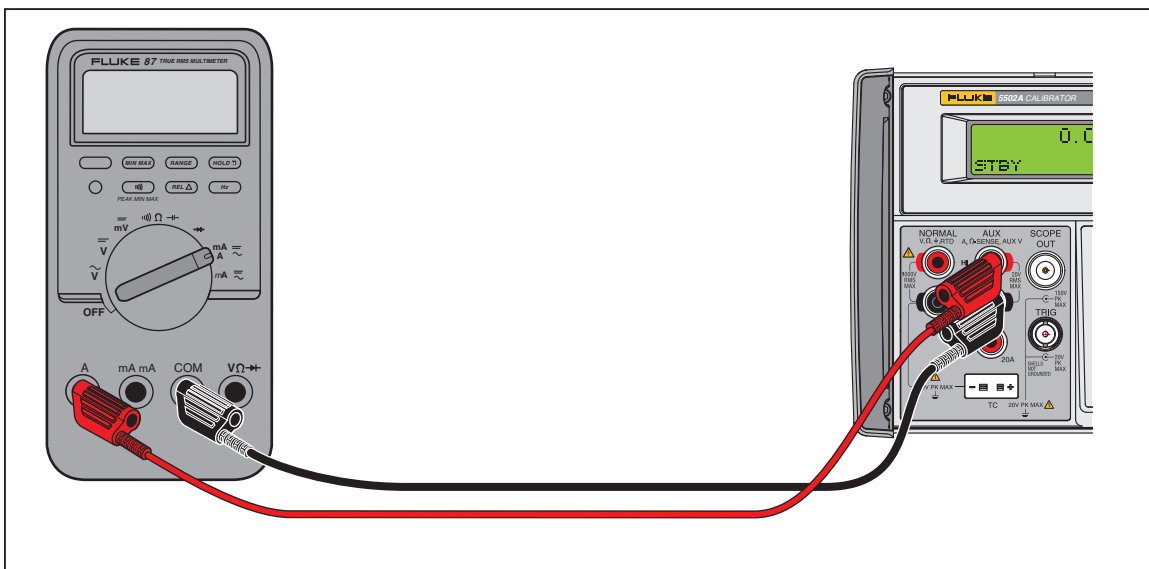
Переменный ток	Частота
35,0 мА	1,0 кГц
350,0 мА	60 Гц
350,0 мА	1,0 кГц

- i. Нажмите кнопку **STBY** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение **μA**.
- j. Установите для Калибратора выходное значение 350 мкА при 0 Гц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- k. Повторите этот шаг с 3500 мкА на 0 Гц.
- l. Нажмите кнопку **STBY** на Калибраторе и синюю кнопку на цифровом мультиметре, чтобы переключиться в режим измерений переменного тока.
- m. Установите для Калибратора выходное значение 350,0 мкА при 60 Гц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- n. Повторите этот шаг со следующими настройками Калибратора:

Переменный ток	Частота
350,0 мкА	1,0 кГц
3500,0 мкА	60 Гц
3500,0 мкА	1,0 кГц

11. Проверка функции высокого тока.

- a. Нажмите на Калибраторе кнопку **RESET**.
- b. Убедитесь, что Калибратор переключен в режим ожидания, и подключите цифровой мультиметр так, как показано на Рисунке 4-17.



gvx027.eps

Рисунок 4-17. Подключение кабелей для тестирования функции высокого тока устройств серии 80

- c. Установите для Калибратора выходное значение 3,5 А при 0 Гц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- d. Повторите этот шаг для 0 А на 0 Гц. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- e. Нажмите кнопку **STBY** на Калибраторе и синюю кнопку на цифровом мультиметре, чтобы переключиться в режим измерений переменного тока.
- f. Установите для Калибратора выходное значение 3,5 А при 60 Гц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности находятся в пределах характеристики.
- g. Повторите этот шаг со следующими настройками Калибратора:

Переменный ток	Частота
3,5 А	1,0 кГц
10,0 мА	60 Гц
10,0 мА	1,0 кГц

Калибровка измерительного прибора.

Продолжите калибровку, если какой-либо диапазон вышел за пределы характеристики во время процедуры проверки.

Примечание

Чтобы выполнить регулировку с целью калибровки измерительного прибора, необходимо его разобрать. См. описание процедуры разборки и диаграммы процесса см. в Руководстве по техническому обслуживанию устройств серии 80.

1. Убедитесь, что на Калибраторе установлено значение 0 В постоянного тока в режиме ожидания. Нажмите **RESET**, если необходимо.
2. Включите цифровой мультиметр серии 80 и переведите его переключатель функций в положение $\bar{V}$.
3. Подключите комплект щупов к цифровому мультиметру, как показано на Рисунке 4-16.
4. Установите для Калибратора значение 3.5 В постоянного тока и нажмите **OPR**.
5. Цифровой мультиметр показывает 3.500 ± 0.001 . Если необходимо, настройте R21 для получения корректного измерения.
6. Установите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\tilde{V}$ и установите для выходного сигнала Калибратора значение 3,500 В при 100 Гц.
7. Цифровой мультиметр показывает 3.500 ± 0.002 . Если необходимо, настройте R34 для получения корректного измерения.
8. Задайте выходному сигналу Калибратора значение 10 кГц.
9. Цифровой мультиметр показывает 3.500 ± 0.004 . Если необходимо, настройте C2 для получения корректного измерения.
10. Установите для Калибратора выходное значение 35,00 В при 10 кГц.
11. Цифровой мультиметр показывает 35.00 ± 0.04 . Если необходимо, настройте C3 для получения корректного измерения.

Проверка анализатора гармоник линии энергоснабжения Fluke модели 41

Для тестирования функциональности гармоник и энергообеспечения с помощью анализатора гармоник модели 41, именуемого далее как "измерительный прибор", требуется два напряжения с различными фазовыми соотношениями. Процедура, включенная сюда, показывает работу Калибратора при одновременном воспроизведении двух напряжений.

Примечание

Эти процедуры приведены здесь в качестве примера. В Руководстве по техническому обслуживанию устройств модели 41 исчерпывающее и заслуживающее доверия описание процедур тестирования и калибровки

Проверка производительности в ваттах, вольт-амперах и реактивной мощности (VAR)

Выполните следующую процедуру для тестирования показаний в ваттах, вольт-амперах и VAR измерительного прибора. См. таблицу 4-4

Предупреждение

Во избежание опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или получения травм, обязательно переключите устройство в режим ожидания, прежде чем подключать устройство к испытываемому изделию.

Таблица 4-4. Показания в ваттах, текстовый экран

Выходные сигналы Калибратора			Предельные значения показаний							
Normal В перем. тока @ 60 Гц	Phase в DEG. (градусы)	AUX мВ перем. тока @ 60 Гц	Вт/кВт		ВА/кВА		VAR/KVAR, только для модели 41		Экран гармоник фаз	
			MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
5.0 В	0,0	30.0 мВ	145	156	145	156	0	4	-2	2
8,0 В	0,0	30.0 мВ	234	246	234	246	0	4	-2	2
100,0 В	157,0	150,0 мВ	-14,3k	-13,3k	14,5k	15,6k	5,4k	6,3k	155	159
100,0 В	157,0	360.0 мВ	-37k	-29k	32k	40k	10k	18k	155	159
10,0 мА	46,0	1,40 В	9,2	10,2	13,5	14,5	9,6	10,6	44	48
100,0 В	46,0	1,40 В	92	102	135	145	96	106	44	48

1. Подключите Калибратор к устройству модели 41, как показано на Рисунке 4-18.

Примечание

Напряжение подается ко входу измерения тока на устройстве модели 41 для моделирования работы токопроводящего зажима (1 мВ = 1 А).

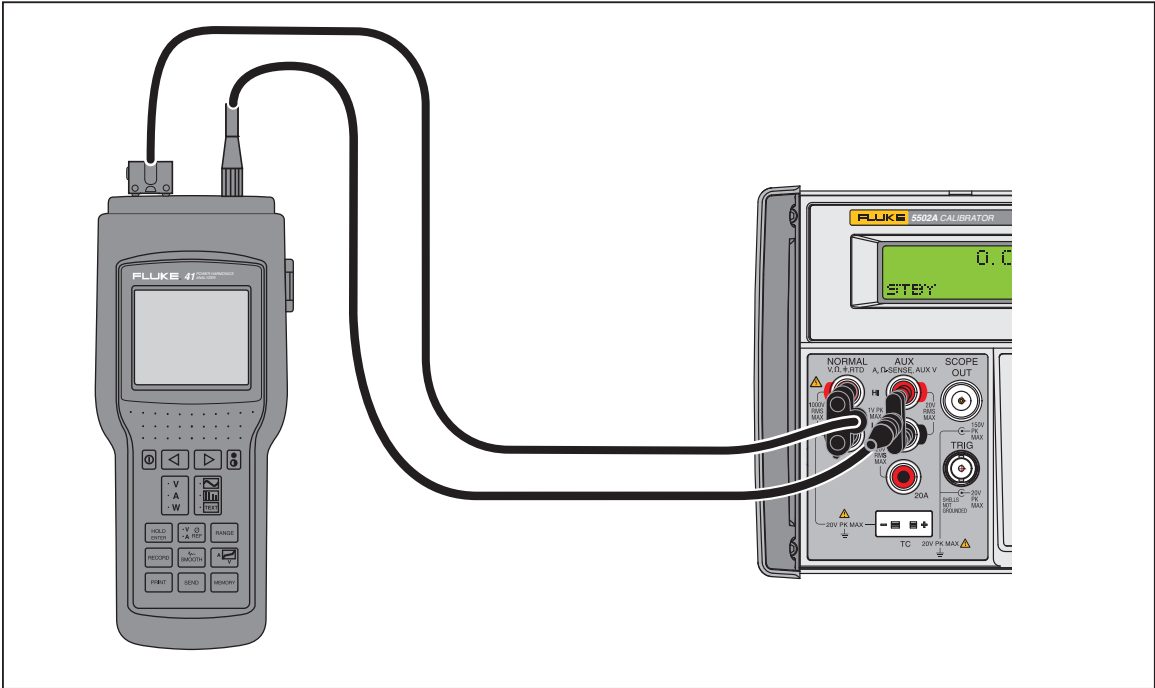


Рисунок 4-18. Подключения кабелей для тестирования функции измерения в ваттах для устройств серии 40

2. Убедитесь, что индикатор EARTH включен. Если нет, нажмите .
3. Установите для калибратора выходное значение 5.0 В при 60 Гц на клемме NORMAL и 30 мВ при 60 Гц на клемме AUX.
4. На калибраторе нажмите кнопку WAVE MENUS, затем - ϕ & REF MENUS. Убедитесь, что значение угла AUX ϕ NRM равно 0,00 градусов. Нажмите .
5. Выберите W из панели VAW на измерительном приборе.
6. Нажмите кнопку выбора режима на измерительном приборе, чтобы выбрать режим текстового экрана. Убедитесь, что значения показаний W/KW, VA/KVA и VAR/KVAR не выходят за минимальные и максимальные пределы, представленные в Таблице 4-4.
7. Нажмите кнопку выбора режима на измерительном приборе, чтобы выбрать режим экрана гармоник. Убедитесь, что показания фазового угла основной частоты не выходят за границы минимальных и максимальных пределов, перечисленных в Таблице 4-4.
8. Выполните шаги 5, 6 и 7 повторно с использованием выходов Калибратора и рабочих пределов, приведенных в таблице 4-4.
9. Нажмите кнопку  на калибраторе, чтобы снять напряжение с измерительного прибора.

Проверка показателей гармоник в вольтах

1. Нажмите кнопку выбора режима на измерительном приборе, чтобы выбрать экран гармоник.
2. Нажмите кнопку VAW на измерительном устройстве и удерживайте ее, пока в правом верхнем углу экрана гармоник не высветится индикация V.
3. Нажмите кнопку VA ϕ REF на измерительном устройстве и удерживайте ее до тех пор, пока в верхней строке состояния не отобразится индикация A ϕ .
4. Нажмите кнопку SMOOTH на измерительном устройстве и удерживайте ее до тех пор, пока в верхней строке состояния не отобразится индикация -20s.
5. Подключите клемму NORMAL к разъемам V и COM на измерительном устройстве.
6. Подключите выходной разъем AUX калибратора к разъему Current Probe на измерительном устройстве.
7. Установите для калибратора выходное значение 7.0 В при 60 Гц на клемме NORMAL и 700 мВ при 60 Гц на клемме AUX. Нажмите кнопку WAVE MENUS, затем - ϕ & REF MENUS и убедитесь, что значение фазового угла составляет 10,0 градусов. Нажмите кнопку HARMONIC MENU и убедитесь, что параметру HARMONIC присвоено значение "1", а параметру FUNDMTL - значение "aux." Нажмите .
8. Переместите курсор к соответствующему числу гармоник.
9. Убедитесь, что показания амплитуды гармоник и фазового угла не выходят за минимальные и максимальные пределы, представленные в Таблице 4-5.

Примечание

Измерительный прибор считывает положительное значение фазы, если выходное значение сигнала калибратора находится в отрицательной фазе, так как полярность фазы на калибраторе определяется относительно выходного сигнала канала NORMAL.

10. Выполните шаги 7, 8 и 9 повторно с использованием значений и пределов, приведенных в таблице 4-5.

Таблица 4-5. Показания гармоник в вольтах, экран гармоник

Выходной сигнал на Normal в 5502A			Измерительный прибор Fluke	Предельные значения показаний			
Амплитуда	Гармоника	Фаза	Курсор в поле гармоник	Амплитуда		Фаза	
(V)	Номер	(град.)	№.	MIN	MAX	MIN	MAX
7,00	1	-10	1	6,7	7,3	8	12
7,00	3	-20	3	6,7	7,3	14	26
7,00	9	-30	9	6,7	7,3	21	39
7,00	13	-40	13	6,7	7,3	29	51
7,00	21	-50	21	6,5	7,5	35	65
7,00	31	-60	31	6,2	7,8	40	80

11. Нажмите кнопку **STBY**, чтобы снять напряжение с измерительного прибора.

Проверка показателей гармоник в амперах

1. Нажмите кнопку VAW на измерительном устройстве и удерживайте ее, пока в правом верхнем углу экрана гармоник не высветится индикация A.
2. Нажмите кнопку VAφ REF на измерительном устройстве и удерживайте ее до тех пор, пока в верхней строке состояния не отобразится индикация Vφ.
3. Нажмите кнопку SMOOTH на измерительном устройстве и удерживайте ее до тех пор, пока в верхней строке состояния не отобразится индикация ~20s.
4. Подключите клемму NORMAL к разъемам V и COM на измерительном устройстве.
5. Подключите выходной разъем AUX калибратора к разъему Current Probe на измерительном устройстве.
6. Установите для калибратора выходное значение 7.0 В при 60 Гц на клемме NORMAL и 20 мВ при 60 Гц на клемме AUX. Нажмите кнопку WAVE MENU, затем - φ & REF MENUS и убедитесь, что значение фазового угла составляет 10,0 градусов. Нажмите кнопку HARMONIC MENU и убедитесь, что параметру HARMONIC присвоено значение "1", а параметру FUNDMTL - значение "normal." Нажмите **OPR**.
7. Убедитесь, что показания амплитуды гармоник и фазового угла не выходят за минимальные и максимальные пределы, представленные в Таблице 4-6.

Таблица 4-6. Показания гармоник в амперах, экран гармоник

Выходной сигнал на AUX в 5502A			Измерительный прибор Fluke	Предельные значения показаний			
Амплитуда	Гармоника	Фаза	Курсор в поле гармоник	Амплитуда		Фаза	
(мВ)	№.	(град.)	№.	MIN	MAX	MIN	MAX
20,0	1	10	1	19,1	20,9	8	12
20,0	3	20	3	19,1	20,9	14	26
20,0	9	30	9	19,1	20,9	21	39
20,0	13	40	13	19,1	20,9	29	51
20,0	21	50	21	18,7	21,3	35	65
20,0	31	60	31	18,1	21,9	40	80

Калибровка цифрового термометра Fluke модели 51

Термометр Fluke 51 используется для измерения температуры с помощью термопары типа J или K. Калибратор моделирует две термопары. Это упрощает проверку и калибровку. Ниже представлена демонстрация возможностей калибратора при калибровке этого термометра.

Примечание

Эти процедуры приведены здесь в качестве примера. В Руководстве по техническому обслуживанию устройств модели 51 дано исчерпывающее и заслуживающее доверия описание процедур тестирования и калибровки.

Проверка термометра

Описанная далее процедура тестирования должна проводиться только после некоторого времени стабилизации термометра до окружающей температуры 23 °C ±5 °C (73 °F ±9 °F).

- 1. Подключите термометр Fluke 51 к калибратору соответствующим соединительным кабелем (Рисунок 4-19). Материал соединительного кабеля и миништекера должен быть таким же, как у термопары. Например, если тестируется термопара типа K, то должны использоваться кабель и миниразъем для термопары типа K.

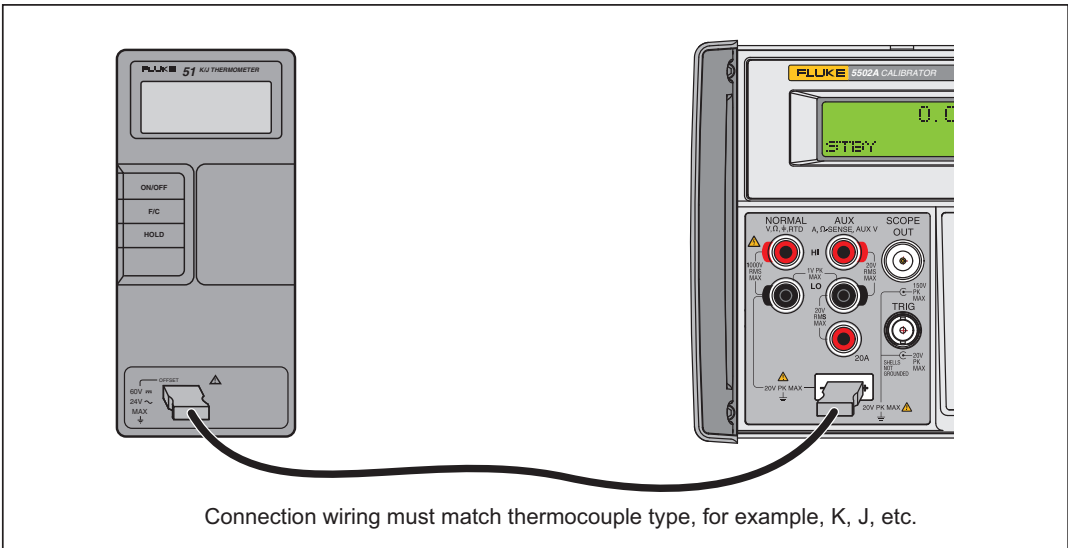


Рисунок 4-19. Подключение кабелей для тестирования термометра серии 50

gvx029.eps

2. Убедитесь, что индикатор EARTH включен. Если нет, нажмите .
3. Нажмите    для настройки Калибратора. Убедитесь, что функциональная клавиша OUTPUT показывает "tc". Если индикация не светится, нажмите и удерживайте нажатой кнопку OUTPUT, пока не загорится.
4. Выберите тип термопары и опорный источник нажатием кнопки TC MENU. Убедитесь, что выбор REF SRC функциональной клавиши показывает "intrnl." Если индикация не светится, нажмите кнопку REF SRC. Убедитесь, что TYPE функциональная клавиша показывает J или K. Должна быть та, которая установлена для 51. Продолжайте нажимать кнопку TYPE пока не отобразится выбранный тип термопары.
5. Запись значений Калибратора приведена в таблице 4-7 и проверка производительности не больше и не меньше, чем в характеристиках (см. главу 1).

Таблица 4-7. Показания термопары

Тип термопары ^[1]	Настройка 5502A	Показания на дисплее	
		Градусов, С	Градусов, F
K	-182,0 °C	-182,0 ±(0,9)	-295,6 ±(1,6)
K	-80,0 °C	-80,0±(0,8)	-112,0 ±(1,4)
K	530,0 °C	530,0 ±(1,2)	986,0 ±(2,3)
K	1355,0 °C	1355,0 ±(2,1)	2471,0 ±(3,8)
J	-197,0 °C	-197,0 ±(1,0)	-322,6 ±(1,7)
J	258,0 °C	258,0 ±(1,1)	496,4 ±(1,9)
J	705,0 °C	705,0 ±(1,5)	1301,0 ±(2,7)

[1] При смене типа термопар следует убедиться, что также произведена смена соединительного провода, который прилагается к термопаре. Например, необходимо вместо провода для термопары типа K использовать провод для термопары типа J.

Калибровка термометра.

В следующей процедуре "UUT" (проверяемое оборудование) используется вместо "Fluke 51". Для всех подключений используйте медные провода, за исключением случаев, описанных в шагах 17 - 20.

Предостережение

Во избежание повреждений термометра Fluke 51 рекомендуется использовать поставляемую в комплекте упругую переключающую панель для замыкания переключающей решетки на печатной плате.

1. Выключите UUT и снимите верхнюю крышку. Сохраняйте PCA на нижней части корпуса.
2. Убедитесь, что калибратор переведен в режим ожидания, и подключите испытываемое устройство к калибратору, как показано на Рисунке 4-19. При таком подключении к UUT со снятой крышкой следует убедиться, что широкий выступ находится на той же стороне, что и широкое отверстие на верхней крышке.
3. В то же время, закоротите TP1 решетку и закоротите ON/OFF переключающую решетку для включения UUT. Удерживайте упругую переключающую панель на TP1 не менее 3 секунд после включения питания. Испытываемое устройство будет переведено в режим калибровки термопары.
4. На испытываемом устройстве выберите режим °C и T1.

Примечание

Указанные напряжения, необходимые для следующих шагов, должны быть на входах Термометра. Выбрав настройку типа термопары 10 мкВ/°C на калибраторе, можно задать выходное напряжение на клеммах TC.

5. Нажмите **0**, **°C** и **ENTER**. Убедитесь, что функциональная клавиша OUTPUT показывает "tc". Если индикация не светится, нажмите и удерживайте нажатой кнопку OUTPUT, пока не загорится.
6. Нажмите и удерживайте функциональную кнопку TYPE, пока не высветится индикация 10μV/°C. Выбрав эту настройку, можно указать значение напряжения на клемме TC.
7. Нажмите функциональную кнопку TC MENU.
8. Нажмите и удерживайте функциональную кнопку REF SRC, пока не высветится индикация "external".
9. Нажмите функциональную кнопку REF, чтобы ввести значение внешнего опорного источника.
10. Нажмите **0** и **ENTER**, чтобы присвоить внешнему опорному источнику значение 0 °C.
11. Нажмите **PREV MENU** для перехода к предыдущему уровню меню.
12. Нажмите **OPR**.
13. Дождитесь стабилизации индикации UUT, а затем настройте T1 смещение (R7) при индикации 25.2 °C ±0.1 °C.
14. Установите на выходе калибратора значение 5380.7 °C. На клеммы tc будет подано напряжение 53,807 мВ.
15. Дождитесь стабилизации индикации UUT, и настройте R21 для отображения на дисплее +1370.0 °C ±0.4 °C.
16. Нажмите кнопку **STBY** на калибраторе, чтобы снять напряжение с испытываемого устройства. Отключите испытываемое устройство от калибратора. Закоротите ON/OFF переключающую решетку для выключения UUT.
17. Удерживая упругую контактную панель двумя руками, левой рукой закоротите решетку TP2, а правой рукой сначала включите устройство, затем быстро закоротите переключающую решетку VIEW. Удерживайте это положение, пока дисплей выполняет самотестирование. Испытываемое устройство будет переключено в режим калибровки датчика с холодным спаем, а при выполнении операции VIEW фильтр будет отключен, что позволит немедленно стабилизировать показания.
18. В случае спая термопары типа K (комплект щупов входит в комплект поставки 5520A-525/LEADS) и Калибратора в режиме MEAS TC (нажмите **MEAS TC**), измерять следует эталонную температуру холодного спая. Для этого положите K-спай в центральное отверстие изотермического блока. Наконечник полоски следует помещать в полость напротив корпуса Q1. Для этого закройте колодец и закрепите спай тканью, чтобы она оставалась на месте. Не удерживайте полоску руками, так как это может привести к дополнительным погрешностям. Дождитесь стабилизации индикации температуры.
19. Отрегулируйте значение R16 для показания температуры на испытываемом устройстве, совпадающее с показанием на калибраторе.
20. Отключите UUT и соберите его.

Глава 5

Дистанционное управление

Наименование	Страница
Введение	5-3
Настройка порта IEEE-488 для дистанционного управления	5-5
Процедура настройки порта IEEE-488	5-7
Проверка порта IEEE-488	5-8
Настройка порта RS-232 Калибратора для работы в дистанционном режиме	5-9
Процедура настройки порта RS-232 Host	5-9
Проверка порта хоста RS-232	5-12
Проверка работы порта хоста RS-232 с терминалом	5-12
Проверка работы порта хоста RS-232 с Visual Basic	5-14
Настройка порта RS-232 UUT для дистанционного управления	5-16
Процедура настройки порта RS-232 UUT	5-16
Проверка порта UUT RS-232 с портом хоста RS-232	5-17
Проверка работы порта хоста RS-232 с терминалом	5-18
Проверка работы порта UUT RS-232 с Visual Basic	5-19
Проверка порта RS-232 UUT с портом RS-232 хоста	5-19
Переключение между режимами дистанционной и автономной работы	5-21
Автономное состояние	5-21
Автономное состояние с блокировкой	5-21
состояние дистанционного управления	5-22
Дистанционное состояние с блокировкой	5-22
Обзор интерфейса RS-232	5-23
Обзор интерфейса IEEE-488	5-24
Использование команд	5-27
Типы команд	5-27
Устройство-зависимые команды	5-27
Общие команды	5-27
Команды запросов	5-28
Интерфейсные сообщения (IEEE-488)	5-28
Составные команды	5-30
Связанные команды	5-30
Перекрывающиеся команды	5-30
Последовательные команды	5-31
Команды, в которых необходим переключатель Calibration	5-31
Команды только для RS-232	5-32
Команды только для IEEE-488	5-33
Синтаксис команд	5-33
Правила синтаксиса параметров	5-33
Дополнительные символы пробела или табуляции	5-34
Символы завершения	5-35
Обработка поступающих символов	5-35
Синтаксис ответных сообщений	5-36

Проверка состояния Калибратора 5502A	5-37
Байт состояния последовательного опроса (STB).....	5-38
Линия запроса на обслуживание (SRQ)	5-40
Регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE).....	5-40
Программирование STB и SRE	5-41
Регистр состояния события (ESR)	5-41
Регистр разрешения состояния события (ESE)	5-41
Назначение битов ESR и ESE	5-41
Программирование ESR и ESE	5-42
Регистр состояния прибора (ISR).....	5-43
Регистры изменения состояния прибора	5-43
Регистры разрешения изменения состояния прибора.....	5-43
Назначение битов регистров ISR, ISCR и ISCE	5-43
Программирование регистров ISR, ISCR и ISCE.....	5-45
Выходная очередь.....	5-45
Очередь ошибок	5-45
Примеры программ дистанционного управления	5-46
Советы по программированию Калибратора	5-46
Запись SRQ и обработчик ошибок	5-47
Проверка Meter на шине IEEE-488	5-48
Проверка измерителя на последовательном порту RS-232 UUT.....	5-48
Использование *OPC?, *OPC и *WAI.....	5-48
Получение данных измерений термопары	5-49
Использование порта RS-232 UUT для управления прибором.....	5-49
Работа входного буфера	5-50

Введение

В данной главе приведены методы эксплуатации Калибратора с помощью дистанционного управления.

⚠⚠ Предупреждение

Калибратор 5502A может выводить напряжения до 1020 В (среднеквадратичная величина переменного тока) и программироваться с учетом предотвращения вывода опасного напряжения без достаточного информирования оператора.

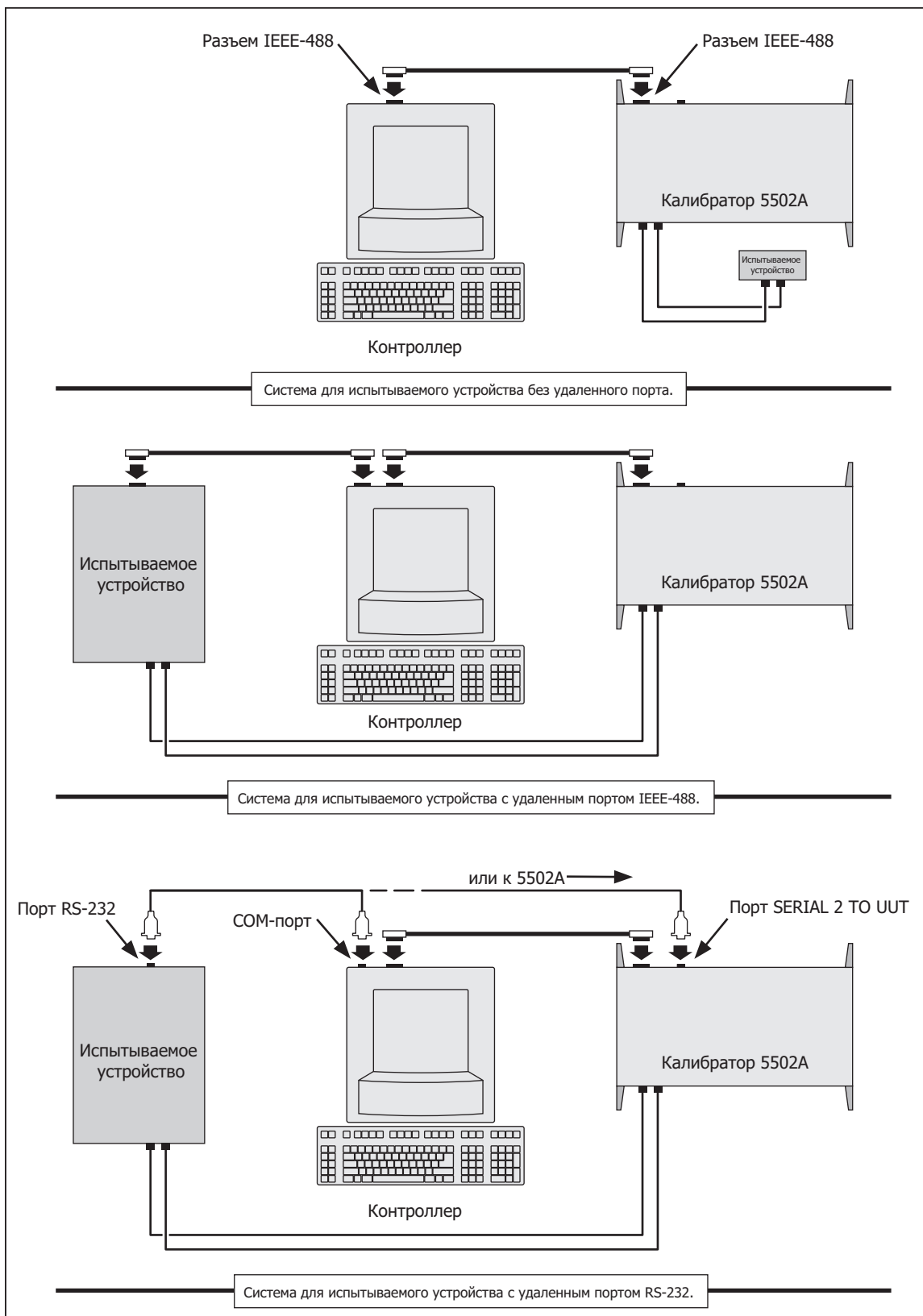
Внимательно составляйте программы и тщательно их проверяйте, чтобы обеспечить безопасность при работе с Калибратором. Fluke Calibration рекомендует включать в программы специальные подпрограммы поиска ошибок. Подпрограммы поиска ошибок помогают выявить ошибки программирования, которые могут стать причиной непредусмотренного поведения Калибратора. Можно запрограммировать Калибратор выдавать строку SRQ при обнаружении ошибки, настроив соответствующим образом регистр SRQ (Service Request Enable). Следующая основная программа включает код с обнаружением ошибок:

10	PRINT @4, “*CLS”	! Очистка состояния
20		PRINT @4, “*SRE 8” ! Сделать доступным регистр ошибки SRE
30	ON SRQ GOTO 1000	! Активировать функцию SRQ
100		! Поместить здесь тело программы
900	STOP	! Конец программы
1000	REM Начало обработчика SRQ	! Начало процедуры
1010	PRINT @4, “FAULT?”	! Запрос кода ошибки
1020	INPUT @4, A%	! Ввод кода ошибки
1030	PRINT @4, “EXPLAIN? ”;A%	! Запрос текста ошибки
1040	INPUT @4, A\$	! Ввод текста ошибки
1050	PRINT “Обнаружена “;A\$” ошибка”	! Печать сообщения
1060	PRINT @4, “STBY”	! Перевести 5502A в режим ожидания
1070	STOP	

Дистанционное управление может быть интерактивным. С терминала можно контролировать каждый шаг последовательности, управляющей Калибратором в автоматизированной системе. На задней панели Калибратора имеется три порта для дистанционного управления: параллельный порт IEEE-488 (также известный как универсальная интерфейсная шина GPIB), и два последовательных порта RS-232, SERIAL 1 FROM HOST и SERIAL 2 TO UUT.

IEEE-488 Параллельный порт IEEE-488 обычно используется для большего контроля и для калибровки систем. Система IEEE-488 более затратна в установке, но может обслуживать несколько калибраторов и несколько испытываемых устройств. Кроме того, передача информации по параллельному порту быстрее, чем по последовательному. Контроллер в системе IEEE-488 обычно представляет собой MS-DOS - совместимый персональный компьютер (ПК) с одним или несколькими портами IEEE-488. С помощью набора команд можно писать собственные компьютерные программы для работы системы, или купить дополнительное программное обеспечение MET/CAL Plus в Fluke Calibration. Типичные конфигурации IEEE-488 показаны на рисунке 5-1. Конфигурация с персональным компьютером с двумя портами IEEE-488 используется с MET/CAL. Для данной конфигурации подключите испытываемые устройства (UUT) к изолированному порту IEEE-488.

Можно также применить ступенчатое подключение разъемов к одному порту IEEE-488.



gze041.eps

Рисунок 5-1. Типовое подключение дистанционного управления через IEEE-488

RS-232 Последовательный порт SERIAL 1 FROM HOST подключается к ПК и Калибратору, а порт SERIAL 2 TO UUT является транзитным портом для передачи команд от ПК на испытываемое устройство через Калибратор. Можно писать собственные компьютерные программы с помощью набора команд, использовать ПК в качестве терминала и вводить отдельные команды или приобрести по отдельному заказу программное обеспечение Fluke MET/CAL для работы с системами на основе RS-232. Типичная конфигурация дистанционной работы через RS-232 показана на рисунке 5-2.

После настройки порта IEEE-488 или RS-232 для дистанционного управления можно включать набор команд. Работа с набором команд описана в разделе «Использование команд» этой главы. Перечень команд дистанционного управления находится в Главе 6, «Дистанционные команды».

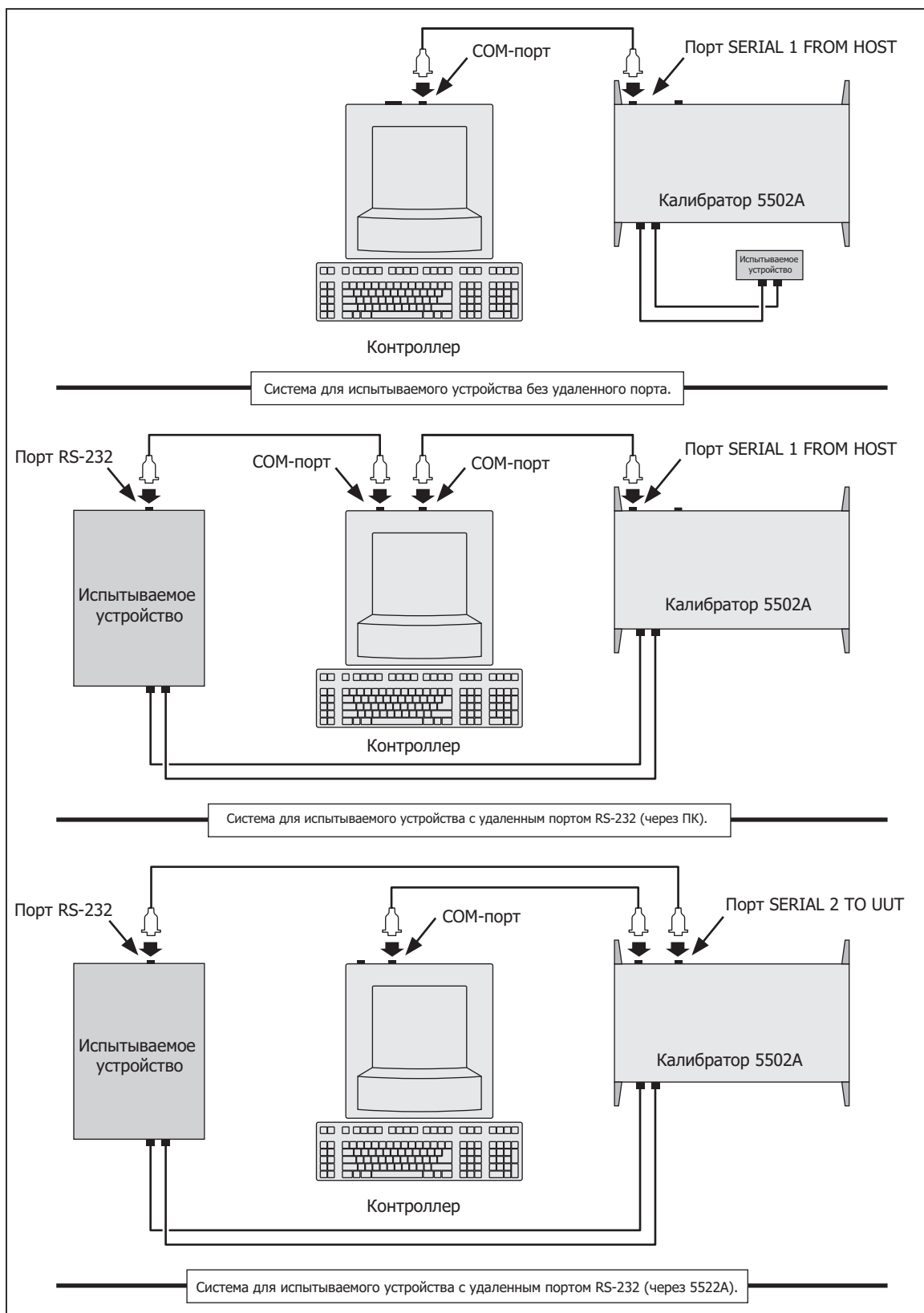
Настройка порта IEEE-488 для дистанционного управления

Калибратор является полностью программируемым для использования с интерфейсной шиной в рамках стандарта IEEE 488.1. Интерфейс IEEE-488 также совместим с дополнительным стандартом IEEE-488.2, описывающим дополнительные функции IEEE-488. Устройства, подключенные к шине IEEE-488, работают как передатчики, приемники, передатчики/приемники или контроллеры. При дистанционном управлении калибратор работает в режиме «прием/передача».

Калибратором управляет персональный компьютер с интерфейсом IEEE-488. Совместимое программное обеспечение для работы с IEEE-488 — MET/CAL Plus можно купить у Fluke Calibration.

При использовании интерфейса IEEE-488 для дистанционного управления есть два ограничения:

1. **Число устройств** К одной шине IEEE-488 можно подключить не более 15 устройств. Например, один инструментальный контроллер, один калибратор и 13 испытываемых устройств.
2. **Длина кабеля** Полная длина кабелей IEEE-488, используемых в одной системе IEEE-488, есть наименьшее из двух величин: либо 2 метра, умноженные на число устройств в системе, либо 20 метров. Следует использовать самые короткие кабели. Например, если в системе 8 устройств, то максимальная длина кабеля $2 \times 8 = 16$ метров. Если же в системе 15 устройств, то максимальная длина кабеля 20 метров.



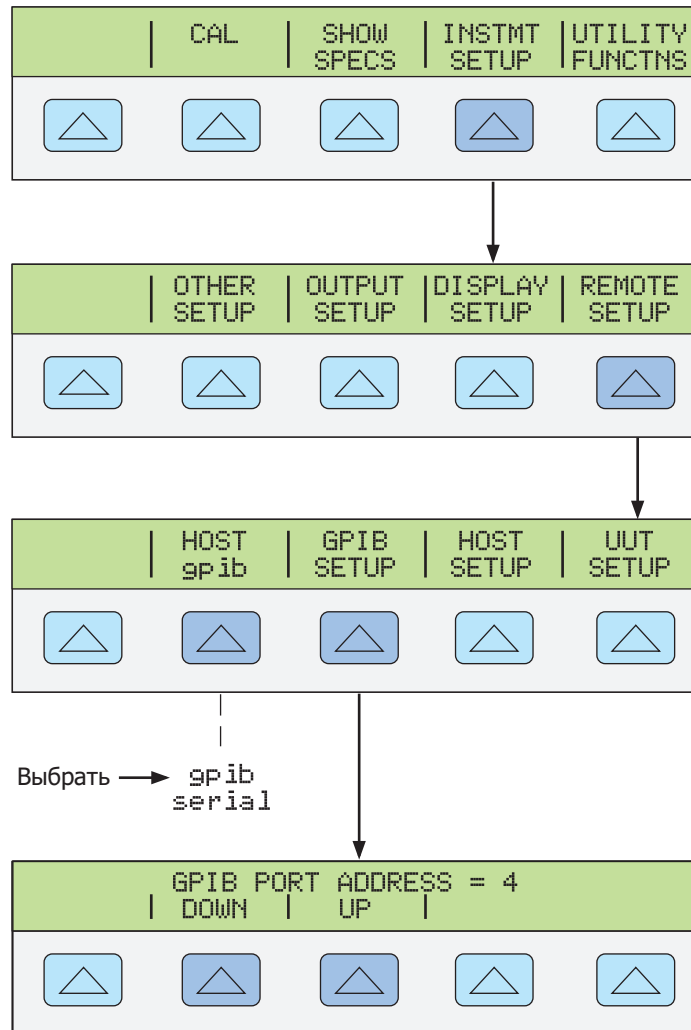
gze042.eps

Рисунок 5-2. Типовое подключение дистанционного управления через RS-232

Процедура настройки порта IEEE-488

Для настройки Калибратора для удаленной работы с использованием порта IEEE-488 необходимо выполнить следующую процедуру -488: . Данная процедура выбирает GPIB в качестве интерфейса и его выбирает.

1. Включите питание Калибратора. Можно работать с Калибратором во время прогрева, но соответствие техническим характеристикам не гарантируется до окончания прогрева.
2. Нажмите кнопку **SETUP** на передней панели Калибратора.
3. Нажмите показанные ниже функциональные клавиши. Убедитесь, что в качестве порта HOST выбран GPIB. Выберите требуемый адрес порта GPIB (от 0 до 30) при помощи функциональных клавиш UP/DOWN. Заводское значение 4.



gze120f.eps

4. Нажмите кнопку **PREV MENU** (не **ENTER**) несколько раз, пока не появится сообщение STORE CHANGES/DISCARD CHANGES (СОХРАНИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ/ОТМЕНИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ), или, если не было сделано никаких изменений, очистите дисплей. Если выбрать STORE CHANGES (СОХРАНИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ), настройки GPIB и порта Калибратора будут сохранены в энергонезависимой памяти прибора.

Проверка порта IEEE-488

С помощью нижеследующей процедуры тестируется связь через порт IEEE-488 между ПК и Калибратором с использованием утилиты интерактивного управления Win32 Interactive interface cardControl. Эта утилита поставляется с рекомендуемыми интерфейсными платами National Instruments для ПК. (См. Главу 8, «Принадлежности») Типичное подключение показано на рисунке 5-3.

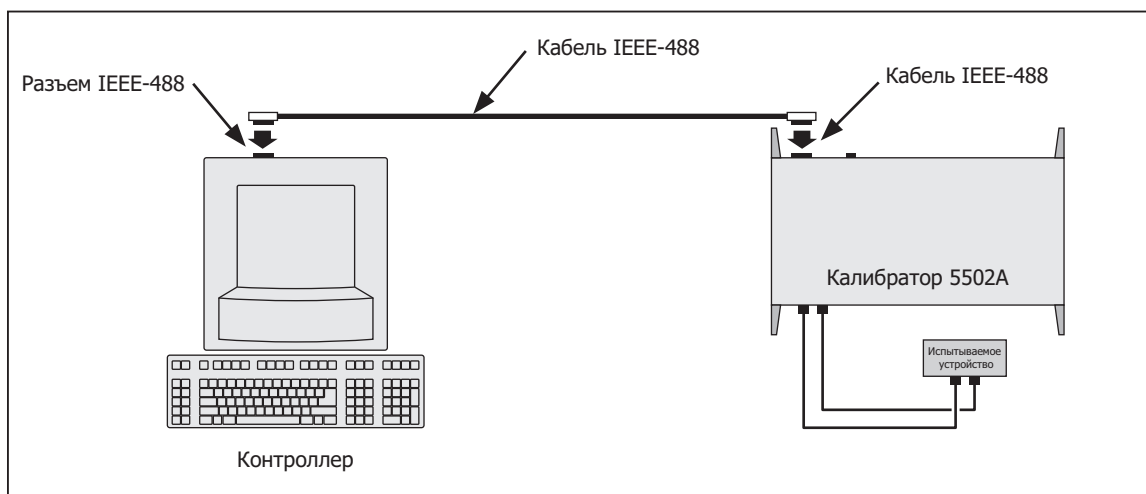
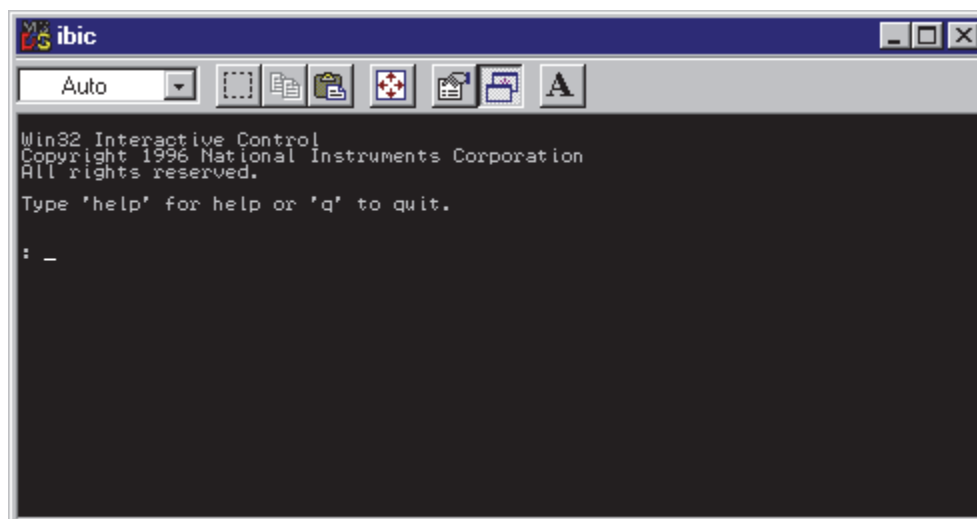


Рис. 5-3. Проверка порта IEEE-488

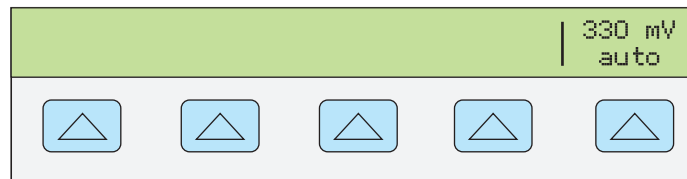
gze043.eps

Выполните следующие действия для проверки работы IEEE-488 с использованием утилиты Win32 Interactive Control.

1. Выполните процедуру "Настройка порта IEEE-488", описанную выше в этой главе, чтобы настроить Калибратор для работы с GPIB. Отметьте адрес порта GPIB (по умолчанию 4).
2. Подключите ПК и порт IEEE-488 Калибратора при помощи стандартного кабеля IEEE-488. (См. в главе 8 "Принадлежности" описание кабелей IEEE-488, поставляемых компанией Fluke.)
3. В программном меню выберите "Программное обеспечение NI-488.2M для ...(вашей операционной системы)".
4. В программном меню NI488.2M выберите "Интерактивное управление Win32".
5. Откроется окно DOS с подсказкой, как показано ниже:



6. В ответ на подсказку введите следующую строку для активации интерфейсной карты IEEE:
`<ibdev 0 4 0 10 1 0>`
 Второе число в этой строке представляет собой первичный адрес Калибратора. Если адрес изменился по отношению к заводскому адресу, измените эту строку соответствующим образом.
7. В подсказке будет выведено `<ud0:>`. В этой подсказке введите `<ibwrt "remote">` и нажмите клавишу ENTER (или RETURN).
8. Убедитесь, что Калибратор управляется дистанционно.
9. Выберите команду Local (Локальное) в меню Control (Управление) и нажмите OK в окне ввода параметров. Проследите, чтобы дисплей управления Калибратора вернулся обратно в состояние сброса (см. ниже).



nn323f.eps

10. В ответ на подсказку `ud0:` введите `<q>` и нажмите клавишу ENTER (или RETURN).

Настройка порта RS-232 Калибратора для работы в дистанционном режиме

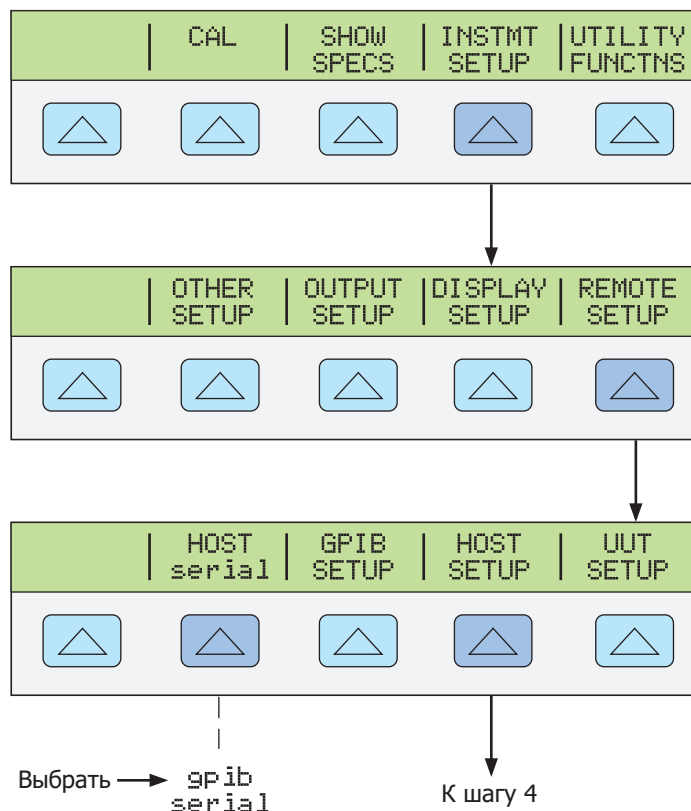
Калибратор полностью программируется по линии связи RS-232 с ПК через расположенный на задней панели порт SERIAL 1 FROM HOST (рисунок 5-2). Можно вводить отдельные команды с терминала, писать собственные программы, например, с помощью языков платформы Windows, таких как Visual Basic, или запускать предоставляемые по отдельному заказу Windows-программы Fluke Calibration, такие как MET/CAL.

Длина кабеля для " " порта RS-232 не должна превышать 15 метров (50 футов), однако допускается кабель большей длины, если емкость нагрузки, измеренная в точке подключения (включая терминатор сигнала) не превышает 2500 пФ.

Процедура настройки порта RS-232 Host

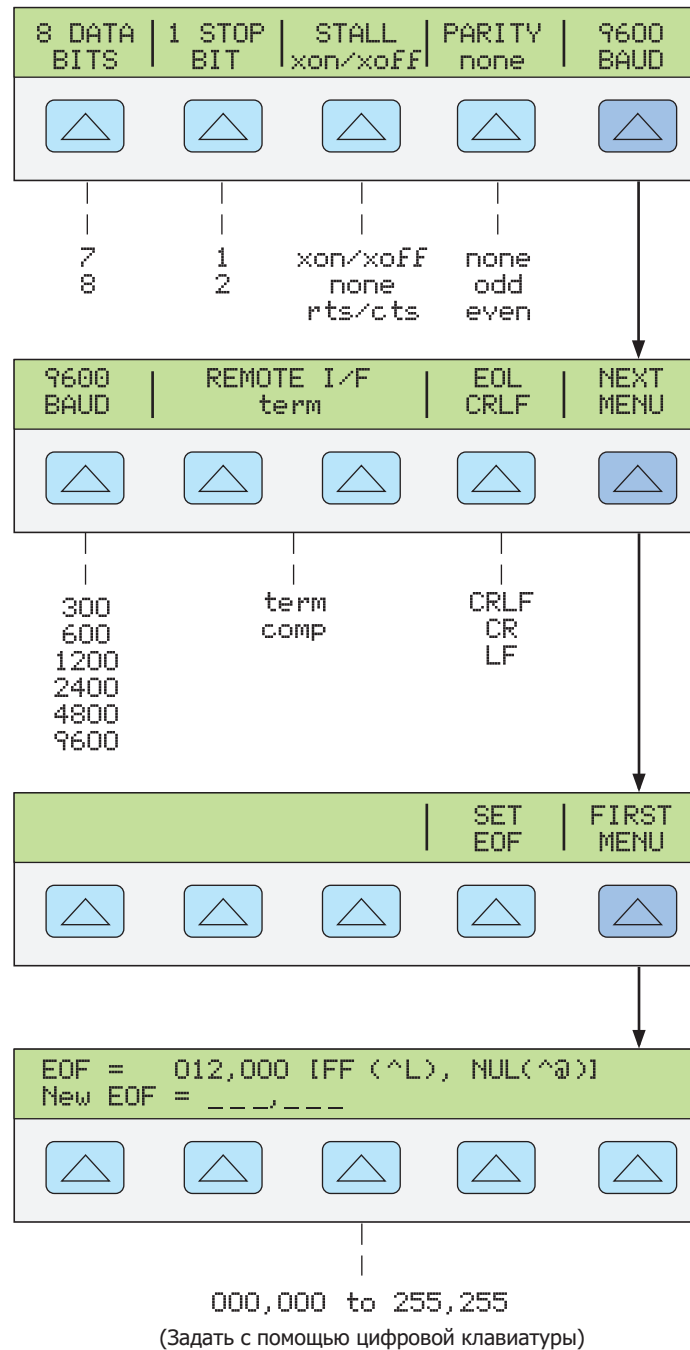
Для настройки порта SERIAL 1 FROM HOST выполните следующую процедуру. Выбранные здесь параметры RS-232 должны соответствовать параметрам настройки порта COM ПК. Стандартными заводскими значениями являются (показаны на дисплее внизу), 9600 бит/с, 8 бит данных, 1 стоп-бит и отсутствие проверки четности. Другие параметры включают управление потоком данных, символ EOL (конец строки) и символ EOF (конец файла).

1. Включение питания Калибратора. Можно работать с Калибратором во время прогрева, но соответствие техническим характеристикам не гарантируется до окончания прогрева.
2. Нажмите кнопку **SETUP** на передней панели Калибратора.
3. Чтобы выбрать последовательный порт для дистанционной работы, нажмите показанные ниже функциональные кнопки, затем перейдите к пункту 4.



gze121f.eps

4. Чтобы выбрать параметры последовательного порта Калибратора HOST в соответствии с параметрами порта COM ПК, нажмите показанные ниже функциональные кнопки. (Назначение отдельных функциональных кнопок обсуждалось в Главе 3, «Функции».) При использовании порта с компьютерной программой, а не для ввода отдельных команд с терминала, выберите значение «Remote I/F comp».



gze122f.eps

5. Нажмите кнопку **PREV MENU** (не **ENTER**) несколько раз, пока не появится сообщение STORE CHANGES/DISCARD CHANGES (СОХРАНИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ/ОТМЕНИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ), или, если не было сделано никаких изменений, очистите дисплей. Если выбрать СОХРАНИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ, настройки последовательного порта Калибратора будут сохранены в энергонезависимой памяти прибора.

Проверка порта хоста RS-232

Выберите или адаптируйте одну из следующих тестовых процедур для проверки порта RS-232 Host Калибратора, подсоединенного к порту COM на ПК. Типичное подключение показано на рисунке 5-4. Следует помнить, что для подключения используется "нуль-модемный" кабель. (См. в Приложении С сведения о кабеле и разъемах RS-232.)

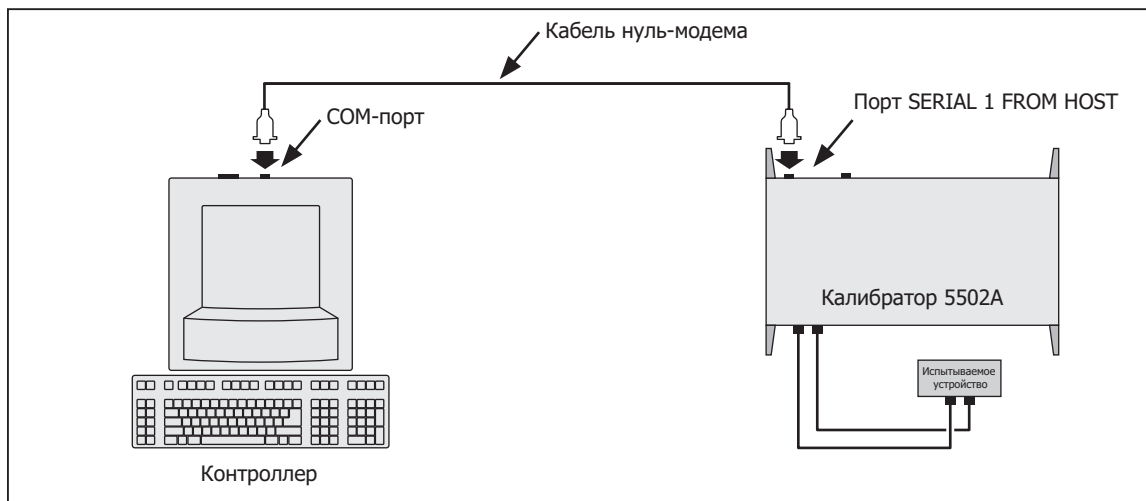


Рис. 5-4. Проверка порта RS-232 Host

gze044.eps

Terminal В этой процедуре используется утилита Terminal, поставляемая с Windows (или равноценная) для проверки работы порта RS-232 Host. Для использования этого метода необходимо выбрать "term" в качестве "Remote I/F" на шаге 4 в процедуре настройки порта RS-232 Host.

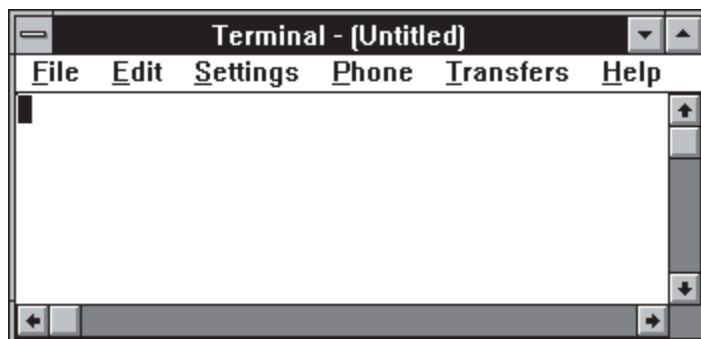
Visual Basic В этой процедуре используется Visual Basic (см. Приложение D) для тестирования порта RS-232 Host и работы порта RS-232 UUT.

Проверка работы порта хоста RS-232 с терминалом

Выполните следующую процедуру для проверки работы порта RS-232 хоста при помощи утилиты Windows Terminal (или аналогичной).

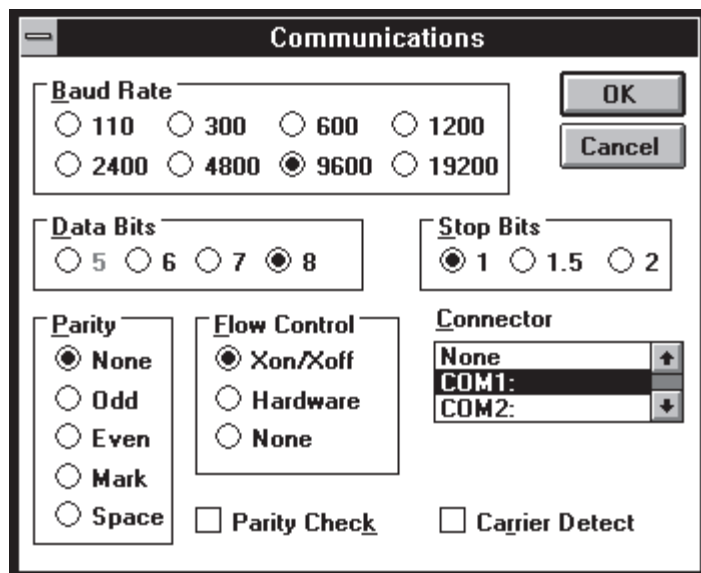
1. Выполните процедуру "Настройка порта RS-232 Host", описанную выше в этой главе, чтобы настроить Калибратор для работы с портом RS-232 Host. Отметьте параметры порта RS-232 Host, выбранные в ходе этой процедуры.
2. Подключите выбранный на ПК порт COM к порту Калибратора SERIAL 1 FROM HOST при помощи стандартного нуль-модемного кабеля RS-232. (См. в Приложении С сведения о кабелях и разъемах RS-232.)
3. Откройте Диспетчер программ Windows на ПК.

4. Откройте Terminal в программной группе Accessory в Диспетчере программ (см. ниже). Если файл конфигурации терминала уже существует, напр., host.trm, выберите нужный файл при помощи команды Открыть в меню Файл и перейдите к шагу 7. В обратном случае перейдите к шагу 5.



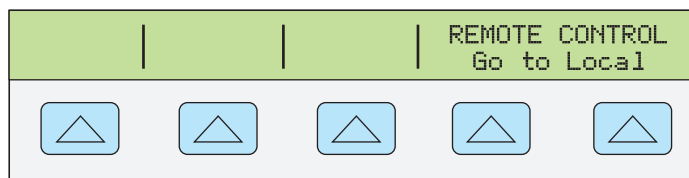
nn308f.bmp

5. Выберите команду Communications (Связь) в меню Setting (Настройка). Введите параметры RS-232, соответствующие выбранным для порта Калибратора. При использовании заводских настроек Калибратора диалоговое окно Communications для COM1 будет выглядеть как приведено ниже. Выберите требуемый порт COM. Щелкните OK.



nn309f.bmp

6. Убедитесь, что Калибратор включен и находится в состоянии сброса. (В случае сомнений нажмите кнопку **RESET** на передней панели Калибратора.)
7. В окне Terminal наберите команду REMOTE и нажмите <Enter>. Дисплей управления Калибратором должен смениться на REMOTE CONTROL (см. ниже).



nn325f.eps

Введенные символы REMOTE должны появиться на экране терминала. Если они не появились на экране, но дисплей перешел в состояние REMOTE CONTROL, обратитесь к шагу 4 процедуры настройки порта RS-232 Host и измените настройку REMOTE I/F с comp на term.

Если на экране отображаются бессмысленные символы, то это значит, что в параметрах RS-232 есть несоответствие. Перейдите на шаг 4 процедуры настройки порта RS-232 Host для задания правильных параметров RS-232, затем повторите текущую процедуру, начиная с шага Начните с шага 5.

Если никаких символов на экране не появляется, перейдите на шаг 3 процедуры настройки порта RS-232 Host для проверки выбора serial для порта Калибратора. Убедитесь, что используется правильный кабель RS-232. Это должна быть "нуль-модемная" конфигурация, в которой линии приема и передачи инвертированы (см. Приложение C). Также следует убедиться в подключении к правильному порту COM персонального компьютера.

8. Наберите команду LOCAL и нажмите <Enter>. Проследите, чтобы дисплей Калибратора вернулся обратно в состояние сброса (см. ниже).



nn323f.eps

Чтобы опробовать и другие команды из набора команд, обратитесь к Главе 6 «Дистанционные команды». По завершении выберите команду Exit (Выход) в меню File (Файл), чтобы закрыть утилиту Terminal.

Совет: Чтобы сохранить параметры связи в утилите Terminal для дальнейшей работы, выберите Save (Сохранить) в меню File (Файл) и введите имя, например, host.trm.

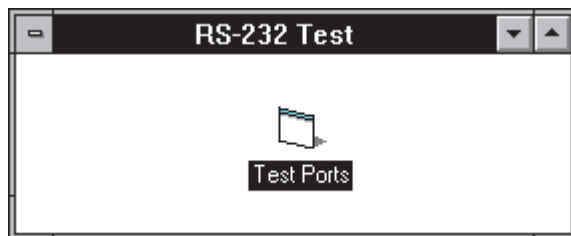
Проверка работы порта хоста RS-232 с Visual Basic

Выполните следующую процедуру для проверки работы RS-232 (хост) с языком программирования Visual Basic на платформе Windows. В процедуре предполагается, что выполнены действия, описанные в Приложении D, "Создание тестовой программы на языке Visual Basic" для создания группы RS-232 Test.

Выполните следующую процедуру для проверки работы RS-232 (хост) с языком программирования Visual Basic на платформе Windows.

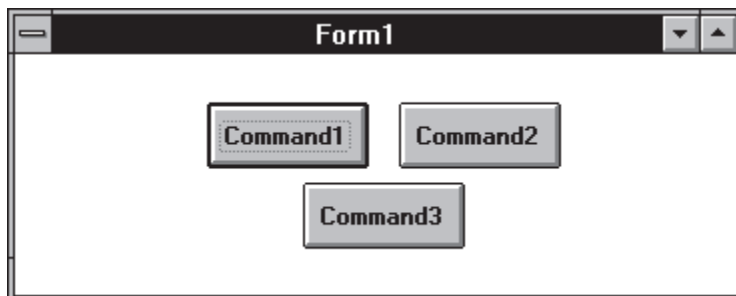
1. Выполните процедуру "Настройка порта RS-232 Host", описанную выше в этой главе, чтобы настроить Калибратор для работы с портом RS-232 Host. Отметьте параметры порта RS-232 Host, выбранные в ходе этой процедуры.

2. Подключите выбранный на ПК порт COM к порту Калибратора SERIAL 1 FROM HOST при помощи стандартного нуль-модемного кабеля RS-232. (См. в Приложении С сведения о кабелях и разъемах RS-232.)
3. Для запуска программы откройте значок Test Ports (Тестирование портов) в программной группе RS-232 Test (см. ниже).



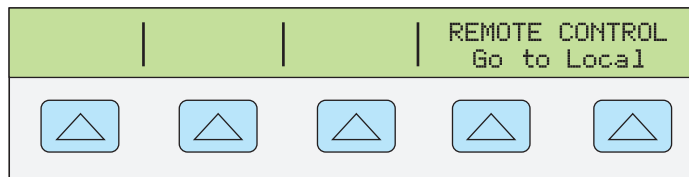
nn310f.bmp

4. Убедитесь, что Калибратор включен и находится в состоянии сброса (при сомнении нажмите **RESET**), затем нажмите кнопку Command1 button (см. ниже).



nn311f.bmp

5. Дисплей управления Калибратором должен смениться на REMOTE CONTROL (см. ниже).



nn325f.eps

6. Нажмите кнопку Command2. Дисплей управления Калибратором должен смениться на REMOTE CONTROL (см. ниже).
 (Кнопка Command3 используется для тестирования порта RS-232 UUT, см. далее в этой главе.)



nn323f.eps

7. Щелкните в верхнем левом углу и выберите Close.

Настройка порта RS-232 UUT для дистанционного управления

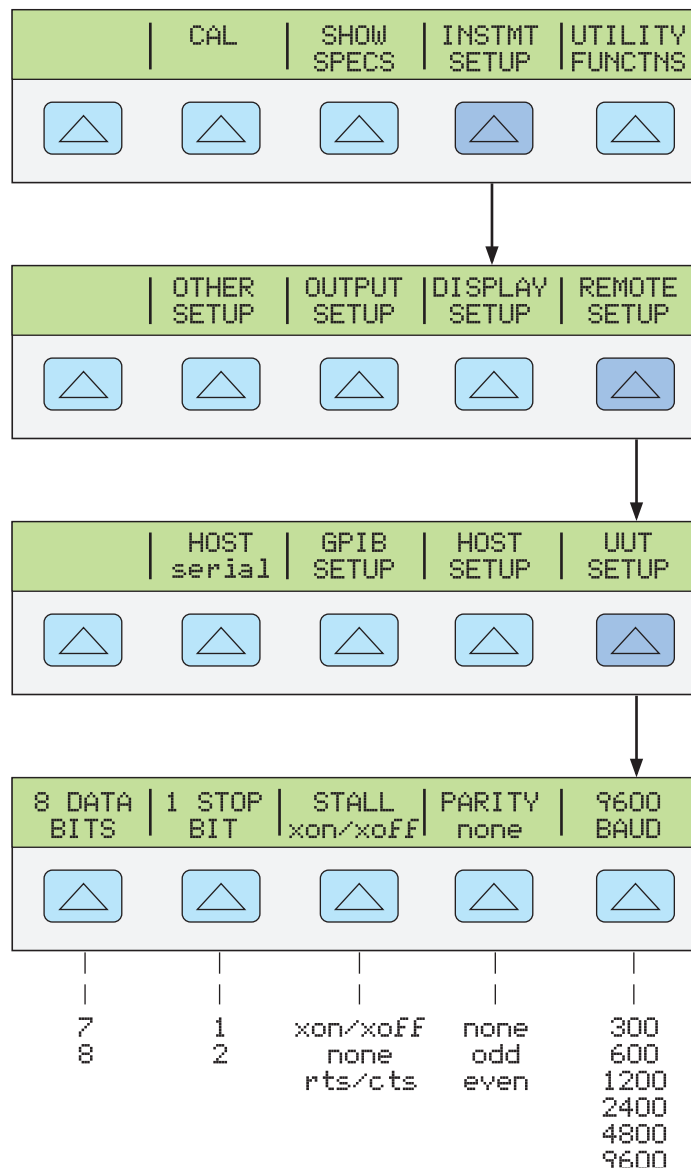
Последовательный порт SERIAL 2 TO UUT соединяет испытываемое устройство с ПК или терминалом через Калибратор (см. рисунки 5-1 и 5-2). «Транзитная» конфигурация устраняет необходимость в двух COM-портах на ПК или терминале. Команды UUT_* (см. Главу 6) служат для управления потоком данных через порт UUT.

Длина кабеля для каждого порта RS-232 не должна превышать 15 метров, однако допускается кабель большей длины, если емкость нагрузки, измеренная в точке подключения (включая терминатор сигнала) не превышает 2500 пФ.

Процедура настройки порта RS-232 UUT

Для настройки порта SERIAL 1 FROM HOST выполните следующую процедуру. Выбранные здесь параметры RS-232 должны соответствовать параметрам настройки порта COM ПК. Стандартными заводскими значениями являются (показаны на дисплее внизу) 9600 бит/с, 8 бит данных, 1 стоп-бит и отсутствие проверки четности. Другие параметры включают управление потоком данных, символ EOL (конец строки) и символ EOF (конец файла).

1. Включение питания Калибратора. Можно работать с Калибратором во время прогрева, но соответствие техническим характеристикам не гарантируется до окончания прогрева.
2. Нажмите кнопку **RESET** на передней панели Калибратора.
3. Чтобы выбрать последовательный порт для дистанционной работы, нажмите показанные ниже функциональные кнопки, затем перейдите к пункту 4.



nn125f.eps

Проверка порта UUT RS-232 с портом хоста RS-232

Выберите или адаптируйте одну из следующих тестовых процедур для проверки порта Калибратора RS-232 UUT через порт RS-232 Host Подключите испытываемое устройство и ПК, как показано на рисунке 5-5. Следует помнить, что для подключения UUT используется НЕ "нуль-модемный" кабель. (См. в Приложении С сведения о кабеле и разъемах RS-232.)

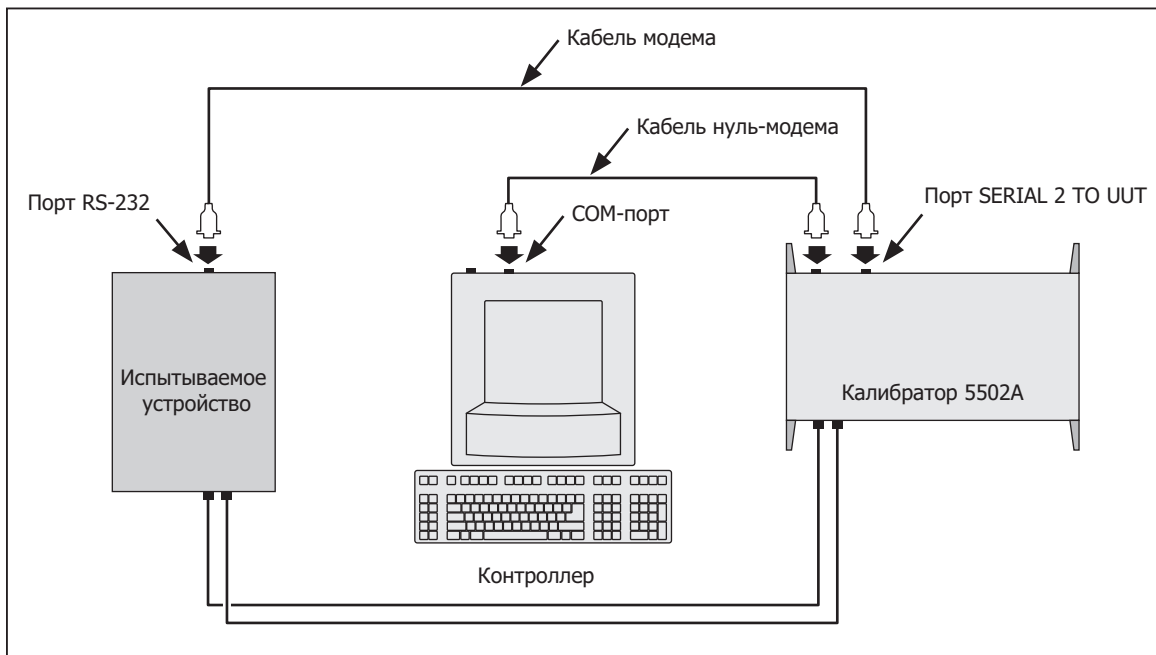


Рисунок 5-5. Тестирование порта Калибратора RS-232 UUT через порт RS-232 Host

Terminal В этой процедуре используется утилита Terminal, поставляемая с Windows (или равноценная) для проверки работы порта RS-232 UUT.

Visual Basic В этой процедуре используется Visual Basic (см. Приложение D) для тестирования порта RS-232 Host и работы порта RS-232 UUT.

Проверка работы порта хоста RS-232 с терминалом

Выполните следующую процедуру для проверки работы порта RS-232 UUT при помощи утилиты Windows Terminal (или аналогичной).

1. Выполните "Процедуру настройки порта RS-232 UUT" для порта Калибратора RS-232 UUT для приведения в соответствие параметрам порта UUT RS-232.
2. Выполните "Тестирование работы порта RS-232 Host при помощи утилиты Terminal" для настройки порта Калибратора RS-232 Host для приведения в соответствие параметрам порта PC COM. После шага 9 вернитесь к этой процедуре и продолжите с указанного ниже шага 3.
3. В окне Terminal введите UUT_SEND "<команда uut>", где <команда uut> представляет собой команду, выбранную для отклика испытываемого устройства, затем нажмите <Enter>. См. результат UUT. Например, чтобы направить на испытываемое устройство команду REMS, используйте UUT_SEND "REMS\n" и нажмите <Enter>.

Следует помнить, что символ \n — возврат каретки (CR) используется в качестве символа конца строки. Среди других возможных характеров \r (перевод строки), \t (табуляция), \b (возврат) and \f (прогон страницы). Если для команд UUT обязательно использование символа конца строки, выберите один или более выше.

Символы UUT_SEND "<uut command>" отображаются так, как были записаны. Если они не появляются на экране, это означает, что интерфейс между ПК и Калибратором не работает. Повторите процедуру "Настройка порта RRS-232 Host" и устраните неполадку.

4. Если команда UUT не выполняется, перейдите на шаг 3 процедуры настройки порта RS-232 UUT для проверки параметров порта RS-232 UUT. Убедитесь также, что испытываемое устройство подключено по модемному кабелю, а не по нуль-модемному. Убедитесь, что команда была записана правильно и имела правильный символ(ы) конца строки, если необходимо.

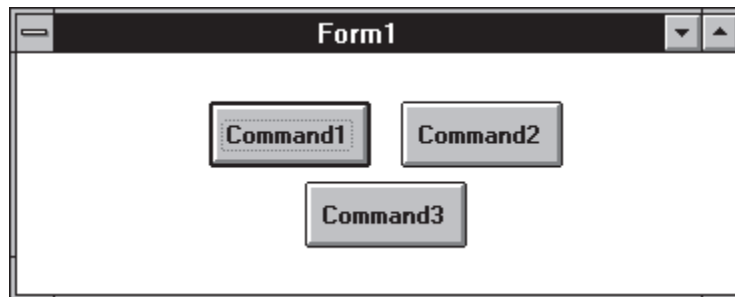
5. По завершении проверки команд UUT выберите команду Exit (Выход) в меню File (Файл), чтобы закрыть утилиту Terminal.

Проверка работы порта UUT RS-232 с Visual Basic

Выполните следующую процедуру для проверки работы порта UUT RS-232 с портом хоста RS-232 с помощью тестовой программы на Visual Basic. Создание программы для теста см. в Приложении D, "Создание тестовой программы на языке Visual Basic".

Выполните следующую процедуру для проверки работы RS-232 (хост) с языком программирования Visual Basic на платформе Windows.

1. Выполните процедуру настройки порта RS-232 UUT, описанную ранее в этой главе, для настройки порта Калибратора RS-232 UUT для приведения в соответствие с параметрами порта UUT RS-232.
2. Выполните проверку работы порта RS-232 Host при помощи Visual Basic для настройки порта Калибратора RS-232 Host. После шага 6 вернитесь к этой процедуре и продолжите с указанного ниже шага 3.
3. Щелкните кнопку Command3 (обычно внизу). Наблюдайте отклик испытываемого устройства на команду, поданную при завершении процедуры (Приложение D) "Создание тестовой программы на языке Visual Basic".



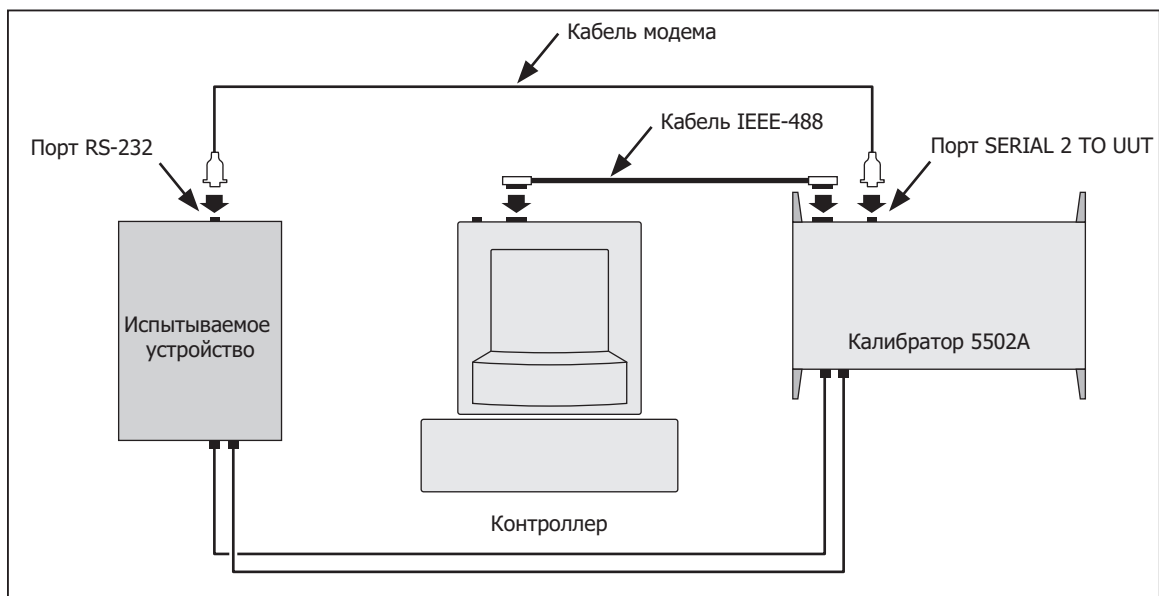
nn311f.bmp

Если UUT не отвечает, проверьте параметры RS-232, установленные для порта Калибратора UUT и для порта UUT. Убедитесь, что для подключения Калибратора к испытываемому устройству используется модемный (не нуль-модемный) кабель. Ознакомьтесь с программой Visual Basic, чтобы убедиться в правильности записи команд UUT и символов конца строки.

4. Чтобы закрыть программу, щелкните в левом верхнем углу и выберите Close.

Проверка порта RS-232 UUT с портом RS-232 хоста

В этой процедуре используется интерактивная утилита Win32 Interactive Control, поставляемая компанией National Instruments с рекомендуемыми интерфейсными платами. картами. Подключите испытываемое устройство, Калибратор и ПК, как показано на рисунке 5-6. Следует помнить, что для подключения UUT используется НЕ "нуль-модемный" кабель. (См. в Приложении С сведения о кабеле и разъемах RS-232.)

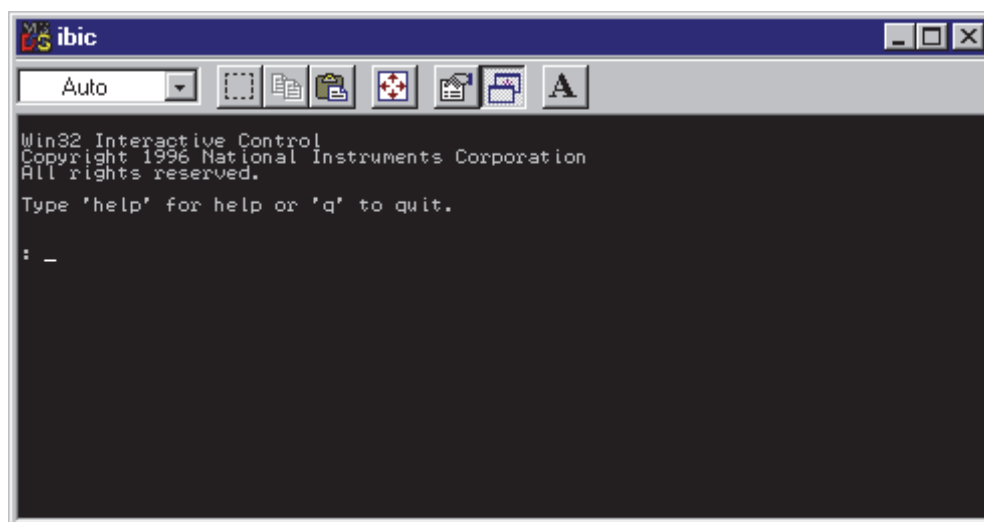


gze046.eps

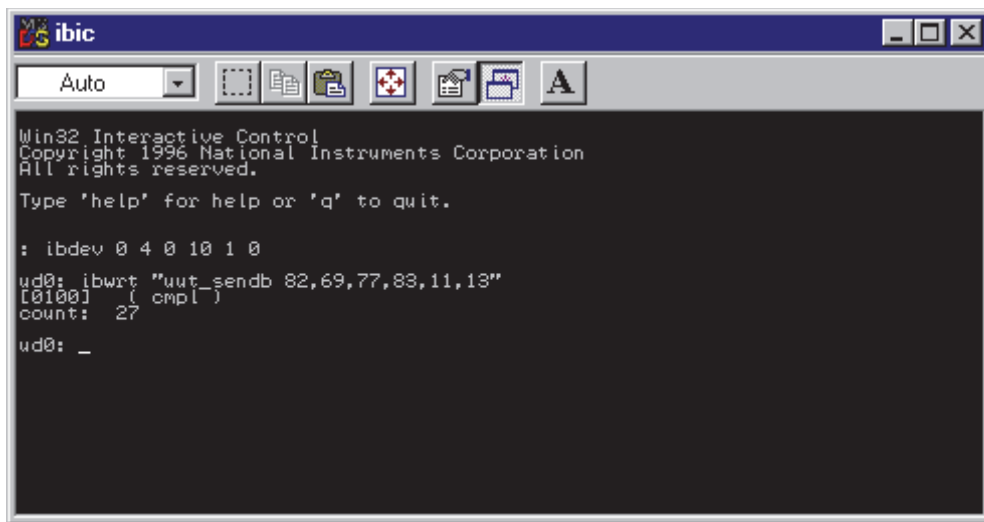
Рисунок 5-6. Тестирование порта RS-232 UUT через порт IEEE-488

Выполните следующую процедуру для проверки работы порта RS-232 UUT через IEEE-488 при помощи утилиты Win32 Interactive Control.

1. Выполните процедуру "Настройка порта IEEE-488", описанную выше в этой главе, чтобы настроить Калибратор для работы с GPIB.
2. Выполните "Проверка порта IEEE-488" для подготовки Калибратора к проверке порта IEEE-488. Перед последним шагом вернитесь к этой процедуре и продолжите с указанного ниже шага 3.
3. Перейдите к пункту Start (Пуск), затем в меню Programs (Программы).
4. Выберите "NI-488.2M software for (Программа NI-488.2M для)... (вашей операционной системы)".
5. В программном меню NI488.2M выберите "Интерактивное управление Win32".
6. Откроется окно DOS с подсказкой, как показано ниже:



7. В ответ на подсказку введите следующую строку для активации интерфейсной карты IEEE:
`<ibdev 0 4 0 10 1 0>`
8. Второе число в этой строке представляет собой первичный адрес Калибратора. Если адрес изменился по отношению к заводскому адресу, измените эту строку соответствующим образом.
9. В подсказке будет выведено `<ud0:>`. В этой строке подсказки введите
`<ibwrt "uut_sendb 82,69,77,83,11,13">`
10. Нажмите клавишу ENTER (или RETURN). Эта команда отправит REMS<CR><LF> на последовательный порт UUT. После ввода команд утилита Win32 Interactive Control покажет состояние команды. При возникновении ошибки проверьте набранную команду или обратитесь к разделу руководства National Instruments, относящемуся к Win32 Interactive Control. Сообщение счетчика содержит число символов, отправленных по шине (см. ниже).



11. Убедитесь, что испытываемое устройство находится в режиме дистанционного управления.
12. В ответ на подсказку `ud0:` введите `<q>` и нажмите клавишу ENTER (или RETURN).

Переключение между режимами дистанционной и автономной работы

В автономном (управление с передней панели) и дистанционном состояниях командой с контроллера Калибратор также может быть переведен в состояние режим блокировки. Автономное, дистанционное и состояние блокировки в общей сложности дают следующие четыре варианта состояний эксплуатации.

Автономное состояние

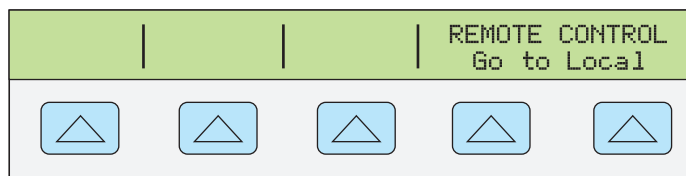
Калибратор реагирует на автономные и дистанционные команды. Это обычный режим работы с передней панелью. Можно использовать любые дистанционные команды.

Автономное состояние с блокировкой

Автономный с блокировкой — то же самое, что и локальный, но Калибратор меняется на дистанционный с блокировкой в качестве альтернативы состоянию дистанционного при приеме дистанционной команды.

состояние дистанционного управления

Когда Калибратор переводится в состояние дистанционного, командой RS-232 REMOTE, или при установлении IEEE-488 линии REN, он переходит в состояние дистанционного. В дистанционном состоянии дисплей выходного сигнала продолжает отображать параметры выходного сигнала или результаты измерений как и при работе в автономном состоянии. Вид дисплея управления изменяется следующим образом:

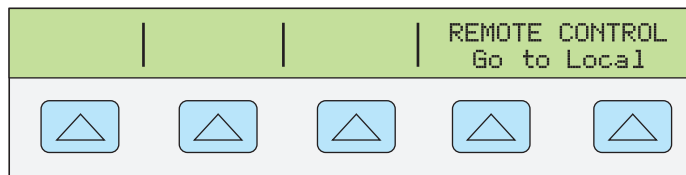


nn325f.eps

В левой части дисплея управления отображаются данные для данной функции вывода, а для управления с передней панели доступно только отключение питания и функциональные кнопки «Go to Local». Нажатие любой из этих функциональных кнопок, использование RS-232 для отправки команды LOCAL или IEEE-488 для отправки сообщения GTL (Go To Local – Переход в автономный режим) возвращает Калибратор в автономный режим.

Дистанционное состояние с блокировкой

Если Калибратор переведен в автономный режим lockout (блокировка), то либо по команде RS-232 LOCKOUT, либо по сообщению IEEE-488 LLO передняя панель Калибратора полностью блокируется. В дистанционном состоянии с блокировкой дисплей управления изменяется следующим образом:



nn325f.eps

В левой части дисплея управления отображается информация в соответствии с текущей выходной функцией. С передней панели доступно только отключение питания. Для возврата Калибратора в автономное состояние с блокировкой необходимо отправить команду RS-232 LOCAL или сообщение IEEE-488 GTL (Go To Local).

В таблице 5-1 представлена сводка возможных переходов между дистанционным и автономным состоянием. (Более подробные сведения по сообщениям IEEE-488 GPIB см. в разделе "Общие сведения об IEEE-488").

Таблица 5-1. Изменение состояния работы

Из	В	Передняя панель	Сообщение GPIB	Команда через последовательный порт
Автономное	Дистанционное		MLA (REN Истинно)	REMOTE
	Автономное с блокировкой		LLO	LOCKOUT
Дистанционное	Автономное	Функциональная кнопка «Go to Local»	GTL или REN False (Ложно)	LOCAL
	Дистанционное с блокировкой		LLO	LOCKOUT
Автономное с блокировкой	Автономное		REN Ложно	LOCAL
	Дистанционное с блокировкой		MLA (REN Истинно)	REMOTE
Дистанционное с блокировкой	Автономное		REN Ложно	REMOTE
	Автономное с блокировкой		GTL	

Обзор интерфейса RS-232

Порты RS-232 Калибратора соответствуют стандарту EIA (Electronic Industries Association) на интерфейс RS-232. RS-232 является портом передачи последовательных двоичных данных на скорости от 300 до 9600 бод (по выбору) на расстояние до 15 метров (50 футов). Порт SERIAL 1 FROM HOST на задней панели Калибратора настраивается как DTE (Оконечное устройство), а порт SERIAL 2 TO UUT настраивается как DCE (Оборудование для передачи данных). См. Приложение С для получения информации о кабеле и разъеме RS-232. Более подробную информацию см. в стандарте EIA на интерфейс RS-232.

Сводка данных по RS-232 (правила, интерфейс и символика) приведены в таблице 5-2.

Таблица 5-2. Интерфейсные соединения RS-232

Мнемонический	Описание
CTS	Разрешение на передачу
DB-9	Разъем DB, 9 штырьков
DB-25	Разъем DB, 25 штырьков
DCD	Обнаружение информационного сигнала
DCE	Оборудование для передачи данных
DSR	Готовность набора данных
DTE	Терминальное оборудование
DTR	Готовность оконечного устройства
GND	Заземление
RI	Кольцевой индикатор
RLSD	Детектор принимаемого сигнала
RTD	Запрос на передачу
RX	Приемная линия
TX	Линия передачи

Обзор интерфейса IEEE-488

Параллельный интерфейс IEEE-488 отправляет команды как данные и принимает результаты измерений и сообщения как данные. Максимальная скорость обмена данными составляет 1 МБайт, при максимальной суммарной длине соединительных кабелей 20 м. Длина одного кабеля не должна превышать 4 метра. Некоторые команды зарезервированы для работы с последовательным интерфейсом RS-232, поскольку эти функции должны быть реализованы как сообщения IEEE согласно стандартам IEEE. Например, команда REMOTE может быть отправлена в виде данных по интерфейсу IEEE-488 для перевода Калибратора в дистанционное состояние, а не из-за того, что дистанционная функция должна быть отправлена на устройство в виде однострочного сообщения REN, что необходимо в стандартах IEEE. Это также верно для некоторых других команд и функций, как показано ниже, с эмуляцией эквивалента RS-232. Сводка сообщений IEEE-488 приведена в Таблице 5-3.

Таблица 5-3. Эмуляция RS-232 сообщений IEEE-488

Сообщение IEEE-488	Эквивалент RS-232
GTL	Команда LOCAL
GTR	Команда REMOTE
LLO	Команда LOCKOUT
SDC, DCL	Символ ^C (<Cntl> C) [очищает устройство]
GET	Символ ^T (<Cntl> T) [выполняет групповое переключение]
SPE, SPD	Символ ^P (<Cntl> P) [печатает строку последовательного опроса]
UNL, UNT	(не эмулируется на RS-232)

Интерфейс IEEE-488 основан на стандартах IEEE 488.1 и 488.2. Подробные сведения см. в самих стандартах IEEE-488.1 и IEEE-488.2.

IEEE-488.1 IEEE-488.1 представляет собой аппаратную часть интерфейса. Параллельные линии передачи сигнала делятся на восемь линий шины данных, три линии квитирования и пять линий управления шиной. Линии квитирования предназначены для тактирования обмена данными. По линиям управления шиной контролируются операции обмена данными. Линия ATN указывает на использование линий DIO для адресов или сообщений (истинно) или для данных DIO (ложно). Линия EOI используется вместе с линиями данных для маркировки конца сообщения и вместе с линией ATN для опроса. Линий SRQ используется устройствами для отображения контроллера, которому необходимо обслуживание. Линия IFC используется контроллером для быстрого переключения всех устройств на шине с передачи на прием. Линия REN используется для переключения в дистанционное и автономное состояния.

IEEE-488.2 IEEE-488.2 представляет собой программную часть интерфейса, в которой задается формат данных, общие команды, протокол обмена сообщениями и реализация состояний регистров.

Далее следуют сведения, необходимые для расшифровки столбцов на рис. 5-7 В Приложении С показаны типовые цоколевки разъемов IEEE-488.

Тип М - многострочный
 U - однострочный

Класс AC - адресная команда	DD - устройство-зависимая
AD - адрес (передача или прием)	HS - квитирование
UC - универсальная команда	SE - второстепенная
ST - состояние	

Прочее B1, B2, и т.д. - Информационные

биты	Логический ноль = 0 = Ложно
Пробел - Условие несущественно	Логическая единица = 1 = Истинно

ОПИСАНИЕ СООБЩЕНИЯ				ШИНА ДАННЫХ								КВИТИ- РОВАНИЕ			УПРАВЛЕНИЕ ШИНОЙ				
M N E M	ИМЯ СООБЩЕНИЯ	T Y P E	C L A S S	D I 8	D I 7	D I 6	D I 5	D I 4	D I 3	D I 2	D I 1	D A B	N R F	N D A C	A T N	E O I	S R Q	I P C	R E N
ACG	Группа адресных команд	M	Перемежный ток		0	0	0								1				
ATN	Внимание!	U	UC												1				
DAB	Байт данных	M	DD	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1				0				
DAC	Данные приняты	U	HS											0					
DAV	Данные действительны	U	HS									1							
DCL	Сброс устройства	M	UC		0	0	1	0	1	0	0				1				
END	Конец	U	ST												0	1			
EOS	Конец цепочки	M	DD	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1				0				
GET	Триггер выполнения группы	M	Перемежный ток		0	0	0	1	0	0	0				1				
GTL	Переход в автономный	M	Перемежный ток		0	0	0	0	0	0	1				1				
IDY	Идентификация	U	UC													1			
IFC	Сброс интерфейса	U	UC															1	
LAG	Группа адресов приема	M	AD		0	1									1				
LLO	Блокировка автономного режима	M	UC		0	0	1	0	0	0	1				1				
MLA	Мой адрес приема	M	AD		0	1	B5	B4	B3	B2	B1				1				
MTA	Мой адрес передачи	M	AD		1	0	B5	B4	B3	B2	B1				1				
MSA	Мой вторичный адрес	M	SE		1	1	B5	B4	B3	B2	B1				1				
NUL	Пустой байт	M	DD		0	0	0	0	0	0	0								
OSA	Другой вторичный адрес	M	SE	(OSA = SCG и MSA-NOT)															
OTA	Другой адрес передачи	M	AD	(OTA = TAG и MTA-NOT)															
PCG	Первичная группа команд	M	----	(PCG = ACG или UCG или LAG или TAG)															
PPC	Настройка параллельного опроса	M	Перемежный ток		0	0	0	0	1	0	1				1				
PPE	Включить параллельный опрос	M	SE		1	1	0	B4	B3	B2	B1				1				
PPD	Выключить параллельный опрос	M	SE		1	1	1	B4	B3	B2	B1				1				
PPR1	Ответ параллельного опроса 1	U	ST								1				1	1			
PPR2	Ответ параллельного опроса 2	U	ST							1					1	1			
PPR3	Ответ параллельного опроса 3	U	ST						1						1	1			
PPR4	Ответ параллельного опроса 4	U	ST					1							1	1			
PPR5	Ответ параллельного опроса 5	U	ST				1								1	1			
PPR6	Ответ параллельного опроса 6	U	ST			1									1	1			
PPR7	Ответ параллельного опроса 7	U	ST		1										1	1			
PPR8	Ответ параллельного опроса 8	U	ST	1											1	1			
PPU	Параллельный опрос не настроен	M	UC		0	0	1	0	1	0	1				1				
REN	Удаленный включен	U	UC																1
RFD	Готов к данным	U	HS										0						
RQS	Запрос на обслуживание	U	ST		1										0				
SCG	Вторичная группа команд	M	SE		1	1									1				
SDC	Сброс выбранного устройства	M	Перемежный ток		0	0	0	0	1	0	0				1				
SPD	Выключить последовательный опрос	M	UC		0	0	1	1	0	0	1				1				
SPE	Включить последовательный опрос	M	UC		0	0	1	1	0	0	0				1				
SRQ	Запрос на обслуживание	U	ST														1		
STB	Байт состояния	M	ST	B8		B6	B5	B4	B3	B2	B1				0				
TCT	Принятие управления	M	Перемежный ток		0	0	0	1	0	0	1				1				
TAG	Группа адресов передачи	M	AD		1	0									1				
UCG	Универсальная группа команд	M	UC		0	0	1								1				
UNL	Прекращение приема	M	AD		0	1	1	1	1	1	1				1				
UNT	Прекращение передачи	M	AD		1	0	1	1	1	1	1				1				

Рисунок 5-7. Удаленное кодирование сообщения IEEE-488

Использование команд

Взаимодействие между контроллером и Калибратором состоит из команд, запросов и сообщений интерфейса. Хотя команды взяты из стандарта 488.2, их можно использовать и на интерфейсе IEEE-488 или RS-232, но некоторые указанные RS-232 команды предназначены только для RS-232. (Дополнительную информацию о структуре команд см. в стандарте IEEE 488.2.)

Справочная информация о командах приведена в главе 6, "Дистанционные команды".

Все команды и единицы можно вводить в ВЕРХНЕМ или в нижнем регистре.

Существует четыре отдельных конфигурации дистанционного управления, которые используют команды, запросы и сообщения интерфейса: IEEE-488, Режим терминала RS-232, Режим компьютера RS-232 и Транзитный режим RS-232. (в данной главе приведена настройка и проверка каждого из режимов.)

Режим IEEE-488 Режим IEEE-488 используется, когда Калибратор работает под управлением компьютерной программы. В этом режиме необходимая информация и сообщения интерфейса ставятся в очередь и возвращаются по команде.

Режим терминала RS-232 Режим терминала RS-232 является интерактивным режимом, когда оператор вводит команды, с немедленным возвращением запрошенной информации (запросы) и сообщений интерфейса.

Режим компьютера RS-232 Режим компьютера RS-232 используется, когда Калибратор работает под управлением компьютерной программы. В этом режиме запрошенная информация и сообщения интерфейса ставятся в очередь и возвращаются по команде.

Транзитный режим RS-232 Транзитный режим RS-232 используется для передачи команд с ПК на испытываемое устройство через Калибратор. Эта конфигурация используется, если на испытываемом устройстве имеется порт RS-232. Команды на испытываемое устройство подаются с использованием команды UUT_SEND , для получения ответа используется команда UUT_RECV? , а команда UUT_FLUSH очищает буфер испытываемого устройства в Калибраторе.

Типы команд

Команды Калибратора могут быть сгруппированы в одну или более категорий, в зависимости от выполняемых ими функций. Ниже описана каждая из категорий.

Устройство-зависимые команды

Устройство-зависимые команды являются уникальными для Калибратора. Примером устройство-зависимой команды является следующая:

OUT 100 V, 1 A, 60 HZ

являющаяся командой Калибратору на выдачу мощности 100 Вт переменного тока.

Общие команды

Общие команды определены стандартом IEEE 488.2 и являются общими для большинства шинных устройств. Общие команды всегда начинаются с символа *. Общие команды доступны при использовании интерфейса IEEE-488 или RS-232 для дистанционного управления. Примером общей команды является следующая:

*IDN?

по этой команде Калибратор передает идентификационную строку прибора.

Команды запросов

Команды запросов запрашивают информацию. Эта информация предоставляется при исполнении команды или когда информация помещается в буфер до запроса. Примером одной из команд запроса, которые всегда заканчиваются знаком вопроса, является следующая:

RANGE?

Эта команда дает указание Калибратору вернуть значение первичного и вторичного выходного сигнала.

Интерфейсные сообщения (IEEE-488)

Интерфейсные сообщения управляют потоком данных через интерфейсную шину IEEE-488. Все такие команды, как адресация устройств, сброс, квитирование и команды на размещение байтов состояния на шине, управляются интерфейсными сообщениями. Некоторые из интерфейсных сообщений имеют вид переходов состояний выделенных линий управления. Остальные интерфейсные сообщения отправляются через линии данных с сигналом ATN "истинно".

Примечание

Все устройство-зависимые и общие команды отправляются через линии данных с сигналом ATN "истинно".

По поводу интерфейсных сообщений необходимо учесть, что, в отличие от устройство-зависимых и общих команд, интерфейсные сообщения отправляются не буквально (напрямую). Например, при отправке на Калибратор устройство-зависимого запроса контроллер автоматически отправляет интерфейсное сообщение MTA (Мой адрес передачи).

Стандарты IEEE-488 определяют интерфейсные сообщения. В Таблице 5-4 перечислены интерфейсные сообщения, принимаемые Калибратором. В Таблице 5-4 также показаны операторы BASIC для создания интерфейсных сообщений. В Таблице 5-5 перечислены интерфейсные сообщения, отправляемые Калибратором. Символы, перечисленные в этих таблицах, не отправляются в команды BASIC PRINT как команды, в этом смысле они отличаются от устройство-зависимых и общих команд.

Интерфейсные сообщения в большинстве случаев обрабатываются автоматически. Например, сообщения квитирования DAV, DAC и RFD автоматически передаются под управлением самого интерфейса прибора, поскольку каждый байт подается по шине.

Таблица 5-4. Интерфейсные сообщения IEEE-488 (полученные)

Мнемонический	Наименование	Функция
ATN	Внимание!	Контрольная строка, которая, если она задана, уведомляет все приборы на шине о том, что следующие байты данных являются интерфейсным сообщением. Если сигнал ATN на нижнем уровне, то следующие байты данных интерпретируются как устройство-зависимые или как общие команды, адресованные конкретному прибору.
DAC	Данные приняты	Устанавливает сигнал квитирования линии NDAC на нижнем уровне.
DAV	Данные действительны	Выставляет сигнал квитирования линии DAV.
DCL	Сброс устройства	Сбрасывает входные/выходные буферы.
END	Конец	Сообщение, подаваемое, когда контроллер выставляет сигнал EOI перед отправкой байта.
GET	Триггер выполнения группы	Включает измерение термпары и помещает результат в выходной буфер.
GTL	Переход в автономный	Переводит управление Калибратором из одного из удаленных состояний в одно из автономных, см. таблицу 5-1.
LLO	Блокировка автономного состояния	Переводит управление Калибратором из удаленного состояния в автономное, см. таблицу 5-1.
IFC	Сброс интерфейса	Контрольная линия, которая переводит интерфейс в состояние покоя.
MLA	Мой адрес приема	Определяет конкретное устройство на шине в качестве приемника. Контроллер автоматически посылает MLA, когда он направляет устройство-зависимую или общую команду на конкретный прибор.
MTA	Мой адрес передачи	Определяет конкретное устройство на шине в качестве передатчика. Контроллер автоматически посылает MTA, когда он направляет устройство-зависимый или общий запрос на конкретный прибор.
REN	Удаленный включен	Переводит управление Калибратором из удаленного состояния в автономное, смю таблицу 5-1.
RFD	Готов к данным	Устанавливает сигнал квитирования линии NRFD на нижний уровень.
SDC	Сброс выбранного устройства	Выполняет то же самое, что и DCL, но только если Калибратор в настоящий момент установлен в режим приемника.
SPD	Выключить последовательный опрос	Отменяет действие команды "Включить последовательный опрос"
SPE	Включить последовательный опрос	После получения Калибратором сообщения, он отображает Status Byte (байт статуса) при следующем обращении в качестве передающего по интерфейсу GPIB.
UNL	Прекращение приема	Прекращает адресацию конкретного устройства на шине в качестве приемника. Контроллер отправляет UNL автоматически после того, как устройство успешно примет устройство-зависимую или общую команду.
UNT	Прекращение передачи	Прекращает адресацию конкретного устройства на шине в качестве приемника. Контроллер отправляет UNL автоматически после того, как устройство успешно примет устройство-зависимый или общий запрос.

Таблица 5-5. Интерфейсные сообщения IEEE-488 (отправленные)

Мнемонический	Наименование	Функция
END	Конец	Сообщение, подаваемое, когда Калибратор выставляет контрольную строку EOI. Калибратор выставляет EOI, когда он передает ASCII-символ LF в качестве завершающей цепочки или терминатора.
DAC	Данные приняты	Устанавливает сигнал квитирования линии NDAC на нижнем уровне.
DAV	Данные действительны	Выставляет сигнал квитирования линии DAV.
RFD	Готов к данным	Устанавливает линию квитирования NRFD на нижнем уровне.
SRQ	Запрос на обслуживание	Контрольная линия, которую устройство на шине может обеспечить на отображение необходимости уделить внимание. См. «Проверка состояния Калибратора».
STB	Байт состояния	Байт состояния отправляется Калибратором при ответе на последовательный опрос (интерфейсное сообщение SPE).

Составные команды

Составные команды состоят из двух или более команд, расположенных в одной командной строке. Например, следующие две команды могут быть введены по отдельности,

OUT 1 V, 60 HZ

OPER

когда Калибратор воспроизводит сигнал переменного тока напряжением 1 В и частотой 60 Гц, а затем переходит в рабочий режим. Но их также можно объединить в одной командной строке:

OUT 1 V, 60 HZ ; OPER

с использованием точки с запятой в качестве разделителя. Следует соблюдать внимательность в случае, когда составная команда включает связанные команды. (См. «Связанные команды».)

Связанные команды

Связанные команды это две или более команд, входящих в составную команду (см. «Составные команды»), которые выполняют взаимосвязанные действия, могущие вызвать неисправность. Команды в связанной команде разделяются символом ";". Составные команды, в состав которых входят только связанные команды, не зависят от их порядка.

В Главе 6 связанные команды отмечены флажком.

Связанные команды, но не команды scope:

CUR_POST DBMZ DC_OFFSET HARMONIC OUT WAVE

Примером взаимного влияния связанных команд является команда

*RST; OUT 100V, 1kHz; WAVE SINE

за которой следуют команды

WAVE TRI

OUT 10V, 1kHz

Команда WAVE TRI вызывает ошибку. При 100 В допускаются только синусоидальные сигналы. Команды WAVE и OUT являются связанными. Поэтому составная команда

WAVE TRI; OUT 10V, 1kHz

успешно. Команды WAVE и OUT программируются совместно, и при 10 В допускаются пилообразные сигналы.

Перекрывающиеся команды

Команды, выполнение которых начинается, но для выполнения которых требуется немного больше времени, называются перекрывающимися командами, потому что они могут перекрываться другими командами до того, как будет закончено их выполнение.

В Главе 6 перекрывающиеся команды отмечены флажком.

Перекрывающиеся команды, но не команды score:

DBM	OPER	TSENS_TYPE
DC_OFFSET	OUT	WAVE
DPF	PHASE	ZCOMP
DUTY	RANGELCK	
EARTH	*RST	
HARMONIC	RTD_TYPE	
INCR	STBY	
LCOMP	TC_OFFSET	
LOWS	TC_OTCD	
MULT	TC_REF	
OLDREF	TC_TYPE	

Можно использовать команду *WAI, чтобы дождаться завершения перекрывающейся команды перед выполнением следующей команды. Например:

OUT 1 V, 1 A, 60 HZ ; *WAI

Можно также использовать команды состояния *OPC и *OPC? для определения завершения перекрывающихся команд. (см. «Проверка состояния Калибратора 5502A»)

Последовательные команды

Команды, которые выполняются немедленно, называются последовательными командами.

В Главе 6 последовательные команды отмечены флажком.

Большая часть команд является последовательными.

Команды, в которых необходим переключатель Calibration

Для установки даты переключатель CALIBRATION должен быть в положении ENABLE.

CLOCK (при установке даты, но не времени)
FORMAT ALL
FORMAT CAL
*PUD

При попытке использования этих команд с переключателем CALIBRATION в положении NORMAL в очередь ошибок делается соответствующая запись. (Или к возвращению сообщения об ошибке в режиме терминала RS-232.)

Команды только для RS-232

Флажок RS-232 указывает на интерфейсную команду RS-232.

Оба интерфейса IEEE-488 и RS-232 отправляют команды на Калибратор в виде данных, за исключением тех функций IEEE-488, которые могут быть реализованы как сообщения согласно стандартам IEEE-488. Например, интерфейс RS-232 использует команду REMOTE для перевода Калибратора в дистанционный режим. Хотя интерфейс IEEE-488 также мог бы отправлять команду REMOTE в виде данных, он этого не делает, так как это одна из функций, которые должны быть реализованы посредством стандартов IEEE-488. Связь между этими сообщениями IEEE-488 и эквивалентной эмуляцией для RS-232 показана в Таблице 5-6.

Таблица 5-6. Команды только для RS-232

Сообщение IEEE-488 ^[1]	Эквивалент RS-232
GTL	Команда LOCAL
GTR	Команда REMOTE
LLO	Команда LOCKOUT
SRQ	Команда SRQSTR
SDC, DCL	Символ ^C (<Cntl> C) [очищает устройство]
GET	Символ ^T (<Cntl> T) [выполняет групповое переключение]
SPE, SPD	Символ ^P (<Cntl> P) [печатает строку последовательного опроса]
[1] См. "Функционирование IEEE-488" далее в этой главе.	

В дополнение к командам, и специальным символам, которые эмулируют указанные выше функции IEEE-488, имеется еще несколько команд, которые связаны с работой и управлением имеющимся портом RS-232 Host и, тем самым, никак не связаны с работой IEEE-488. Сюда входят следующие шесть команд.

SP_SET	SPLSTR	SRQSTR
SP_SET?	SPLSTR?	SRQSTR?

Команды только для IEEE-488

Флажком IEEE-488 отмечены команды, используемые только с интерфейсом IEEE-488. Это все команды, кроме тех, что используются для работы RS-232. (См. "Команды только для RS-232".) Все команды передаются по интерфейсу IEEE-488 в виде данных, кроме команд LOCAL, REMOTE и LOCKOUT, которые реализуются в рамках стандартов IEEE как сообщения (см. Таблицу 5-7).

Таблица 5-7. Команды только для IEEE-488

Сообщение IEEE-488 ^[1]	Представление команд
GTL	Команда LOCAL
GTR	Команда REMOTE
LLO	Команда LOCKOUT
SRQ	Команда SRQSTR
SDC, DCL	Очистка устройства
GET	Групповое переключение
SPE, SPD	Печать строки последовательного опроса
[1] См. "Функционирование IEEE-488" далее в этой главе.	

Синтаксис команд

Следующие правила синтаксиса применимы для всех дистанционных команд. Также приводится информация о синтаксисе ответных сообщений.

Правила синтаксиса параметров

В таблице 5-8 приводится список допустимых в параметрах команды и ответных сообщениях единиц. Все команды и единицы можно вводить в ВЕРХНЕМ или в нижнем регистре.

Таблица 5-8. Допустимые для использования в параметрах и ответных сообщениях единицы

Единицы	Значение
HZ	Частота в герцах
KHZ	Частота в килогерцах
MHZ	Частота в мегагерцах
UV	Напряжение в микровольтах
MV	Напряжение в милливольтках
V	Напряжение в вольтах
KV	Напряжение в киловольтах
UA	Ток в микроамперах
MA	Ток в миллиамперах
A	Ток в амперах
PCT	Проценты
PPM	Миллионная часть
DBM	Напряжение в децибелах относительно мощности 1 милливатт на нагрузке 600 Ω

OHM	Сопротивление в омах
KOHM	Сопротивление в килоомах
MOHM	Сопротивление в мегаомах
NF	Емкость в нанофарадах
PF	Емкость в пикофарадах
UF	Емкость в микрофарадах
MF	Емкость в миллифарадах
F	Емкость в фарадах
CEL	Температура в градусах Цельсия
FAR	Температура в градусах Фаренгейта
NS	Время в наносекундах
US	Время в микросекундах
MS	Время в миллисекундах
S	Время в секундах

Общие правила Общие правила использования параметра:

1. Если команда имеет более одного параметра, параметры должны разделяться запятыми. Например: OUT 1V, 2A
2. Числовые параметры могут иметь до 15 значащих цифр, а степенной множитель может быть в пределах $\pm 1.0E\pm 20$.
3. При включении слишком большого или слишком малого числа параметров происходит ошибка.
4. Отсутствие параметра вызывает ошибку, например, две соседние запятые в команде OUT 1V, ,2A
5. Выражения, например $4+2*13$, не разрешается использовать как параметры.
6. Двоичные блоки данных должны быть в одном из двух форматов: формат неопределенной и определенной длины (оба являются стандартными в IEEE-488.2).

Неопределенная длина Формат неопределенной длины принимает байты данных начиная с #0 и до символа ASCII перевод строки, полученного по сигналу EOI (для RS-232 просто перевод строки или возврат каретки обозначает конец блока).

Определенная длина Формат определенной длины указывает количество байтов данных. #n и n-значное число стоит до байтов данных. n-значное число определяет количество следующих за ним байтов данных. Например, см. описание команд UUT_SEND и *PUD в Главе 6.

Дополнительные символы пробела или табуляции

При описании команд в Главе 6, показаны параметры, разделенные пробелами. После команды обязательно должен быть один пробел (кроме случая отсутствия параметров). Все остальные пробелы не являются обязательными. Пробелы в руководстве поставлены для удобства чтения, и их можно не ставить или игнорировать. По необходимости можно поставить больше пробелов или знаков табуляции между параметрами. Больше пробелов в параметре, как правило, не допускается. Они разрешены между числом и связаны с множителем или единицей. В Главе 6 имеются примеры команд, параметры которых или ответные сообщения не являются очевидными.

Символы завершения

В таблице 5-9 приводится сводка символов завершения для дистанционных интерфейсов IEEE-488 и RS-232.

Таблица 5-9. Символы завершения

Функция завершения	ASCII-символы		Символ конца управляющей команды	Символ конца языковой команды
	Числовой	Программный		
Возврат каретки (CR)	13	Chr(13)	<Cntrl> M	\n
Перевод строки (LF)	10	Chr(10)	<Cntrl> J	\r
Забой (BS)	8	Chr(8)	<Cntrl> H	\b
Перевод страницы (FF)	12	Chr(12)	<Cntrl> L	\f
Примеры: Режим терминала RS-232 OUT 1 V, 60 Hz <Enter> UUT_SEND "REMS/n" <Enter> UUT_SEND #205REMS^M <Enter> (^M означает <cntrl>M) Режим компьютера RS-232 Comm1.Output = "OUT 1 V, 60 Hz" + Chr(10) (типичный для Visual Basic) Comm1.Output = "UUT_SEND ""REMS/n"" " Chr(10) Режим IEEE-488 OUT 1 V, 60 Hz (только команды) UUT_SEND "REMS\n"				

Интерфейс IEEE-488 Калибратор отправляет ASCII-символ LF с управляющей линией EOI на высоком уровне в качестве символа завершения ответного сообщения. В качестве символа завершения Калибратор распознает следующие символы при их обнаружении во входящих данных.

- Символ ASCII LF
- Любой символ ASCII, отправленный вместе с заданной управляющей строкой EOI

Интерфейс RS-232/ Калибратор возвращает в ПК символ EOL (конец строки) при каждом ответе на ПК. Можно выбрать символ перевода каретки (CR), перевода строки (LF) или оба символа (CRLF). (См. «Процедура настройки порта RS-232» в этой главе.) Команды, посылаемые Калибратору, должны заканчиваться символом CR, LF или обоими. (См. таблицу 5-9.)

Обработка поступающих символов

Калибратор обрабатывает все поступающие данные следующим образом (за исключением двоичных блоков данных, как описано ранее в разделе «Правила синтаксиса параметров»):

1. Старший бит данных (DIO8) игнорируется.
2. Все данные рассматриваются как 7-битные коды ASCII.
3. Принимаются символы в верхнем и нижнем регистре.
4. ASCII-символы с десятичными эквивалентами короче 32 (Space) отбрасываются. Символы 10 (LF) и 13 (CR) и аргумент команды *PUD не отбрасываются. Все символы в аргументах блока двоичных данных допускаются. Блок двоичных данных останавливается специальной процедурой.

Синтаксис ответных сообщений

Описания команд в главе 6 содержат индикацию Калибратора, если возможно. Чтобы узнать, какой тип данных считывается, смотрите первую часть записи под заголовком «Ответ» в таблицах. Ответ определяется как один из типов данных в таблице 5-10.

Таблица 5-10. Типы ответных данных

Тип данных	Описание
Целые числа	Целые числа для некоторых контроллеров или компьютеров являются десятичными числами в диапазоне от -32768 до 32768. Ответные данные в этом диапазоне отображаются в виде целых чисел. Например: *ESE 123; *ESE? ответ: 123
Числа с плавающей запятой	Числа, которые могут иметь до 15 значащих цифр и показатель степени, в диапазоне $\pm E20$. Пример: DC_OFFSET? ответ: 1.4293E+00
Строка	ASCII-символы с разделителями кавычками. Пример: SRQSTR «SRQ from 5502A»; SRQSTR? ответ: «SRQ from 5502A»
Символьные данные ответа (CRD)	Этот тип ответа всегда представляет собой ключевое слово. Например: OUT 10V, 100HZ; FUNC? ответ: ACV
Неопределенный ASCII (IAD)	Символы ASCII за которым следует символ EOM. Запросы с такого типа ответом ДОЛЖНЫ быть последним запросом в программном сообщении. Пример: *OPT? ответ: SC600 Отчеты и списки CAL, которые содержат символы перевода строки, обычно имеют такой тип.

Табл. 5-10. Типы данных ответа (продолжение)

Тип данных	Описание
блок двоичных данных	Специальный тип данных, определенный в стандарте IEEE-488.2. Этот тип данных используется в команде *PUD? . Он определен следующим образом: #(не нулевая цифра) (цифры) (данные пользователя) Ненулевая цифра указывает количество символов, которое следует за ним в поле <цифры>. В поле цифр допустимыми символами являются 0 – 9 (десятичные коды ASCII 48 – 57). Десятичное числовое значение в поле <цифры> определяет количество байт данных пользователей, которые следуют далее в поле <данные пользователя>. Максимальная длина ответа составляет 64 символа. Пример: *PUD «test1»; *PUD? ответ: #205test1

Проверка состояния Калибратора 5502A

Программист имеет доступ к регистрам состояния, регистрам разрешения и очередям Калибратора, которые выражают различные условия работы прибора, и показаны на рисунке 5-8. Некоторые регистры и очереди определены в стандарте IEEE-488.2. Устройство-зависимые команды являются уникальными для Калибратора. В дополнение к регистрам состояния, управляющая строка SRQ (запрос на обслуживание) и 16-элементный буфер, называемый очередью ошибок, обеспечивают информацию о состоянии. В таблице 5-11 перечислены регистры состояния и приведены команды чтения/записи и соответствующие регистры маски.

Таблица 5-11. Краткие сведения о регистрах состояния

Регистр состояния	Команда чтения	Команда записи
Байт состояния последовательного опроса (STB)	*STB?	—
Регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE)	*SRE?	*SRE
Регистр состояния события (ESR)	*ESR?	—
Регистр разрешения состояния события (ESE)	*ESE?	*ESE
Регистр состояния прибора (ISR)	ISR?	—
Регистр изменения состояния прибора (ISCR)	ISCR?	—
ISCR переход из 1 в 0	ISCR0?	—
ISCR переход из 0 в 1	ISCR1?	—
Регистр разрешения изменения состояния прибора (ISCE)	ISCE?	ISCE
ISCE переход из 1 в 0	ISCE0?	ISCE0
ISCE переход из 0 в 1	ISCE1?	ISCE1

Каждый регистр состояния и очередь имеют суммарный бит в байте состояния последовательного опроса. Регистры разрешения используются для маскирования различных битов в регистрах состояния и формируют суммарный бит в байте состояния последовательного опроса. Для работы интерфейса IEEE-488 регистр разрешения запроса на обслуживание используется для установки управляющей линии SRQ на распознавание условий состояния или условий, выбираемых программистом. Для работы с интерфейсом RS-232, строка SRQSTR посылается через последовательный интерфейс, когда установлена строка SRQ. (См. описание команды SRQSTR в Главе 6.)

Байт состояния последовательного опроса (STB)

Калибратор посылает байт состояния последовательного опроса (STB) при ответе на последовательный опрос. Этот байт устанавливается в 0 при включении питания. Определение байта STB показано на рисунке 5-9. Если в качестве интерфейса дистанционного управления используется RS-232, передача символа ^P (в режиме терминала удерживайте клавишу <Cntl> и нажмите P) возвращает SPLSTR (строку последовательного опроса) и байт состояния. Смотрите команду *STB, а для работы с интерфейсом RS-232, команды SPLSTR и SPLSTR? в Главе 6 для получения дополнительной информации.

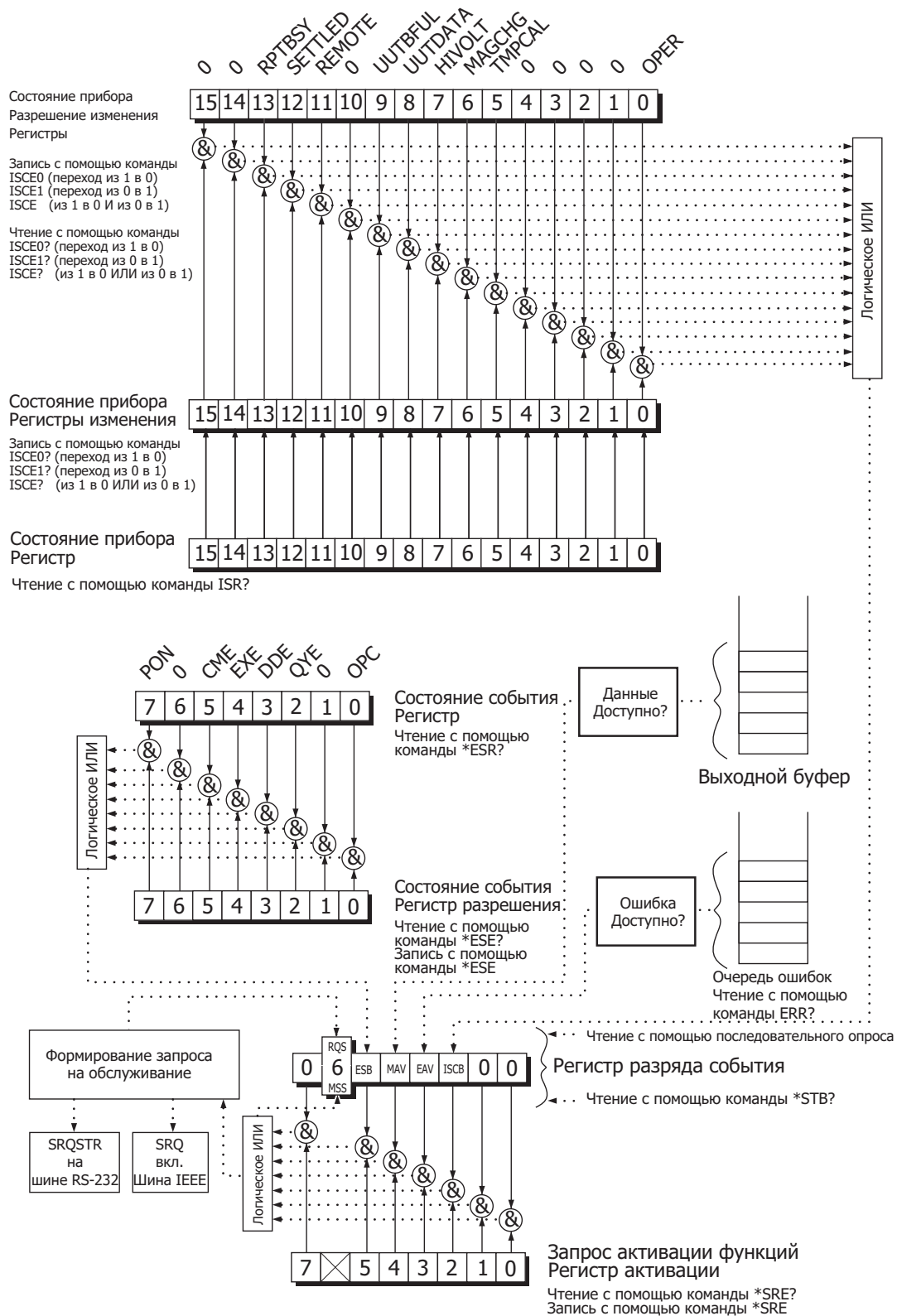


Рисунок 5-8. Описание регистра состояния

gze317f.eps

7	6	5	4	3	2	1	0
0	RQS MSS	ESB	MAV	EAV	ISCB	0	0

RQS Запрос на обслуживание. Устанавливается на 1, когда биты ESB, MAV, EAV или ISCB изменяются с 0 на 1 и имеется разрешение (1) в SRE. Когда RQS установлен на 1, Калибратор 5502A устанавливает линию управления SRQ на интерфейс IEEE-488. Можно выполнить последовательный запрос для считывания этого бита, чтобы увидеть, является ли 5502A источником SRQ.

MSS Главное общее состояние. Установлен в 1, если биты ESB, MAV, EAV или ISCB установлены в 1 и имеется разрешение (1) в SRE. Этот бит можно прочитать командой *STB? в режиме удаленного управления по последовательному интерфейсу при выполнении последовательного опроса.

ESB Установлен в 1, когда один или более битов разрешения ESR установлены в 1.

MAV Сообщение доступно. Бит MAV установлен в 1, если имеются данные в выходном буфере интерфейса IEEE-488 Калибратора 5502A.

EAV Имеется ошибка. Произошла ошибка и код ошибки можно прочитать из очереди ошибок с помощью запроса ERR?.

ISCB Один или более битов разрешения ISCR установлены в 1.

gze035.eps

Рисунок 5-9. Байт состояния последовательного опроса (STB) и разрешения запроса на обслуживание (SRE)

Линия запроса на обслуживание (SRQ)

IEEE-488 Запрос на обслуживание (SRQ) представляет собой управляющую линию шины IEEE-488.1, которую Калибратор устанавливает на уведомление контроллера о том, что ему требуется определенный тип обслуживания. На шине может быть много приборов, но все они используют одну линию SRQ. Для определения, какой из приборов подал запрос SRQ, Калибратор, как правило, выполняет последовательный опрос всех приборов. Калибратор устанавливает SRQ, когда бит RQS в байте состояния последовательного опроса равен 1. Этот бит информирует контроллер, что именно Калибратор был источником SRQ.

RS-232 Работа в дистанционном режиме с помощью интерфейса RS-232 эмулирует линию IEEE-488 SRQ путем отправки строки SRQSTR через последовательный интерфейс, когда бит SRQ установлен. (См. описание команды SRQSTR в Главе 6 для получения дополнительной информации.)

Калибратор сбрасывает SRQ и RQS, когда контроллер/хост выполняет последовательный опрос, отправляет *CLS или когда бит MSS сброшен. Бит MSS сбрасывается только когда ESB, MAV, EAV и ISCB равны 0, или они замаскированы путем установки в 0 соответствующих битов разрешения в регистре SRE.

Регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE)

Регистр разрешения запроса на обслуживания (SRE) открывает или маскирует биты в байте состояния последовательного опроса. Регистр SRE сбрасывается при включении питания. Назначение битов смотрите на рисунке 5-9.

Программирование STB и SRE

При сбросе (в 0) битов регистра SRE, можно замаскировать (закреть) соответствующие биты байта состояния последовательного опроса. Установка битов в 1 открывает соответствующий бит в байте состояния последовательного опроса. Следующий пример программы на языке BASIC активирует бит наличия ошибки (EAV).

```

10 ! ПРОГРАММА УСТАНОВЛИВАЕТ EAV В SRE
20 PRINT @6, "SRE 8"           ! LOAD THE REGISTER
30 PRINT @6, "SRE?"           ! ASK FOR THE SRE CONTENTS
40 INPUT @6, A%                ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА
50 PRINT "SRE = "; A%
60 RETURN
    
```

Следующая программа на языке BASIC генерирует ошибку и проверяет байт состояния последовательного опроса. Бит EAV активируется в соответствии с вышеприведенным примером.

```

10 ! ПРОГРАММА ГЕНЕРИРУЕТ ОШИБКУ И ПРОВЕРЯЕТ ЕЕ
20 PRINT @6, "OUT 1300V"       ! 1300 В ВНЕ ПРЕДЕЛОВ КАЛИБРАТОРА 5502A
30 A% = SPL(6)                 ! ВЫПОЛНИТЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ
                                ОПРОС
40 ЕСЛИ ((A% И 72%)=0%), ТО ПЕЧАТАТЬ "Должны быть заданы EAV
                                и RQS"
50 PRINT @6, "STB?"           ! ПОЛУЧИТЬ БАЙТ
60 INPUT @6, A%
70 ЕСЛИ ((A% И 8%)=0%), ТО ПЕЧАТАТЬ "Должен быть задан EAV"
    
```

Регистр состояния события (ESR)

Регистр состояния события является двухбайтовым регистром в котором старшие восемь бит равны 0, а младшие восемь бит представляют различные условия работы Калибратора. ESR сбрасывается (устанавливается на 0) при включении питания и при каждом чтении.

Параметры необходимы для множества дистанционных команд. Неправильное использование параметров может привести к командным ошибкам. Когда при выполнении команды возникает ошибка, бит CME (5) в регистре состояния события (ESR) устанавливается в 1 (если он открыт в регистре ESE), и ошибка помещается в очередь ошибок.

Регистр разрешения состояния события (ESE)

Регистр маски, называемый регистр разрешения состояния события (ESE) позволяет контроллеру открывать или маскировать (отключать) бит в регистре ESR. Когда бит ESE установлен в 1, соответствующий бит в ESR открыт. Когда открытый бит в ESR установлен в 1, бит ESB в байте состояния последовательного опроса тоже устанавливается в 1. Бит ESR остается в состоянии 1 до тех пор, пока контроллер не прочтает ESR или выполнит очистку устройства, очистку выбранного устройства, или выполнит сброс или отправит Калибратору команду *CLS. Регистр ESE сбрасывается (в 0) при включении питания.

Назначение битов ESR и ESE

Назначение битов регистра состояния события (ESR) и регистра разрешения состояния события (ESE) показано на рисунке 5-10.

15	14	13	12	11	10	9	8
0	0	0	0	0	0	0	0

7	6	5	4	3	2	1	0
PON	0	CME	EXE	DDE	QYE	0	OPC

PON	Включение питания. Этот бит установлен в 1, если сетевое питание было выключено и включено после того, как ESR был прочитан в последний раз.
CME	Ошибка команды. Интерфейс Калибратора 5522A получил неправильно составленную команду. (Команда ERR? извлекает код последней ошибки из очереди ошибок, которая содержит коды первых 15 ошибок.)
EXE	Ошибка выполнения. Ошибка произошла, когда Калибратор 5522A пытался выполнить последнюю команду. Это может быть вызвано, например, параметром вне диапазона. (Команда ERR? извлекает последнюю ошибку из очереди ошибок, которая содержит коды первых 15 ошибок.)
DDE	Устройство-зависимая ошибка. Произошла ошибка, связанная с устройством-зависимой командой.
QYE	Ошибка запроса. Калибратор 5522A сообщает, когда ответные данные не получены или не доступны, или когда контроллер не может получить данные из выходной очереди.
OPC	Операция завершена. Выполнены все предыдущие команды, полученные до команды *OPC, и интерфейс готов принимать другое сообщение.

gze048.eps

Рисунок 5-10. Регистр состояния события (ESR) и разрешения состояния события (ESE)

Программирование ESR и ESE

Для чтения содержимого регистра ESR, отправьте дистанционную команду *ESR?. Регистр ESR сбрасывается (в 0) при каждом чтении. Для чтения содержимого регистра ESE отправьте дистанционную команду *ESE?. Регистр ESE при чтении не сбрасывается. При чтении этого регистра Калибратор выдает ответ в виде десятичного числа, которое после преобразования в двоичное представляет биты с 0 по 15. Следующий пример программы BASIC получает содержимое каждого регистра:

```

10 ! ПРОГРАММА СЧИТЫВАЕТ РЕГИСТРЫ ESR И ESE
20 PRINT @6, "*ESR?"      ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО SRE
30 INPUT @6, A%           ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА
40 PRINT @6, "*ESE?"      ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО ESE
50 INPUT @6, B%           ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА
60 PRINT "ESR = ";A%      ! ВЫВОД ЗНАЧЕНИЯ СОДЕРЖИМОГО
                           РЕГИСТРА ESR
70 PRINT "ESE = ";B%      ! ВЫВОД ЗНАЧЕНИЯ СОДЕРЖИМОГО
                           РЕГИСТРА ESE
80 END

```

Преобразует содержимое переменных А и В в двоичную форму, позволяя считывать состояние регистров. Например, если А равно 32, то его двоичный эквивалент: 00000000 00100000. Поэтому бит 5 (CME) в ESR устанавливается (1), а остальные биты сбрасываются (0). Это означает, что Калибратор попытался выполнить неправильно сформированную команду.

Задавая биты регистра SRE, можно замаскировать (закрыть) соответствующие биты ESR. Например, чтобы предотвратить появление ошибок в команде из-за выставления бита 5 (ESB) в состоянии последовательном опроса на 1, можно сбросить (на 0) бит 5 в регистре ESE. Следующий пример программы проверяет состояние бита CME, затем переключает его, если он равен 1.

```

10 ! ПРОГРАММА УСТАНАВЛИВАЕТ БИТ 5 (CME) В ESE
20 PRINT @6, " *ESE 33"           ! НАЧАЛЬНОЕ ESE РАВНО CME + OPC
30 GOSUB 100                     ! ПОЛУЧИТЬ И РАСПЕЧАТАТЬ
                                ! НАЧАЛЬНОЕ ESE

40 IF (A% AND 32%)
THEN A% = A% - 32%               ! СБРОСИТЬ CME (БИТ 5)
50 PRINT @6, " *ESE ";A%         ! ЗАГРУЗИТЬ ESE С НОВЫМ ЗНАЧЕНИЕМ
60 GOSUB 100                     ! ПОЛУЧИТЬ И РАСПЕЧАТАТЬ НОВОЕ ESE
70 END

100 PRINT @6, " *ESE?"           ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО ESE
110 INPUT @6, A%                 ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА
120 PRINT "ESE = ";A%
130 RETURN
    
```

Регистр состояния прибора (ISR)

Регистр состояния прибора (ISR) предоставляет контроллеру доступ к состоянию Калибратора, включая некоторую информацию, предоставляемую оператору на дисплее управления и индикаторах дисплея при автономной работе.

Регистры изменения состояния прибора

Есть два регистра, которые отслеживают изменения в ISR. Это регистр ISCR0 (Регистр изменения состояния прибора 1-0) и регистр ISCR1 (Регистр изменения состояния прибора 0-1). Каждый регистр изменения состояния имеет соответствующий регистр маски. Каждый регистр ISCR сбрасывается (в 0) при включении Калибратора, при каждом чтении и при каждой команде *CLS (Очистка состояния).

Регистры разрешения изменения состояния прибора

Регистры разрешения изменения состояния прибора (ISCE0 и ISCE1) являются регистрами маски для регистров ISCR0 и ISCR1. Если бит регистра ISCE установлен (в 1) и соответствующий бит в регистре ISCR совершает надлежащий переход, бит ISCB в байте состояния устанавливается в 1. Если все биты в ISCE сброшены (в 0), бит ISCB в байте состояния никогда не сможет быть установлен в 1. Содержимое регистров ISCE устанавливается в 0 при включении питания.

Назначение битов регистров ISR, ISCR и ISCE

Назначение битов регистров состояния прибора, изменения состояния прибора и разрешения изменения состояния прибора показано на рисунке 5-11.

15	14	13	12	11	10	9	8
0	0	RPTBUSY	SETTLED	REMOTE	0	UUTBFUL	UUTDATA

7	6	5	4	3	2	1	0
HIVOLT	MAGCHG	TMPCAL	0	0	0	0	OPER

RPTBUSY	Устанавливается на 1, когда начинается печать отчета о калибровке через последовательный порт.
SETTLED	Устанавливается на 1, когда выход стабилизируется в пределах технических характеристик или установлено и доступно измерение сигнала термопары.
REMOTE	Устанавливается на 1 при переходе Калибратора 5522A в дистанционный режим.
UUTBFUL	Устанавливается на 1 при заполнении буфера испытываемого устройства данными с порта испытываемого устройства.
UUTDATA	Устанавливается на 1 при наличии данных, доступных с порта испытываемого устройства.
HIVOLT	Устанавливается на 1, когда Калибратор 5522A программируется на напряжение более 33 В.
MAGCHG	Устанавливается на 1 при изменении величины выходного сигнала в результате других изменений (напр., RTD_TYPE). Этот бит ISR всегда равен 0. Устанавливается на 1 только в регистрах ISCR0 и ISCR1.
TMPCAL	Устанавливается на 1, когда Калибратор 5522A использует временные (не сохраненные) данные калибровки.
OPER	Устанавливается на 1, когда Калибратор 5522A находится в рабочем режиме, и на 0, когда он находится в режиме ожидания.

gze049.eps

Рисунок 5-11. Назначение битов регистров ISR, ISCEs и ISCR

Программирование регистров ISR, ISCR и ISCE

Для чтения содержимого регистра ISR, отправьте дистанционную команду ISR?. Для чтения содержимого регистра ISCR0 или 1, отправьте дистанционную команду ISCR0? или ISCR1?. Для чтения содержимого регистра ISCE0 или 1, отправьте дистанционную команду ISCE0? или ISCE1?. Для ответа калибратор отправляет десятичное число, которое представляет биты от 0 до 15. При каждом считывании регистра ISCR0 или 1, его содержимое обнуляется. Следующий образец программы считывает все 5 регистров:

```

10 ! ПРОГРАММА СЧИТЫВАЕТ РЕГИСТРЫ ISR, ISCR И ISCE
20 ! УЧТИТЕ, ЧТО КОМАНДА ISCR? СБРАСЫВАЕТ СОДЕРЖИМОЕ ISCR
30 PRINT @6, "ISR?"           ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО ISR
40 INPUT @6,A%                ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО
                              ! РЕГИСТРА ИЗ 5502А
50 PRINT @6, "ISCR0?"         ! ЗАПРОС И СБРОС СОДЕРЖИМОГО ISCR0
60 INPUT @6, B%               ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО
                              ! РЕГИСТРА ИЗ 5502А
70 PRINT @6, "ISCE0?"         ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО ISCE0
80 INPUT @6, C%               ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО
                              ! РЕГИСТРА ИЗ 5502А
90 PRINT @6, "ISCR1?"         ! ЗАПРОС И СБРОС СОДЕРЖИМОГО ISCR1
100 INPUT @6, D%              ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО
                              ! РЕГИСТРА ИЗ 5502А
110 PRINT @6, "ISCE1?"        ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО ISCE1
120 INPUT @6, E%              ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО
                              ! РЕГИСТРА ИЗ 5502А
130 PRINT "ISR = ";A%         ! ВЫВОД ISR
140 PRINT "ISCR0 = ";B%       ! ВЫВОД ISCR0
150 PRINT "ISCE0 = ";C%       ! ВЫВОД ISCE0
160 PRINT "ISCR1 = ";D%       ! ВЫВОД ISCR1
170 PRINT "ISCE1 = ";E%       ! ВЫВОД ISCE1
180 END

```

Преобразует содержимое возвращаемых переменных в бинарную форму, позволяя считывать состояние прибора. Например, если регистр содержит 128, то его двоичный эквивалент: 00000000 10000000. Бит 7 (HIVOLT) устанавливается (1), а остальные биты сбрасываются (0).

Задавая биты регистра ISCE, можно замаскировать (закрыть) соответствующие биты ISCR. Например, чтобы вызвать прерывание SRQ, когда выход установлен, бит 12 (SETTLED) в регистре ISCE1 должен быть равен 1. (Бит ISCB также должен быть активирован в SRE.) В следующем примере программа загружает десятичное число 1024 в регистр ISCE, который устанавливает бит 12 и сбрасывает остальные биты:

```

10 ! ПРОГРАММА ЗАГРУЖАЕТ ДВОИЧНОЕ ЧИСЛО 00010000 00000000 В
    ISCE
20 PRINT @6, "ISCE 4096"      ! ЗАГРУЗКА ДЕСЯТИЧНОГО 4096 В ISCE
30 PRINT @6, "ISR?"           ! ОБРАТНОЕ СЧИТЫВАНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ISCE
40 INPUT @6, A%               ! "
50 PRINT "ISCE = ";A%         ! ПЕЧАТЬ ЕГО ЗНАЧЕНИЯ, ОНО ДОЛЖНО
                              ! БЫТЬ 4096
60 END

```

Выходная очередь

Выходная очередь загружается после завершения запроса, и содержит до 800 символов. Контроллер считывает ее с помощью команды BASIC INPUT, удаляя прочитанные данные из очереди. Если очередь пустая, Калибратор не отвечает на команду INPUT контроллера. Бит наличия сообщения (MAV) в байте состояния последовательного опроса равен 1, если в выходной очереди есть данные, и равен 0, если выходная очередь пуста.

Очередь ошибок

Если происходит ошибка команды, ошибка исполнения или устройство-зависимая ошибка, код этой ошибки помещается в очередь ошибок, откуда ее можно считать по команде ERR? . (сообщения об ошибках см. в Приложении Е.) Для расшифровки

кода ошибки существует команда EXPLAIN?, которая возвращает описание кода ошибки. При чтении первой ошибки cERR? эта ошибка удаляется из очереди. Возвращение кода 0 означает, что очередь ошибок пуста. Бит наличия ошибки (EAV) в байте состояния последовательного опроса показывает, является ли очередь пустой. Очередь ошибок очищается при выключении питания и при использовании общей команды *CLS (Очистить состояние).

Очередь ошибок включает не более 16 записей. При появлении большого числа ошибок, только первые 15 ошибок сохраняются в очереди. 16-я запись является ошибкой «переполнение очереди ошибок» и все последующие ошибки игнорируются до тех пор, пока очередь не будет хотя бы частично считана. Первые ошибки сохраняются, поскольку если появится много ошибок до того, как пользователь сможет их подтвердить и прочитать, самые первые ошибки наиболее вероятно укажут на причину проблемы. Последующие ошибки обычно являются повторениями или последствиями исходной проблемы.

Примеры программ дистанционного управления

Следующие фрагменты программ дают примеры управления ошибками, проведения измерений, снятия ряда последовательных показаний, фиксации диапазона и калибровки Калибратора. Фрагменты программ написаны на языке DOS BASIC.

Советы по программированию Калибратора

Команды обрабатываются по одной по мере поступления. Некоторые команды требуют задания предварительного условия, прежде чем они будут приняты Калибратором. Например, форма сигнала должна быть SQUARE (прямоугольной) перед приемом команды DUTY (коэффициент заполнения). Используйте следующие советы по программированию, чтобы запрограммировать вывод в необходимое состояние.

- Сначала необходимо запрограммировать команды внешних подключений. Калибратор должен быть переведен в режим ожидания, а выход можно изменить с учетом нового внешнего подключения. Настройки должны быть сделаны, если текущий выход настроек не использует (например, задание токовых клемм при подаче напряжения).
- Выход и режим выхода должны быть запрограммированы после этого с командой OUT.
- Другие выходные параметры, такие как компенсация импеданса, смещение и форма сигнала, программируются после. Команда DUTY должна следовать за командой WAVE.
- Состояние ошибки должно быть проверено командой ERR? . Калибратор не будет обрабатывать команду OPER при наличии нераспознанной ошибки.
- Наконец, Калибратор должен быть переведен в рабочее состояние командой OPER.

Сначала программе контроллера необходимо инициализировать интерфейс и Калибратор. Пример программы:

```
10 INIT PORT 0 \ REMOTE @6      ! ПЕРЕВОДИТ КАЛИБРАТОР 5502A В
                                ДИСТАНЦИОННЫЙ РЕЖИМ
20 PRINT @6, "*RST;OUT 10V;OPER" ! СБРАСЫВАЕТ КАЛИБРАТОР 5502A,
                                ПРОГРАММИРУЕТ ЕГО В
```

Если требуется использовать SRQ, сначала необходимо при помощи команд *SRE, *ESE и ISCE активировать необходимое событие. См. «Проверка состояния Калибратора 5502A».

Получение параметров прибора при помощи запроса (команда программы, завершаемая знаком вопроса):

```
200 PRINT @6, "FUNC?           ! ПОЛУЧЕНИЕ ВЫХОДНОЙ ФУНКЦИИ
210 INPUT LINE @6, A$
220 PRINT "Ф у н к ц и я: "; A$
230 PRINT @6, "ONTIME?"       ! ПОЛУЧИТЬ В ОПРЕДЕЛЕННЫЙ МОМЕНТ
240 INPUT LINE @6, A$
```

250 PRINT "Прибор был включен "; A\$; " минут(ы)"

Эта программа обеспечивает следующий вывод пробы:

Функция: DCV

Прибор был включен 134 минут(ы)

Убедитесь в отсутствии ошибок программирования, как в следующих примерах программ. Проверка бита EAV в регистре последовательного опроса путем последовательного опроса.

300 A = SPL(6) ! ПРОВЕРКА ОШИБОК

310 IF (A AND 8) THEN PRINT "There was an error"

320 PRINT @6, "*CLS" ! СБРОС ОШИБОК

Получение сведений об ошибках и пояснений к ним. Поскольку ошибки накапливаются в очереди, для получения сведений об ошибках и их сброса необходимо считать всю очередь.

400 PRINT @6, "ERR?" ! ПРОВЕРКА ОШИБОК

410 INPUT @6, A, A\$! СЧИТЫВАНИЕ ОШИБОК

420 IF (A = 0) THEN GOTO 500 ! ОШИБОК БОЛЬШЕ НЕТ

430 PRINT "Error# :"; A, A\$! ПЕЧАТЬ НОМЕРА ОШИБКИ И
ОБЪЯСНЕНИЯ К НЕЙ

440 GOTO 400

500 END

Запись SRQ и обработчик ошибок

Рекомендуется включать в пользовательские программы процедуры обработки ошибок. В следующем примере показан метод прекращения выполнения программы при наступлении события SRQ (Запрос на обслуживание) на шине, проверки, является ли Калибратор источником SRQ, получения сообщения об ошибке и ответного действия при ошибке. Этот код следует изменить и расширить, приспособивая к конкретным задачам.

Если требуется использовать SRQ, сначала необходимо при помощи команд *SRE, *ESE и ISCE активировать необходимое событие. См. дополнительно раздел «Проверка состояния Калибратора 5502A».

10 INIT PORT0 ! IFC шина

20 CLEAR PORT0 ! DCL шина

30 ! ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТЧИКА SRQ ПРИБОРА 5502A

40 PRINT @6, "*SRE 8" ! Активация STB.EAV (ошибка
доступна)

50 ON SRQ GOTO 1100 ! Установка обработчика SRQ

60 ! Здесь помещается тело процедуры

1100 ! Обработчик шины SRQ

1110 CLEAR PORT0 ! Убедиться, что устройства не
перепутаны

1120 IF (SPL(6) AND 64) THEN GOSUB 1200 ! If (STB.RQS) call SRQ

1130 ! ПРОВЕРКА БИТОВ RQS ДРУГИХ УСТРОЙСТВ ПРИ
НЕОБХОДИМОСТИ

1140 RESUME

1200 ! Обработчик SRQ Калибратора 5502A

1210 IF (SPL(6) AND 8) THEN GOSUB 1300 ! Если (STB.EAV) вызов обработчика

1220 ! Проверка при необходимости других битов STB

1299 RETURN

1300 ! Обработчик (ошибка) STB.EAV Калибратора 5502A

1320 PRINT @6, "ERR?" ! Чтение и сброс ошибок

1330 INPUT @6, E%, E\$! Считывание номера ошибки и
пояснения к ней

1340 PRINT "Error# :"; E, E\$! Печать номера ошибки и
пояснения к ней

1350 IF (E% <> 0) THEN GOTO 1320 ! До появления следующих ошибок

1360 STOP ! Другие команды

пользовательской программы

1370 END

Проверка Meter на шине IEEE-488

Эта программа выбирает выход 10 В пост.тока, проверяет установку Калибратора на 10 В, и переключает Fluke 45 на измерение. Выводится выход Калибратора, результат измерения Fluke 45 и ошибка измерительного прибора в миллионных долях. В программе предполагается, что адрес шины Калибратора – 4, а адрес шины Fluke 45 – 1.

```

10 REM ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ ПРИБОРА FLUKE 45 НА 10 В ПОСТ.ТОКА
20 INIT PORT 0 ! ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ
! ИНТЕРФЕЙСА
30 CLEAR PORT 0 ! "
40 PRINT @1, "VDC;RATE 5;AUTO;TRIGGER 2" ! УСТАНОВКА FLUKE 45 НА 10 В
! ПОСТ.ТОКА
! УСТАНОВКА КАЛИБРАТОРА
50 PRINT @1, "OUT 10 V ; OPER;
5502A НА 10 В ПОСТ.ТОКА
60 PRINT @4, "*WAI; OUT?" ! ОЖИДАНИЕ УСТАНОВКИ, ЗАПРОС
ВЫХОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ
70 PRINT @4, V,U$,F,V2,U2$ ! ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ С
КАЛИБРАТОРА 5502A
! ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ 45 НА
ИЗМЕРЕНИЕ
80 PRINT @1, "*TRG;VAL?" ! ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ С 45
! ОШИБКА ВЫЧИСЛЕНИЯ
! ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ
90 INPUT @1, VM
100 ER = ABS(V - VM)/V * 1E6
110 PRINT "5502 OUTPUT: ";V;U$
120 PRINT "45 MEASURED: ";VM;"V"
130 PRINT "ERROR: ";ER;"PPM"
140 END

```

Проверка измерителя на последовательном порту RS-232 UUT

Эта программа выбирает выход 10 В пост.тока, проверяет установку Калибратора на 10 В, и переключает Fluke 45 на измерение. Выводится выход Калибратора, результат измерения Fluke 45 и ошибка измерительного прибора в миллионных долях. В программе предполагается, что Калибратор использует интерфейс IEEE-488 с адресом шины 4, а прибор Fluke 45 подключен к порту Калибратора SERIAL 2 TO UUT.

```

10 REM ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ ПРИБОРА FLUKE 45 НА 10 В ПОСТ.ТОКА
20 INIT PORT 0 ! ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ
! ИНТЕРФЕЙСА
30 CLEAR PORT 0 ! "
40 PRINT @4, "UUT_SEND `VDC;RATE S;AUTO;TRIGGER 2\n" ! УСТАНОВКА FLUKE 45
50 PRINT @4, "UUT_RECV" ! ОТПРАВКА ПОДСКАЗКИ FLUKE 45
60 PRINT @4, P$ ! ПОЛУЧЕНИЕ ПОДСКАЗКИ FLUKE 45
70 PRINT @4, "OUT 10 V ; OPER" ! УСТАНОВКА КАЛИБРАТОРА
5502A НА 10 В ПОСТ.ТОКА
! ОЖИДАНИЕ УСТАНОВКИ,
ПОЛУЧЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ
80 PRINT @4, "*WAI; OUT?" ! ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ С
КАЛИБРАТОРА 5502A
! ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
FLUKE 45
100 PRINT @4, "UUT_SEND `*TRG; VAL?\n" ! ОТПРАВКА ПОКАЗАНИЙ 45 НА
5502A
110 PRINT @4, "UUT_RECV?" ! ПОЛУЧЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ 45 И
ПОДСКАЗКА
120 INPUT @4, VM, P$ ! ОШИБКА ВЫЧИСЛЕНИЯ
! ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ
130 ER = ABS (V - VM)/V * 1E6 ! ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ
140 PRINT "5502 OUTPUT: ";V;U$
150 PRINT "FLUKE 45 MEASURED: ";ER;"PPM"
160 END

```

Использование *OPC?, *OPC и *WAI

Команды *OPC? Команды, *OPC и *WAI позволяют управлять последовательностью исполнения команд, которые могут опускаться последующими командами. При отправке команды OUT можно убедиться, что выход стабилизировался, отправив запрос *OPC?. Когда команда OUT завершена (выход установился), "1" отображается в выходном буфере. После команды *OPC? команда чтения. Команда чтения ставит выполнение программы на паузу, пока не ответит прибор, к которому произведено обращение. В следующем примере программы показано, как использовать *OPC?.

```
10 PRINT @4, "OUT 100V,1KHZ;/OPER;/ *OPC?" ! АДРЕС 5502A – 4
20 INPUT @4, A ! СЧИТЫВАНИЕ "1" С 5502A
30 ! ПРОГРАММА ОСТАНАВЛИВАЕТСЯ ЗДЕСЬ, ПОКА В ВЫХОДНОЙ
БУФЕР НЕ БУДЕТ ВВЕДЕНА "1"
40 PRINT "OUTPUT SETTLED"
```

Команда *OPC по действию сходна с запросом *OPC?, за исключением того, что она устанавливает бит 0 (OPC для "Операция завершена") в регистре состояния события (ESR) на 1, а не отправляет 1 в выходной буфер. Команду *OPC можно вставить в программу, чтобы она давала SRQ (Запрос на обслуживание). Затем обработчик SRQ, вписанный в программу, может обнаружить условие завершения операции и ответить соответствующим образом. *OPC можно использовать как *OPC?, за исключением того, что программа должна считывать ESR для обнаружения завершения всех операций. В следующем примере программы показано, как использовать *OPC.

```
10 REMOTE
20 PRINT @4, "OUT 100V,1KHZ;/OPER;/ *OPC" ! АДРЕС 5502A – 4
30 PRINT @4, " *ESR?" ! ПОМЕЩЕНИЕ БАЙТА ESR В
БУФЕР
40 INPUT @4, A% ! СЧИТЫВАНИЕ БАЙТА ESR
50 IF (A% AND 1%) = 0% GOTO 30 ! ПОВТОР ПОПЫТКИ, ЕСЛИ НЕ OPC
60 PRINT "OUTPUT SETTLED"
70 END
```

Команда *WAI останавливает Калибратор, пока все команды не будут завершены до продолжения следующей команды, и не производит дальнейших действий. Используйте *WAI в качестве процедуры остановки работы, пока предыдущие команды не будут завершены. В следующем примере программы показано, как использовать *WAI.

```
10 REMOTE
20 PRINT @4, "OUT 100V,1KHZ;/OPER;/ *WAI" ! АДРЕС 5502A – 4
30 PRINT @4, "OUT?" ! СЧИТЫВАНИЕ ВЫХОДНОГО
ЗНАЧЕНИЯ
40 PRINT @4, A$,B$,C$ ! A$ СОДЕРЖИТ ВЫХОДНОЕ
ЗНАЧЕНИЕ
50 PRINT "OUTPUT SETTLED"
60 PRINT "OUTPUT IS: "/;A$;/B$;/;" at "/;C$
70 END
```

Получение данных измерений термодары

Следующая программа делает одно измерение температуры за один раз.

```
10 REM Установка задержки шины на 20 секунд,
инициализация шины IEEE
20 TIMEOUT 20 * 1000
30 INIT PORT 0
40 CLEAR @6
100 REM Сброс 5502A, режим измерения с термодарой
110 PRINT @6, " *RST;/ TC_TYPE J;/ TC_MEAS FAR"
200 PRINT "Hit Carriage Return to take a Reading"
210 INPUTLINE A$
220 REM Запрос результата измерения
230 PRINT @6, "VAL?"
240 REM Read measurement, unit
250 INPUT @6, M,U$
260 GOTO 200
```

Использование порта RS-232 UUT для управления прибором

Порт SERIAL 2 TO UUT RS-232 позволяет передавать команды на другой прибор. Например, порт RS-232 прибора, проходящего калибровку, можно подсоединить к последовательному порту Калибратора SERIAL 2 TO UUT. Команды, отправляемые с контроллера, можно направлять через порт UUT Калибратора, для их приема измерительным или испытываемым прибором. Существует семь специальных

команд UUT_*, которые Калибратор может использовать для передачи команд прибору, подключенному к порту UUT. См. Главу 6.

Работа входного буфера

Когда Калибратор получает каждый байт данных от контроллера, он помещает этот байт в участок памяти, называемый входным буфером. Входной буфер имеет объем 350 байт данных и работает по принципу первый пришел - первым обслужен.

IEEE-488 Калибратор рассматривает управляющую строку EOI IEEE-488 как отдельный байт данных и вставляет ее во входной буфер, если она является частью символа завершения сообщения. Работа входного буфера является прозрачной для программы, запущенной на контроллере. Если контроллер направляет команды быстрее, чем Калибратор может их обработать, то входной буфер заполняется, насколько позволяет его емкость. По заполнении входного буфера Калибратор приостанавливает шину IEEE-488 при помощи линии квитирования NRFD (Не готов к данным). Обработав байт данных из полного входного буфера, Калибратор выполняет квитирование, позволяя контроллеру направить другой байт данных. Калибратор очищает входной буфер при включении питания и при получении от контроллера сообщения DCL (Сброс устройства) или SDC (Сброс адресный).

RS-232 При использовании для дистанционного управления последовательного порта RS-232-C с протоколом ^S (<Cntl> S) XOFF Калибратор выдает ^S XOFF, когда входной буфер заполняется на 80 %. Калибратор выдает команду ^Q (<Cntl> Q) после выполнения чтения из буфера количества данных достаточного, чтобы он освободился до 40 %. При использовании протокола RTS (запрос на передачу, который выбирается в процессе выполнения «Процедуры настройки порта RS-232»), последовательный интерфейс выставляет и снимает сигнал RTS в соответствии с теми же условиями, что и для протокола XON/XOFF.

Глава 6

Дистанционные команды

Наименование	Страница
Введение	6-3
Перечень команд согласно функциям	6-3
Команды	6-10

Введение

В данном разделе описаны команды удаленного интерфейса IEEE-488/RS-232 Калибратора. Дистанционные команды дублируют процедуры, которые могут быть выполнены с передней панели в автономном режиме. После сводной таблицы приводится полный перечень всех команд в алфавитном порядке с исчерпывающим описанием протокола. Отдельными заголовками в алфавитном перечне представлены параметры и возвращаемые ответы, а также примеры использования каждой команды. Информацию по использованию команд см. в Главе 5, «Работа в дистанционном режиме».

Перечень команд согласно функциям

Информация о наборе команд для Калибратора приведена в таблицах с 6–1 по 6-10.

Таблица 6–1. Общие команды

Команда	Описание
*CLS	(Очистка состояния.) Очищает регистры ESR, ISCR0, ISCR1, очередь ошибок и бит MSS в байте состояния. Эта команда прерывает завершение отложенного выполнения команд (*OPC или *OPC?).
*ESE	Загружает байт в регистр разрешения состояния события.
*ESE?	Отображает содержимое регистра разрешения состояния события.
*ESR?	Отображает содержимое регистра состояния события и очищает его.
*IDN?	Запрос идентификации. Отображает номер модели прибора, серийный номер, версию встроенной программы основного ЦП и ЦП передней панели и внутренней PGA.
*OPC	Устанавливает в бите 0 (OPC сокращенно «Operation Complete») в регистре состояния события значение 1, после завершения всех отложенных операций устройства.
*OPC?	Отображает 1 после завершения всех отложенных операций. Эти команды позволяют приостановить выполнение программы до завершения всех операций. (См. также *WAI.)
*OPT?	Отображает установленные аппаратные и программные модули.
*PUD	Команда защищенных данных пользователя. Эта команда позволяет сохранить строку байтов в энергонезависимой памяти. Эта команда выполняется только при нахождении переключателя CALIBRATION в положении ENABLE.
*PUD?	Отображает содержимое памяти *PUD (защищенные данные пользователя).
*RST	Сбрасывает состояние прибора к состоянию после включения питания. Эта команда сохраняет выполнение последовательных команд до их завершения. (Перекрываемых команд.)
*SRE	Загружает байт в регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE).
*SRE?	Отображает байт из регистра разрешения запроса на обслуживание.
*STB?	Отображает байт состояния.
*TRG	Изменяет режим работы на измерение термопарой (MEASURE), запускает измерение и отображает результат измерения. Эта команда эквивалентна отправке "TC_MEAS;*OPC;VAL?".
*TST?	Начинает последовательность самодиагностики, затем отображает «0» при успешном завершении, или «1» в случае отказа. При обнаружении любых отказов, они записываются в очередь ошибок, откуда их можно прочитать по запросу ERR? .
*WAI (Команда ожидания выполнения)	Прерывает дальнейшее выполнение дистанционных команд до тех пор, пока все предыдущие дистанционные команды не будут выполнены.

Табл. 6-2. Команды режима погрешности

Команда	Описание
EDIT	Установка поля редактирования. Параметр PRI указывает на выходное значение в режиме воспроизведения одного сигнала, и на первичное выходное значение в режиме воспроизведения двух сигналов.
EDIT?	Отображает положение поля редактирования.
ERR_REF	Выбирает эталонный источник погрешности
ERR_REF?	Отображает выбранный эталонный источник погрешности.
ERR_UNIT	Определяет способ отображения погрешности испытываемого устройства.
ERR_UNIT?	Отображает выбранное в данный момент значение ERR_UNIT.
INCR	Увеличивает или уменьшает выходное значение (выбранное в поле редактирования) и активизирует режим погрешности, аналогично использованию круглой рукоятки для подстройки выходного сигнала в автономном режиме.
MULT	Умножает эталонное значение на определенный множитель (выбранный в поле редактирования).
NEWREF	Устанавливает текущее выходное значение Калибратора в качестве нового эталонного значения, аналогично нажатию кнопки NEW REF при работе в автономном режиме.
OLDREF	Устанавливает на выходе Калибратора ранее запрограммированное эталонное значение, аналогично нажатию кнопки ENTER в автономном режиме.
OUT_ERR?	Отображает погрешность испытываемого устройства, вычисленную после подстройки выходного сигнала командой INCR.
REFOUT?	Отображает эталонное значение, которое является выходным значением Калибратора когда в последний раз было установлено новое эталонное значение командами OUT, NEWREF или MULT.
EDIT	Установка поля редактирования. Параметр PRI указывает на выходное значение в режиме воспроизведения одного сигнала, и на первичное выходное значение в режиме воспроизведения двух сигналов.

Табл. 6-3. Команды внешнего подключения

Команда	Описание
CUR_POST	Выбор активных клемм для воспроизведения выходного тока. Применимо к выходным сигналам тока и мощности.
CUR_POST?	Отображает активные клеммы для воспроизведения выходного тока.
EARTH	Замыкает или размыкает внутренний контакт между защитным заземлением и заземлением корпуса (шасси).
EARTH?	Отображает замкнутое или разомкнутое состояние внутреннего контакта между защитным заземлением и заземлением корпуса (шасси).
LOWS?	Отображает, разомкнуты или замкнуты внутри между собой нижние клеммы.
LOWS	Позволяет размыкать или замыкать внутри между собой нижние клеммы в режиме воспроизведения двух сигналов.
RTD_TYPE	Задаёт тип термометра сопротивления (RTD)

Табл. 6-3. Команда внешнего подключения (продолжение)

Команда	Описание
RTD_TYPE?	Отображает тип термометра сопротивления (RTD)
TC_REF	Определяет, что именно будет использоваться для выхода термопары и для измерений: внутренний датчик температуры или внешнее опорное значение (TC).
TC_REF?	Отображает источник и величину температуры, используемой в качестве опорной для моделирования термопары и для измерения.
TC_TYPE	Задаёт тип термопары (TC).
TC_TYPE?	Отображает тип термопары (TC).
TSENS_TYPE	Задаёт тип датчика температуры, когда выход установлен на температуру командой OUT.
TSENS_TYPE?	Отображает тип датчика температуры.

Табл. 6-4. Команды осциллографа

Команды	Описание
OL_TRIP?	Отображает обнаруженное состояние защиты осциллографа от перегрузки.
OUT_IMP	Задаёт выходной импеданс SCOPE BNC.
OUT_IMP?	Отображает выходной импеданс SCOPE BNC.
RANGE	Задаёт диапазон Калибратора в режимах осциллографа OVERLD, PULSE и MEASZ.
SCOPE	Устанавливает на выходе Калибратора режим осциллографа.
SCOPE?	Отображает текущий режим осциллографа.
TDPULSE	Включает или отключает пусковую схему генератора туннельного диода для режима EDGE SC600 и –SC300.
TDPULSE?	Отображает состояние активности или неактивности пусковой схемы генератора туннельного диода для режима –SC600 и –SC300 EDGE.
TLIMIT	Задаёт временной предел для продолжения действия режима –SC600 OVERLD.
TLIMIT?	Отображает временной предел для продолжения действия режима –SC600 OVERLD.
TLIMIT_D	Задаёт значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для временного предела для продолжения действия режима –SC600 OVERLD.
TLIMIT_D?	Отображает значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для временного предела для продолжения действия режима –SC600 OVERLD.
TMWAVE	Выбирает форму сигнала в режиме MARKER.
TMWAVE?	Отображает значение временной отметки сигнала для режима MARKER.
TRIG	Задаёт частоту сигнала в TRIG BNC.
TRIG?	Отображает частоту сигнала в TRIG BNC.
VAL?	Отображает последние измеренные значения для термопары или, в режиме –SC600 импеданса.
VIDEOFMT	Выбирает формат для режима VIDEO.
VIDEOFMT?	Отображает формат в режиме VIDEO.
VIDEOMARK	Задаёт местоположение отметки на линии развертки в режиме VIDEO.

Табл. 6-4. Команды осциллографа (продолжение).

Команды	Описание
VIDEOMARK?	Отображает местоположение отметки на линии развертки в режиме VIDEO.
ZERO_MEAS	Задаёт смещение нуля для измерения полного сопротивления -SC600.
ZERO_MEAS?	Отображает смещение нуля для измерения полного сопротивления -SC600.

Табл. 6-5. Выходные команды

Команда	Описание
CFREQ?	Отображает оптимальную частоту тока возбуждения для режима измерения емкости.
DBMZ	Устанавливает полное сопротивление для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).
DBMZ?	Отображает полное сопротивление для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).
DC_OFFSET	Применяет постоянную составляющую к выходному переменному напряжению.
DPF	Устанавливает коэффициент сдвига мощности (угол сдвига фаз) между выходными сигналами на клеммах NORMAL и AUX только при воспроизведении мощности переменного тока.
DPF?	Отображает коэффициент сдвига мощности (угол сдвига фаз) между сигналами на клеммах NORMAL и AUX.
DUTY	Задаёт коэффициент заполнения для прямоугольного выходного сигнала.
DUTY?	Отображает коэффициент заполнения для прямоугольного выходного сигнала.
FUNC?	Отображает текущую функцию воспроизведения выходного сигнала, измерения или калибровки.
HARMONIC	Устанавливает частоту на одном выходе как гармонику (кратную частоту) по отношению к частоте на другом выходе (основной гармонике).
HARMONIC?	Отображает положения гармоник и основной частоты для текущего прибора.
LCOMP	Включает или отключает компенсацию индуктивной нагрузки для выходного сигнала переменного тока.
LCOMP?	Отображает состояние компенсации индуктивной нагрузки для выходного сигнала переменного тока, включена или выключена.
OPER	Если Калибратор находился в режиме ожидания, активизирует воспроизведение выходного сигнала.
OPER?	Отображает в каком режиме, рабочем или ожидания, находится Калибратор.
OUT	Устанавливает выходной сигнал Калибратора и новое эталонное значение для режима погрешности.
OUT?	Отображает амплитуды и частоту выходных сигналов Калибратора.
PHASE	Устанавливает разность фаз между клеммами NORMAL и AUX в режиме воспроизведения двух выходных сигналов. Фаза выходного сигнала на клемме NORMAL является эталонной фазой.
PHASE?	Отображает разность фаз между клеммами NORMAL и AUX.
POWER?	Отображает эквивалентную мощность выходного сигнала мощности постоянного и переменного тока.
RANGE?	Отображает текущие диапазоны выхода.
RANGELCK	Фиксирует текущий диапазон или устанавливает режим автоматического выбора диапазона.
RANGELCK?	Отображает, зафиксирован или нет текущий диапазон выходного сигнала.

Табл. 6-5. Выходные команды (продолжение).

Команда	Описание
STBY	Переводит Калибратор в ждущий режим.
WAVE	Задаёт форму сигнала на выходе переменного тока.
WAVE?	Отображает форму сигнала на выходе.
ZCOMP	Включает или отключает (2-проводную или 4-проводную) компенсацию импеданса.
ZCOMP?	Отображает активность компенсации импеданса. В случае, если активно, то отображается её тип.

Табл. 6-6. Команды порта RS-232 Host

Команда	Описание
LOCAL	Переводит Калибратор в автономный режим.
LOCKOUT	Переводит Калибратор в режим блокировки. Эта команда дублирует сообщение IEEE-488 LLO (Local Lockout).
REMOTE	Переводит Калибратор в дистанционный режим. Эта команда дублирует сообщение IEEE-488 REN (Remote Enable).
SPLSTR	Устанавливает строку ответа последовательного опроса для дистанционного режима последовательного интерфейса.
SPLSTR?	Отображает запрограммированную строку ответов последовательного опроса для дистанционного режима последовательного интерфейса.
SRQSTR	Устанавливает ответ на SRQ (запрос на обслуживание) для дистанционного режима последовательного интерфейса (до 40 символов).
SRQSTR?	Отображает запрограммированную строку ответа на SRQ для последовательного режима.
UUT_RECVB?	Отображает двоичные данные с последовательного порта UUT в виде целых чисел.
UUT_SENDB	Отправляет двоичные данные на последовательный порт UUT в виде целых чисел.
^P (<cntl>p)	Символ «Control-P» печатает строку последовательного опроса. (См. формат строки в SPLSTR.)
^C (<cntl>c)	Символ «Control-C» очищает устройство.
^T (<cntl>t)	Символ «Control-T» выполняет групповое переключение.

Табл. 6-7. Команды порта RS-232 UUT

Команда	Описание
UUT_FLUSH	Очищает приёмный буфер UUT.
UUT_RECV?	Отображает данные с последовательного порта UUT.
UUT_RECVB?	Отображает двоичные данные с последовательного порта UUT в виде целых чисел.
UUT_SEND	Отправляет строку на последовательный порт UUT.
UUT_SET	Устанавливает параметры связи UUT по последовательному порту и сохраняет их в энергонезависимой памяти.
UUT_SET?	Отображает UUT-параметры связи по последовательному порту, сохранённые в энергонезависимой памяти.

Табл. 6-8. Команды настройки и утилиты

Команда	Описание
CLOCK	Установка часов реального времени.
CLOCK?	Запрос часов реального времени.
DBMZ_D	Установка стандартного, при включении питания и сбросе, значения полного сопротивления, используемого для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).
DBMZ_D?	Отображает стандартное, при включении питания и сбросе, значение полного сопротивления, используемое для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).
FORMAT	Использовать с крайней осторожностью. Восстанавливает содержимое энергонезависимой памяти прибора к стандартным заводским настройкам.
LIMIT	Устанавливает максимально допустимые значения выходного сигнала, отрицательные и положительные.
LIMIT?	Отображает запрограммированные предельные значения выходных сигналов напряжения и тока.
PR_RPT	Печатает сохраненные и активные CAL-постоянные и отчет CAL_Report через последовательный порт HOST или UUT.
RTD_TYPE_D	Задаёт тип термометра сопротивления (RTD) по умолчанию.
RTD_TYPE_D?	Отображает тип термометра сопротивления (RTD) по умолчанию.
SP_SET	Устанавливает HOST-параметры связи по последовательному порту и сохраняет их в энергонезависимой памяти.
SP_SET?	Отображает HOST-параметры связи по последовательному порту, сохраненные в энергонезависимой памяти.
TC_TYPE_D	Задаёт значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для типа термопары.
TC_TYPE_D?	Отображает значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для типа термопары.
TEMP_STD	Задаёт стандарт температурной шкалы, IPTS -68 или its-90.
TEMP_STD?	Отображает стандарт температурной шкалы, IPTS -68 или its-90.
TLIMIT_D	Задаёт значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для временного предела для продолжения действия режима –SC600 OVERLD.
TLIMIT_D?	Отображает значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для временного предела для продолжения действия режима –SC600 OVERLD.
UNCERT?	Отображает заданные неопределенности для текущего выходного сигнала. При отсутствии заданных значений для выходного сигнала, отображает ноль.

Табл. 6-9. Команды состояния

Команда	Описание
ERR?	Отображает код первой ошибки с объяснением, содержащейся в очереди ошибок Калибратора, затем удаляет этот код ошибки из очереди.
EXPLAIN?	Отображает информацию о коде ошибки. Данная команда отображает строку с информацией о коде ошибки в виде параметра.
FAULT?	Отображает код первой ошибки, содержащейся в очереди ошибок Калибратора, затем удаляет эту ошибку из очереди.
FUNC?	Отображает текущую функцию воспроизведения выходного сигнала, измерения или калибровки.
ISCE	Загружает два байта в оба регистра разрешения изменения состояния прибора из 1 в 0 и разрешения изменения состояния прибора из 0 в 1.
ISCE?	Отображает результат операции ИЛИ над содержимым регистра разрешения изменения состояния прибора из 1 в 0 и регистра разрешения изменения состояния прибора из 0 в 1.
ISCE0	Загружает два байта в регистр разрешения изменения состояния прибора из 1 в 0.
ISCE0?	Отображает содержимое регистра разрешения изменения состояния прибора из 1 в 0.
ISCE1	Загружает два байта в регистр разрешения изменения состояния прибора из 0 в 1.
ISCE1?	Отображает содержимое регистра разрешения изменения состояния прибора из 0 в 1.
ISCR?	Отображает результат операции ИЛИ над содержимым регистра изменения состояния прибора из 1 в 0 и регистра изменения состояния прибора из 0 в 1 и очищает оба регистра.
ISCR0?	Отображает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 1 в 0.
ISCR1?	Отображает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 0 в 1.
ISR?	Отображает содержимое регистра состояния прибора.

Табл. 6-10. Команды измерения для термопары (ТС)

Команда	Описание
TC_MEAS	Переключает режим работы на измерение при помощи термопары.
TC_OFFSET	Задаёт смещение по температуре для режима измерения при помощи термопары.
TC_OFFSET?	Отображает смещение по температуре для режима измерения при помощи термопары.
TC_OTCD?	Отображает, если установлено обнаружение сигнала разомкнутой термопары.
TC_OTCD	Активирует или деактивирует обнаружение разомкнутой цепи термопары в режиме измерения при помощи термопары.
VAL?	Отображает последние измеренные значения для термопары и давления или, в режиме -SC600, импеданса.
VVAL?	Отображает последний результат измерения при помощи термопары в вольтах.

Команды

Следующий текст является перечнем всех команд и запросов Калибратора в алфавитном порядке. В список входят общие и устройство-зависимые команды. В заголовке каждой команды приведены символы, указывающие применимость команды к интерфейсам дистанционного управления IEEE-488 и RS-232, а также группа команд: последовательные, перекрывающиеся и связанные.

Возможность использования с интерфейсами IEEE-488 (GPIB) и RS-232

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 Для каждой команды и запроса имеется поле с флажком, указывающее на возможность использования для удаленного обмена данными через интерфейсы IEEE-488 (интерфейсная шина общего назначения или GPIB) и RS-232. Для удобства сортировки в списке игнорируется символ *, предшествующий общим командам.

Последовательные команды ☒ Sequential Команды, исполняемые немедленно после их появления в потоке данных, называются последовательными командами. Дополнительную информацию см. в разделе «Последовательные команды» Главы 5.

Перекрывающиеся команды ☒ Overlapped Команды, для исполнения которых необходимо больше времени. Эти команды называются накладываются, поскольку до завершения они могут накладываться на следующую команду. Во избежание прерывания перекрывающейся команды в процессе ее исполнения используйте команды *OPC, *OPC? Команды и *WAI для получения информации об завершении этих команд. Дополнительную информацию см. в разделе «Перекрывающиеся команды» Главы 5.

Связанные команды ☒ Coupled Так называются связанные между собой команды (например: CUR_POST и OUT), так как они «связаны» в последовательности составной команды. Следует проявлять осторожность, чтобы действие одной команды не отменяло действие второй команды, приводя к отказу. Дополнительную информацию см. в разделе «Связанные команды» Главы 5.

CFREQ? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос частоты для измерения емкости) Отображает оптимальную частоту тока возбуждения при измерении или калибровке на емкостном выходе.

Ответ: <значение> оптимальной частоты

Пример: CFREQ? +

Отображает 100 Гц в качестве оптимальной частоты для выбранной выходной емкости (в данном примере 1.0 мкФ). При отсутствии источника емкости возвращается значение 0 .

CLOCK ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда часов реального времени) Установка часов реального времени, только времени или даты и времени. Для установки даты переключатель CALIBRATION должен быть в положении ENABLE.

Параметры: 1. (не обязательный) год в формате Г Г Г Г
2. (не обязательный) месяц в формате М М
3. (не обязательный) день в формате Д Д
4. час в формате Ч Ч
5. минуты в формате М М
6. секунды в формате С С

Примеры CLOCK 1998,6,1,9,52,10
Установка даты и времени 1 июня, 1998 г., 09:52:10
CLOCK 13,10,10 установка времени на 13:10:10

CLOCK? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос часов реального времени) отображает дату и время часов реального времени.

Ответ: (символ) 1. дата в формате ГГГГ-ММ-ДД
(символ) 2. время в формате ЧЧ:ММ:СС

Пример: CLOCK? 1998-12-04,13:03:50

Часы установлены на 4 декабря 1998 г., 13:03:50.

***CLS** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команды очистки состояния) Очищает регистры ESR, ISCR0, ISCR1, очередь ошибок и бит RQS в байте состояния. Эта команда прерывает завершение отложенного выполнения команд (*OPC или *OPC?).

Параметр: (Нет)

Пример: *CLS

Очищает регистры ESR, ISCR0, ISCR1, очередь ошибок и бит RQS в байте состояния.

CUR_POST ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☒ Coupled

(Команда токовых клемм) Выбирает токовые клеммы для выхода по току. Также применимо к выходному сигналу мощности. Текущие выбранные клеммы сохраняются до тех пор, пока не будет выключено питание или нажата кнопка **RESET**.

Параметры: AUX (выбор терминалов AUX)
A20 (выбор терминалов 20A)

Пример: CUR_POST AUX

Выбирает клеммы AUX передней панели Калибратора для токового выхода.

CUR_POST?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос токовых клемм) Отображает активные клеммы передней панели, используемые для токового выхода: AUX или 20A.

Отклики: AUX (выбор клемм AUX)
A20 (выбраны клеммы 20A)

Пример: CUR_POST? показывает AUX

Отображает AUX, если клеммы AUX выбраны для выходного тока.

DBMZ ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☒ Coupled

(команда для импеданса в дБм) Устанавливает импеданс для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).

Параметры: Z50 (50 Ом)
Z75 (75 Ом)
Z90 (90 Ом)
Z100 (100 Ом)
Z135 (135 Ом)
Z150 (150 Ом)
Z300 (300 Ом)
Z600 (600 Ом)
Z900 (900 Ом)
Z1000 (1000 Ом= дБВ)
Z1200 (1200 Ом)

Пример: DBMZ Z600

DBMZ? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(запрос для импеданса в дБм) Отображает импеданс для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).

Ответ: (символ) Дескриптор импеданса

Пример: DBMZ? показывает Z600

DBMZ_D ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда для импеданса в дБм по умолчанию) Установка стандартного, при включении питания и сбросе, значения полного сопротивления, используемого для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).

Параметры:

Z50	(50 Ом)
Z75	(75 Ом)
Z90	(90 Ом)
Z100	(100 Ом)
Z135	(135 Ом)
Z150	(150 Ом)
Z300	(300 Ом)
Z600	(600 Ом)
Z900	(900 Ом)
Z1000	(1000 Ом = дБВ)
Z1200	(1200 Ом)

Пример: DBMZ_D Z600

Этот параметр применяется, только если воспроизводятся одиночные выходные переменные напряжения. Импеданс в дБм задается по умолчанию при включении, сбросе и при переходе в режим одиночного выхода переменного напряжения.

DBMZ_D? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос на импеданс в дБм по умолчанию) Отображает стандартное, при включении питания и сбросе, значение полного сопротивления, используемое для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).

Ответ: (символ) Дескриптор импеданса

Пример: DBMZ_D? показывает Z600

DC_OFFSET ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☒ Coupled

(Команда на постоянную составляющую напряжения) Применяет постоянную составляющую к переменному выходному напряжению (не более 6 цифр). Команда применяется только к одиночному переменному выходному напряжению. Если выбранная постоянная составляющая слишком велика для активного диапазона переменного напряжения, отображается сообщение об ошибке.

Параметр: <значение> амплитуда смещения со знаком

Пример: DC_OFFSET +123.45 MV

Устанавливает постоянную составляющую +123.45 мВ к выходному переменному напряжению.

DC_OFFSET?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос постоянной составляющей напряжения) Отображает значение постоянной составляющей напряжения.

Ответ: <значение> амплитуда смещения со знаком

Пример: DC_OFFSET?

Отображает значение 1.44 мВ постоянной составляющей переменного напряжения. Если отображается +0.00000E+00, то смещение равно нулю.

DPF ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда коэффициента сдвига мощности) Задает коэффициент сдвига мощности (фазовый угол) между клеммами NORMAL и AUX передней панели Калибратора (только для синусоидального выходного сигнала). Фаза выходного сигнала на клемме NORMAL является эталонной фазой. Сдвиг фаз выражается как косинус угла сдвига фаз (от 0,000 до 1,000) и параметром LEAD (по умолчанию) или LAG, который определяет, опережает или отстает выходной сигнал на клемме AUX от выходного сигнала на клемме NORMAL.

Параметры: <значение>,LEAD
 <значение>,LAG

Пример: DPF .123,LEAD

Установка выходного тока на клеммах Калибратора AUX, опережающего выходное напряжение на клеммах NORMAL на 82,93 градусов. (Косинус 82,93 градусов равен 0,123.)

DPF? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос коэффициента сдвига мощности) Отображает коэффициент сдвига мощности (косинус фазового угла) между выходными сигналами синусоидальной формы на клеммах NORMAL и AUX передней панели Калибратора.

Ответ: <значение>,LEAD
 <значение>,LAG

Пример: DPF?

Отображает коэффициент мощности .5, когда ток на выходе на клеммах AUX Калибратора опережает напряжение на клеммах NORMAL на 60 градусов. (Косинус 60 градусов равен 0,5.) 0 показывает, что коэффициент мощности не применяется к выходу.

DUTY ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда коэффициента заполнения) Задает коэффициент заполнения для прямоугольного выходного сигнала. Коэффициент заполнения представляет собой время в процентах, на которое приходится положительная часть цикла (от 1.00 до 99.00 процентов). Коэффициент заполнения применяется только к одиночным сигналам прямоугольной формы.

Параметр: <значение> коэффициента заполнения с необязательным элементом PCT (процентов)

Пример: DUTY 12.34 PCT

Задает коэффициент заполнения сигнала прямоугольной формы 12.34 %.

DUTY? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос коэффициент заполнения) Отображает значение коэффициента заполнения сигнала прямоугольной формы (от 1.00 до 99.00).

Ответ: <значение> коэффициента заполнения в процентах

Пример: DUTY? отображает 1.234E+01

Отображает значение коэффициента заполнения сигнала прямоугольной формы 12,34 %.

EARTH ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда заземления) Определяет выбор, подсоединена клемма NORMAL LO передней панели Калибратора к шасси (земля) или нет. Будучи установленной, настройка заземления сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Параметры: OPEN (отсоединить клемму передней панели LO от заземления шасси)
 TIED (подключить клемму передней панели LO к заземлению шасси).

Пример: EARTH TIED

Загрузить TIED для подсоединения клеммы передней панели Калибратора NORMAL LO к шасси (индикатор выключателя  передней панели горит).

EARTH? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос заземления) Отображает, подсоединены клеммы NORMAL LO передней панели Калибратора к шасси (земля) или нет.

Ответ: (символ) OPEN (клемма LO передней панели отсоединена от шасси)

(символ) TIED (клемма LO передней панели подсоединена к шасси)

Пример: EARTH?

Отображает OPEN, если EARTH не подсоединена к клемме NORMAL LO (индикатор выключателя  передней панели не горит).

EDIT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда изменения) Устанавливает поле редактирования в одно из полей, первичное, вторичное или частоты.

Параметры PRI (редактирование выходного значения в режиме воспроизведения одного сигнала, и первичного выходного значения в режиме воспроизведения двух сигналов).

SEC (редактирование вторичного значения в режиме воспроизведения двух сигналов).

FREQ (редактирование значения частоты в режиме воспроизведения одного сигнала переменного тока).

OFF (выход из редактирования, аналогично использованию команды NEWREF).

Пример: EDIT FREQ

Загрузить FREQ в поле редактирования для изменения частоты.

EDIT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос на редактирование) Отображает параметры поля редактирования.

Ответы: (символ) PRI (редактирование выходного значения в режиме воспроизведения одного сигнала, и первичного выходного значения в режиме воспроизведения двух сигналов)

(символ) SEC (редактирование вторичного выходного значения в режиме воспроизведения двух сигналов)

(символ) FREQ (редактирование значения частоты в режиме воспроизведения одного сигнала переменного тока)

(символ) OFF (нет редактируемых значений)

Пример: EDIT? показывает OFF

Отображает OFF, если нет редактируемых значений.

ERR? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос ошибки) Отображает код первой ошибки, содержащейся в очереди ошибок Калибратора, затем удаляет эту ошибку из очереди. За кодом ошибки следует его описание, аналогичное, но иногда более подробное, чем при использовании команды EXPLAIN? . Объяснение, получаемое по этому запросу, может содержать переменные, специфические для конкретного события, приведшего к ошибке. Список кодов и сообщений об ошибках см. в Приложении Е.

Если очередь ошибок пуста, отображается нулевое значение. Чтобы прочитать все содержание очереди ошибок, следует повторно использовать команду ERR?, пока не получен ответ, возвращается 0, "No Error" . При использовании терминала ответом на запрос ERR? всегда 0, "No Error" поскольку сообщения об ошибках отображаются как альтернатива находящимся в очереди.

Ответ <значение>, (значение кода ошибки).
 <строка> (строка текста с объяснением ошибки).

Пример: ERR? отображает 0, "No Error"

Отображает 0, "No Error", если очередь ошибок пуста.

ERR_REF ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Выбирает опорное значение погрешности для расчета погрешности.

Параметр: NOMINAL Устанавливает опорное значение в качестве номинального
 TRUVAL Устанавливает опорное значение в качестве выходного

ERR_REF? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Отображает опорное значение погрешности для расчета погрешности.

Отклик: NOMINAL Номинальное значение используется в качестве эталона
 ошибки
 TRUVAL Выходное значение используется в качестве эталона ошибки

ERR_UNIT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда единицы погрешности испытываемого устройства) Команда позволяет выбрать способ отображения погрешности испытываемого устройства (хранится в энергонезависимой памяти).

Параметр: GT1000	UUT ошибка отображается в % превышения 1000 ед./млн., ед./млн. Ниже
GT100	UUT ошибка отображается в % превышения 100 ед./млн., ед./млн. Ниже
GT10	UUT ошибка отображается в % превышения 10 ед./млн., ед./млн. Ниже
PPM	UUT ошибка отображается в ед./млн. Всегда
PCT	UUT ошибка отображается в % всегда

ERR_UNIT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос единицы погрешности испытываемого устройства) Отображает ранее выбранное значение ERR_UNIT.

Отклики: GT1000	UUT ошибка отображается в % превышения 1000 ед./млн., ед./млн. Ниже
GT100	UUT ошибка отображается в % превышения 100 ед./млн., ед./млн. Ниже
GT10	UUT ошибка отображается в % превышения 10 ед./млн., ед./млн. Ниже

PPM UUT ошибка отображается в ед./млн. Всегда
PCT UUT ошибка отображается в % всегда

***ESE** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда разрешения состояния события ESE) Загружает байт в регистр разрешения состояния события (ESE). (См. раздел «Регистр разрешения состояния события (ESE)» в Главе 5).

Параметр: <значение> Десятичный эквивалент байта SRE, от 0 до 255.

Пример: *ESE 140

Загрузка десятичного числа 140 (двоичного 10001100) для установки битов 7 (PON), 3 (DDE) и 2 (QYE).

***ESE?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения состояния события ESE) Отображает содержимое регистра ESE. (См. раздел «Регистр разрешения состояния события (ESE)» в Главе 5).

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент байта ESE, от 0 до 255)

Пример: *ESE? отображает 133

Отображает десятичное число 133 (двоичное 10000101) для установки битов 7 (PON), 2 (QYE) и 2 (OPC).

***ESR?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос регистра состояния события ESR) Отображает содержимое регистра ESR и очищает его. (См. раздел «Регистр состояния события (ESR)» в Главе 5).

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент байта ESR, от 0 до 255)

Пример: *ESR? отображает 189

Отображает десятичное число 189 (двоичное 10111101) где установлены биты 7 (PON), 5 (CME), 4 (EXE), 3 (DDE), 2 (QYE) и 0 (OPC).

EXPLAIN? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(запрос Explain Error) Отображает информацию о коде ошибки. Данная команда отображает строку с информацией о коде ошибки в виде параметра. Код ошибки (тот же, что и параметр) сначала должен быть получен с помощью запроса FAULT? . (См. команду ERR? команда , которая отображает как код ошибки, так и строку описания.) Список кодов и сообщений об ошибках см. в Приложении E.

Параметр: <значение> если код ошибки (целое число)

Ответ: <строка> объясняет код ошибки с параметрами (при их наличии) в виде символа процентов, за которым следует d (целый параметр), f (параметр с плавающей точкой) или s (строковый параметр).

Пример: EXPLAIN? 539 отображает "Can't change compensation now."

Отображает объяснение ошибки 539: «Can't change compensation now.»

FAULT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос ошибки) Отображает код первой ошибки, содержащейся в очереди ошибок Калибратора, затем удаляет эту ошибку из очереди. После получения кода ошибки используйте команду EXPLAIN? команда для получения объяснения. Если очередь ошибок пуста, отображается нулевое значение. Чтобы прочитать все содержание очереди ошибок, повторно используйте команду FAULT? до тех пор, пока не будет получен ответ 0. (В очередь ошибок заносятся только системные ошибки.)

Ответ: <значение> кода ошибки

Пример: FAULT? отображает 539

Отображает код первой ошибки в очереди ошибок, номер 539. Чтобы получить объяснение ошибки, введите команду EXPLAIN? 539.

FORMAT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда формата) **Использовать с крайней осторожностью.** Восстанавливает содержимое энергонезависимой памяти прибора к стандартным заводским настройкам. В этой памяти хранятся калибровочные постоянные и параметры настройки. Все данные калибровки будут безвозвратно утрачены. Необходимо установить переключатель CALIBRATION на задней панели Калибратора в положение ENABLE, чтобы не произошла ошибка выполнения, за исключением команды FORMAT SETUP.

Параметр: ALL (заменяет все содержимое стандартными заводскими значениями)
 CAL (заменяет все калибровочные постоянные стандартными заводскими значениями).
 SETUP (заменяет параметры настройки стандартными заводскими значениями).

Пример: FORMAT SETUP

Заменяет параметры настройки стандартными значениями настройки (см. ниже). (Результат команды FORMAT ALL аналогичен результату действия двух команд FORMAT CAL и FORMAT SETUP.) Команда FORMAT SETUP также очищает строку *PUD (см. команду *PUD) и устанавливает в SRQSTR значение «SRQ: %02x %02x %04x %04x» (см. команду SRQSTR) и в SPLSTR значение «SPL: %02x %02x %04x %04x» (см команду SPLSTR).

Функции			
Стандарт температуры	ITS-90	Контрастность дисплея*	уровень 7,7
Подключение к хосту	GPIO (IEEE-488)	Яркость дисплея*	уровень 1,0
Адрес порта GPIO	4	RTD по умолчанию при включении питания	pt385
Последовательные порты	8 бит, 1 стоп-бит, хон/хoff, без четности, 9600 бит/с	Тип термодатчиков по умолчанию при включении питания	К
EOL (конец строки)	CRLF	Предельный ток	+ 20,5 А
EOF (конец файла)	012,000	Предельное напряжение	±1020 В
Дистанционный интерфейс	term		
Дистанционные команды			
SRQSTR	SRQ: %02x %02x %04x %04x	Строка *PUD	Пустая
* Дисплей выходного сигнала и дисплей управления соответственно. Всего 8 уровней: 0,1,2,3,4,5,6,7.			
Стандартные значения			
Полное сопротивление дБм	600 Ω		

FUNC? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос функции) Отображает текущую функцию воспроизведения выходного сигнала, измерения или калибровки. См. ниже вид ответа для режимов выходного сигнала и измерения.

Отклики:

DCV	(функция Вольт постоянного тока)
ACV	(функция Вольт переменного тока)
DCI	(функция тока постоянного тока)
ACI	(функция тока переменного тока)
RES	(функция сопротивления)
CAP	(функция емкости)
RTD	(функция температуры с rtd)
TC_OUT	(функция температуры с термопарой)
DC_POWER	(функция питания переменного тока)
AC_POWER	(функция питания постоянного тока)
DCV_DCV	(функция двух напряжений постоянного тока)
ACV_ACV	(функция двух напряжений переменного тока)
TC_MEAS	(измерение температуры с помощью термопары)
SACV	(функция осциллографа напряжения переменного тока)
SDCV	(функция осциллографа напряжения постоянного тока)
MARKER	(функция маркера осциллографа)
LEVSINE	(функция сглаженной синусоиды осциллографа)
EDGE	(функция фронта осциллографа)
VIDEO	(-SC600 функция триггера видео)
PULSE	(-SC600 функция импульсного выхода)
MEAS Z	(-SC600 функция измерения полного сопротивления)
OVERLD	(-SC600 функция проверки перегрузки)

Пример: FUNC? показывает DCV_DCV

Отображает DCV_DCV, если на выходе Калибратора режим одновременного воспроизведения двух постоянных напряжений.

HARMONIC ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☒ Coupled

(Команда создания гармоник) Делает частоту одного выхода кратной частоте другого выхода для функций переменного напряжения и мощности переменного тока (только синусоидальные сигналы). Например, в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений переменного тока частота на выходе NORMAL передней панели Калибратора составляет 60 Гц, а напряжение на клеммах AUX является 7-гармоникой (420 Гц). Диапазон гармоник составляет от 1 до 50.

Параметры: <значение>, PRI (основная частота на клеммах NORMAL Калибратора 5502A)
<значение>, SEC (основная частота на клеммах NORMAL Калибратора 5502A)

Пример: HARMONIC 5, PRI

Основная частота подается на первичный выход (PRI) (клеммы NORMAL), а 5-я гармоника на вторичный выход (клеммы AUX). Например, если основная частота на выходе составляет 60 Гц, то частота гармоники на выходе 300 Гц.

HARMONIC?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос гармоник) Отображает характеристику гармоник прибора и местоположение основной частоты: PRI (первичный, клеммы NORMAL) или SEC (вторичный, клеммы AUX).

Ответ: <значение>, PRI (значение гармоник, основная частота на первичном выходе)
<значение>, SEC (значение гармоник, основная частота на вторичном выходе)

Пример: HARMONIC? показывает 5, SEC

Отображает номер 5 – выбранной гармоник и место подачи основной частоты – на вторичный выход (клеммы AUX). Это значит, что частота гармоник на первичных или NORMAL клеммах.

***IDN?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос идентификации) Отображает номер модели прибора, серийный номер и номер редакции встроенной программы основного, кодирующего и встроенного ЦП.

Ответы: <Неопределенная строка ASCII> Сообщение, содержащее четыре поля, разделенные запятыми следующего вида:

1. Производитель
2. Номер модели
3. Серийный номер
4. Версии встроенной программы для основного ЦП+ЦП передней панели+Встроенного PGA

Пример: *IDN? отображает FLUKE,5502A,5248000,1.0+1.3+1.8

Отображает наименование производителя Fluke, номер модели 5502A, серийный номер 5248000, версии встроенной программы 1.0, кодирующего устройства 1.3 и встроенного PGA 1.8.

INCR ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда увеличения) Увеличивает или уменьшает значение выходного сигнала (выбранного с помощью команды EDIT , или по умолчанию первичного выходного сигнала) и устанавливает режим погрешности, аналогично использованию круглой рукоятки Калибратора для подстройки выходного сигнала в автономном режиме.

Параметры: <+ значение> (величина приращения) (опционально единицы в соответствии с полем редактирования)
<-значение> (величина уменьшения)

Пример: INCR +.00001 mV

Установка режима погрешности и увеличение выбранного поля редактирования на 0,00001 мВ.

ISCE ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда разрешения изменения состояния прибора) Команда загружает два байта в два 16-битных регистра маски ISCE (ISCE1 и ISCE0). (Для получения дополнительной информации см. раздел «Регистры разрешения изменения состояния прибора» Главы 5.)

Параметр: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCE 6272

Загрузка десятичного числа 6272 (двоичное 0001010001000000) для установки битов 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT). Результат этой команды тот же, что и команд ISCE0 6272 и ISCE1 6272 (см. ниже)

ISCE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения изменения состояния прибора) Отображает два байта из двух 16-битных регистров маски ISCE (ISCE1 и ISCE0). (Для получения дополнительной

информации см. раздел «Регистры разрешения изменения состояния прибора» Главы 5.)

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCE? отображает 6272

Отображает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

ISCEO ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда разрешения изменения состояния прибора с 1 на 0) Команда загружает два байта в 16-битный регистр ISCE0. (Для получения дополнительной информации см. раздел «Регистры разрешения изменения состояния прибора» Главы 5.)

Параметр: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCE 6272

Загрузка десятичного числа 6272 (двоичное 0001010001000000) для установки битов 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT).

ISCE0? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения изменения состояния прибора с 1 на 0) Отображает два байта из 16-битного регистра ISCE0. (Для получения дополнительной информации см. раздел «Регистры разрешения изменения состояния прибора» Главы 5.)

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCE0? отображает 6272

Отображает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

ISCE1 ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда разрешения изменения состояния прибора с 0 на 1) Команда загружает два байта в 16-битный регистр ISCE1. (Для получения дополнительной информации см. раздел «Регистры разрешения изменения состояния прибора» Главы 5.)

Параметр: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCE1 6272

Загрузка десятичного числа 6272 (двоичное 0001010001000000) для установки битов 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT).

ISCE1? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения изменения состояния прибора с 0 на 1) Отображает два байта из 16-битного регистра ISCE1. (Для получения дополнительной информации см. раздел «Регистры разрешения изменения состояния прибора» Главы 5.)

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCE1? отображает 6272

Отображает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

ISCR? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения изменения состояния прибора) Запрос отображает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 1 в 0 (ISCR0) и регистра изменения состояния прибора из 0 в 1 (ISCR1). (Для получения дополнительной информации см. раздел «Регистры изменения состояния прибора» Главы 5.)

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCR? отображает 6272

Отображает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

ISCRO? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения изменения состояния прибора из 1 в 0) Запрос отображает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 1 в 0.

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCR0? отображает 6272

Отображает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

ISCR1? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения изменения состояния прибора из 0 в 1) Запрос отображает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 0 в 1.

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCR1? отображает 6272

Отображает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

ISR? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос регистра состояния прибора) Отображает содержимое регистра состояния прибора.

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISR? отображает 6272

Отображает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

LCOMP ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда компенсации индуктивной нагрузки) Команда включает или отключает компенсацию индуктивной нагрузки для выходного сигнала переменного тока. Для выходного сигнала тока компенсация допускается, когда частота ниже 440 Гц и амплитуда ниже 0.33 А. компенсация также допускается, когда частота ниже 1 кГц и амплитуда выше или равна 0.33 А.

Параметры: OFF (отключение цепей компенсации индуктивной нагрузки)
ON (включение цепей компенсации индуктивной нагрузки)

Пример: LCOMP ON

LCOMP? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос компенсации индуктивной нагрузки) Отображает состояние компенсации индуктивной нагрузки для выходного сигнала переменного тока, включена или выключена.

Отклики: (символ) OFF (цепи компенсации индуктивной нагрузки отключены)
(символ) ON (цепи компенсации индуктивной нагрузки включены)

Пример: LCOMP? отображает ON

LIMIT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда ограничения) Устанавливает максимально допустимые величины выходного сигнала, отрицательные и положительные, напряжения и тока, которые сохраняются в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.) Отрицательные и положительные

значения должны записываться. После ввода Калибратор сохраняет настройки предельных значений до тех пор, пока не будут введены другие предельные значения, либо с помощью команды FORMAT SETUP предельные значения (и все остальные параметры) не будут сброшены к стандартным заводским настройкам (± 1020 В, ± 20.5 А). См. команду FORMAT.

Величина предельного значения имеет следующие значения для сигналов различной формы:

- постоянный ток величина предельного значения
- переменный ток (синусоидальный сигнал) предельная величина эффективного значения
- переменный ток (несинусоидальный сигнал) предельная величина $\times 3$ (полный размах)
- переменный ток (с постоянной компонентой) предельная величина $\times 2.4$ (абс. величина пика) (только напряжение)

Параметры: <положительное число>, <отрицательное число>

Пример: LIMIT 100V, -100V

Ограничивает выходное напряжение значениями ± 100 В пост. тока, 100 В перем. тока (эфф.), 300 В (полный размах), 240 В (пиковое).

Пример: LIMIT 1A, -1A

Ограничивает выходной ток значениями ± 1 А пост. тока, 1 А перем. тока (эфф.), 3 А (полный размах).

LIMIT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос предельного значения) Отображает запрограммированные предельные значения выходных сигналов напряжения и тока.

Ответ: <положительное значение напряжения>, <отрицательное значение напряжения>
<положительное значение тока>, <отрицательное значение тока>

Пример: LIMIT?
отображается 1020.0000, -1020.0000, 20.5000, -20.5000

Отображает текущие значения пределов напряжения и тока (показаны значения при сбросе).

LOCAL ☐ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Автономная команда) Переводит Калибратор в автономное состояние, сбрасывает состояние дистанционного управления (см. команду REMOTE) и блокировку передней панели (см. команду LOCKOUT). Эта команда дублирует сообщение IEEE-488 GTL (Go To Local).

Параметр: (Нет)

Пример: LOCAL

Переводит прибор в автономное состояние, сбрасывает состояние дистанционного управления и блокировку передней панели (при ее наличии).

LOCKOUT ☐ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда блокировки) Команда переводит Калибратор в состояние блокировки, когда он находится в дистанционном режиме (см. команду REMOTE). Это означает, что автономная работа с передней панелью в дистанционном режиме запрещена. Для снятия режима блокировки используется команда LOCAL. Эта команда дублирует сообщение IEEE-488 LLO (Local Lockout).

Параметр: (Нет)

Пример: LOCKOUT

Переводит прибор в режим блокировки передней панели. Органы управления передней панели не действуют.

LOWS ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда клемм низкого выходного напряжения.) Выбирает наличие (по умолчанию) или отсутствие внутренней связи между клеммами передней панели Калибратора NORMAL LO и AUX LO. Эта функция используется для выходных сигналов мощности переменного и постоянного тока, а также постоянного и переменного напряжения в режиме одновременного воспроизведения двух напряжений. Будучи установленной, настройка клемм LO сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Параметр: OPEN (отсоединить клеммы NORMAL LO и AUX LO)
TIED (замыкание клемм NORMAL LO и AUX LO)

Пример: LOWS TIED

Соединить клеммы передней панели NORMAL LO и AUX LO.

LOWS? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос клемм низкого выходного напряжения.) Запрашивает состояние наличия (по умолчанию) или отсутствия внутренней связи между клеммами передней панели Калибратора NORMAL LO и AUX LO.

Ответ: OPEN (клеммы NORMAL LO и AUX LO разъединены)
TIED (клеммы NORMAL LO и AUX LO соединены)

Пример: LOWS? отображает OPEN

Отображает OPEN, если клеммы передней панели Калибратора NORMAL LO и AUX LO не соединены.

MULT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда умножения) Команда умножает эталонное значение (выбранное по команде EDIT или значение первичного выходного сигнала по умолчанию). Эталонное значение является текущим эталоном в режиме воспроизведения выходного сигнала или в режиме погрешности.

Параметр: <значение> (множитель в виде числа с плавающей запятой)

Пример: MULT 2.5

Умножение существующего эталона на 2,5, создание нового эталона. Например, существующий эталон 1 В умножается до 2,5 В.

NEWREF ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда нового эталона) Установка в качестве нового эталона текущего выходного значения Калибратора и выход из режима погрешности (если он был установлен). Например, после редактирования выходного сигнала Калибратора с помощью команд EDIT и INCR, использование команды NEWREF позволяет установить новое эталонное значение и выйти из режима погрешности. Результат команды аналогичен нажатию на кнопку  передней панели Калибратора.

Параметр: (Нет)

Пример: NEWREF

Установка в качестве эталонного значения текущего значения выходного сигнала Калибратора.

OLDREF ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда прежнего эталонного значения) Установка на выходе Калибратора эталонного значения и выход из режима погрешности (если он был установлен). Если после редактирования выходного сигнала с помощью команд EDITи INCR необходимо вернуть эталонное значение, используется команда OLDREF. Если после редактирования необходимо установить новое эталонное значение, используется команда NEWREF.

Параметр: (Нет)

Пример: OLDREF

Устанавливает на выходе текущее эталонное значение и отменяет сделанные изменения.

ONTIME? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос времени включения Калибратора) Отображает время в минутах, которое прошло от момента последнего включения питания Калибратора.

Отклик: <минут> (24-часовые часы)

Пример: ONTIME? отображает 47

Отображает время, прошедшее с момента последнего включения Калибратора: 47 минут.

***OPC** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда завершения) Команда устанавливает бит 0 (OPC) регистра состояния события в 1 после завершения прибором всех отложенных операций. Также см. команду *ESR? .

Параметр: (Нет)

Пример: *OPC

Устанавливает бит 0 регистра состояния события в 1 при завершении прибором всех отложенных операций.

***OPC?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос завершения операций) Отображает 1 после завершения всех отложенных операций. Эта команда позволяет приостановить выполнение программы до завершения операций. (См. *WAI.)

Ответ: 1 (все операции завершены)

Пример: *OPC? отображает 1

Отображает 1 после завершения всех отложенных операций.

OPER ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда включения) Если Калибратор находился в режиме ожидания, активизирует воспроизведение выходного сигнала. Результат команды аналогичен нажатию на кнопку $\overline{\text{OPR}}$ передней панели Калибратора. Если в очереди ошибок имеется ошибка, команда OPER игнорируется для выходных сигналов напряжением 33 В и больше. (Также см. команду ERR? и команду STBY .)

Параметр: (Нет)

Пример: OPER

Подсоединяет выбранный выход к клеммам передней панели Калибратора. При этом загорается индикатор на кнопке $\overline{\text{OPR}}$.

OPER? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос рабочего состояния) Отображает в каком режиме, рабочем или ожидания, находится Калибратор.

Ответ: 1 (Работа)
 0 (Ожидание)

Пример: OPER? отображает 1

Отображает 1, если Калибратор находится в рабочем режиме.

***OPT?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда опций) Отображает список установленных аппаратных и программных модулей.

Ответ: <строка опции>, <строка опции>, ... (список опций, разделенных запятыми)
 0 (опции не установлены)

Пример: *OPT? отображает SC600

Отображает SC600 при установленном модуле калибровки осциллографа..

OUT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☒ Coupled

(Команда выхода) Устанавливает выходной сигнал Калибратора и новое эталонное значение для режима погрешности. Если задана только одна амплитуда, Калибратор воспроизводит один выходной сигнал. Если заданы две амплитуды, Калибратор воспроизводит два выходных сигнала. При одновременном воспроизведении двух напряжений вторая амплитуда воспроизводится через клеммы AUX. Если не задана частота, Калибратор будет использовать текущую используемую частоту.

Для измерения температуры или задания ее источника сначала выберите требуемый датчик и список параметров датчика. (См. команды TSENS_TYPE, RTD_* и TC_* .)

Для выдачи сигнала с использованием опций осциллографа Калибратора см. команду SCOPE .

Если изменена частота функции сигнала переменного тока, и гармонический выходной сигнал не установлен явно на то же самое время командой HARMONIC , то гармоника будет установлена на 1.

По желанию, множители, например, k, M, μ можно использовать с командой OUT.

Параметры <значение> V	Постоянное напряжение в вольтах или переменное напряжение в вольтах
	Напряжение в дБм
<значение> DBM	Вольт перем.тока или вольт пост.тока с частотой 0 Гц
<значение> V, <значение> Hz	Вольт перем.тока в дБм
<значение> DBM, <значение> Hz	Постоянный ток или значение
<значение> A	Переменный ток
<значение> A, <значение> Hz	Сопротивление
<значение> OHM	Емкость
<значение> F	Температура (град.Цельсия)
<значение> CEL	Температура (град.Фаренгейта)
<значение> FAR	Частота
<значение> HZ	Мощность постоянного или переменного тока
<значение> V, <значение> A	

<значение> V, <значение> A, <значение> HZ	Мощность переменного тока
<значение> V, <значение> V	Два постоянных или переменных напряжения.
<значение> V, <значение> V, <значение> HZ	Два переменных напряжения в вольтах
<значение>	При воспроизведении одного сигнала, изменение амплитуды с сохранением единиц и частоты.
Примеры: OUT 15.2 V	(напряжение 15,2 В с прежней частотой)
OUT 20 DBM	(напряжение 20 дБм с прежней частотой)
OUT 10 V, 60 HZ	(переменное напряжение 10 В частотой 60 Гц)
OUT 10 DBM, 50 Hz	(переменное напряжение 10 дБм частотой 50 Гц)
OUT 1.2 MA	(ток 1,2 мА с прежней частотой)
OUT 1 A, 400 HZ	(переменный ток 1 А частотой 400 Гц)
OUT 1 KOHM	(сопротивление 1 кΩ)
OUT 1 UF	(емкость 1 мкФ)
OUT 100 CEL	(температура; 100 °C)
OUT 32 FAR	(температура; 32 °F)
OUT 60 HZ	(обновление частоты; 60 Гц)
OUT 10 V, 1 A	(мощность 10 ватт с прежней частотой)
OUT 1 V, 1 A, 60 HZ	(мощность переменного тока 1 ватт частотой 60 Гц)
OUT 1 V, 2 V	(два напряжения 1 В и 2 В с прежней частотой)
OUT 10 MV, 20 MV, 60 HZ	(два напряжения 0,01 В и 0,02 В частотой 60 Гц)

В каждом примере показано значение и единицы, например, -15,2 В. Если значение введено без единиц, изменяется значение текущего выходного сигнала, если логически допустимо.

OUT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Выходной запрос) Отображает амплитуды и частоту выходных сигналов Калибратора. Множители (например, К или М) в ответе не используются.

Параметры: V (опционально для режимов переменного напряжения и термопары)
 DBM (опционально для режимов переменного напряжения)
 CEL (опционально для режимов термосопротивления RTD и термопары TC, в градусах Цельсия)
 FAR (опционально для режимов термосопротивления RTD и термопары TC, в градусах Фаренгейта)
 OHM (опционально для режимов термосопротивления RTD, в Омах)

Ответ: <первичное значение амплитуды>, <первичные единицы>,
 <вторичное значение амплитуды>, <вторичные единицы>,
 <значение основной частоты>

Примеры: OUT? отображает -1.520000E+01,V,0E+00,0,0.00E+00
 OUT? отображает 1.88300E-01,A,0E+00,0,4.420E+02
 OUT? отображает 1.23000E+00,V,2.34000E+00,V,6.000E+01
 OUT? отображает 1.92400E+06,OHM,0E+00,0,0.00E+00
 OUT? отображает 1.52000E+01,V,1.88300E-01,A,4.420E+02
 OUT? DBM отображает 2.586E+01,DBM,0E+00,A,4.420E+02
 OUT? отображает 1.0430E+02,CEL,0E+00,0,0.00E+00
 OUT? FAR отображает 2.19740000E+02,FAR,0E+00,0,0.00E+00
 OUT? V отображает 4.2740E-03,V,0E+00,0,0.00E+00
 OUT? OHM отображает 1.40135E+02,OHM,0E+00,0,0.00E+00

Соответствующие значения для приведенных выше примеров:

-15,2 V
 188,3 мА, 442 Гц
 1,23 В, 2,34 В, 60 Гц
 1,924 МΩ
 15,2 В, 188,3 мА, 442 Гц
 25,86 дБм, 442 Гц (25,86 дБм = 15,2 В при 600 Ω)
 104.3 °C
 219.74 °F (то же, что и 104.3 °C, в градусах Фаренгейта)
 4.274 мВ (то же, что и 104.3 °C, для термопары К-типа, в вольтах)
 140.135 Ω (то же, что и 104.3 °C, для термосопротивления pt385, в Омах)

Первичными и вторичными единицами являются: V, DBM, A, OHM, F, CEL, FAR.
 Единицами для <значения частоты> всегда являются Hz.

OUT_ERR? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос выходной погрешности) Отображает погрешность испытываемого устройства и единицы, вычисленные Калибратором, после подстройки выходного сигнала командой INCR . Возвращаются единицы PPM (миллионная часть), PCT (процент), DB (децибелы) или 0, если погрешность отсутствует. При изменении частоты погрешность испытываемого устройства не вычисляется.

Ответ: <значение погрешности>, <единицы>

Пример: OUT_ERR? отображает -1.00000E+01,PCT

Отображает -10%, когда показания испытываемого прибора снижаются на 10 %.

PHASE ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда разности фаз) Устанавливает разность фаз между выходными сигналами на клеммах NORMAL и AUX или 20A на передней панели Калибратора для мощности переменного тока и переменных напряжений в режиме одновременного воспроизведения двух сигналов. Фаза выходного сигнала на клемме NORMAL является эталонной фазой. Диапазон установки от 0,00 до 180,00 градусов, со знаком + для опережающей разности фаз и знаком – для запаздывающей разности фаз.

Параметр: <значение фазы> DEG (DEG, в градусах, опция)

Пример: PHASE -60 DEG

Установка разности фаз так, что частотный выходной сигнал на клеммах AUX запаздывает относительно частотного выходного сигнала на клеммах NORMAL на 60 градусов.

PHASE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разности фаз) Отображает разность фаз между выходными сигналами на клеммах NORMAL и AUX на передней панели Калибратора для мощности

переменного тока и переменных напряжений в режиме одновременного воспроизведения двух сигналов.

Ответ: <значение фазы>

Пример: PHASE? отображает -6.000E+01

Отображает -60 означает, что частотный выходной сигнал на клеммах AUX запаздывает относительно частотного выходного сигнала на клеммах NORMAL на 60 градусов.

POWER? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос расчета выходной мощности) Отображает эквивалентную активную мощность для выходных сигналов мощности переменного и постоянного тока на основании установленных значений напряжения, тока и коэффициента мощности (только для переменного тока). Если выходной сигнал не является сигналом мощности переменного или постоянного тока, возвращается значение 0E+00 (ноль) ватт.

Ответ: <значение> (Ватт)

Пример: POWER? отображает 1.00000E+01

Отображает 10, поскольку при выходном постоянном напряжении 10 В и выходном постоянном токе 1 А, активная мощность составляет 10 ватт.

Пример: POWER? отображает 1.00000E+01

Отображает 10, поскольку при выходном переменном напряжении 10 В, выходном токе 2 А и коэффициенте мощности 0,5 активная мощность составляет 10 ватт.

PR_PRT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Описание Печатает отчет о самокалибровке через выбранный последовательный порт.

- Параметры:
1. Тип печатаемого отчета: **STORED**, **ACTIVE** или **CONSTS**
 2. Формат отчета: **PRINT** (для чтения), **SPREAD** (для электронной таблицы)
 3. Интервал калибровки характеристик прибора для отчета: **I90D** (90 дней), **I1Y** (1 год)
 4. Последовательный порт печати отчета: **HOST**, **UUT**

Пример: PR-PRT STORED, PRINT, I90D, HOST

***PUD** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда защищенных данных пользователя) Устанавливает строку длиной не более 64 символов, которая сохраняется в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.) Команда выполняется только когда переключатель CALIBRATION на задней панели Калибратора находится в положении ENABLE. Содержит символ перевода строки (RS-232) для завершения блока данных или команды End или Identify (EOI) (IEEE-488).

Параметр: #2<nn><строка из nn символов> (определенная длина)
 #0<строка символов> (неопределенная длина)
 "<строка символов>" (строка символов)
 '<строка символов>' (строка символов)

Пример: *PUD #0CAL LAB NUMBER 1

Сохранение строки CAL LAB NUMBER 1 в области защищенных данных пользователя в формате неопределенной длины.

Пример: *PUD #216CAL LAB NUMBER 1

Сохранение строки CAL LAB NUMBER 1 в области защищенных данных пользователя в формате определенной длины, где #2 означает две следующие цифры, которые представляют количество символов текста nn в строке CAL LAB NUMBER 1 (включая пробелы=16).

Пример: *PUD "CAL LAB NUMBER 1"

Сохранение строки CAL LAB NUMBER 1 в области защищенных данных пользователя в формате строки символов.

***PUD?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос защищенных данных пользователя) Отображает содержимое памяти *PUD (защищенные данные пользователя) в формате определенной длины.

Ответ: #2nn<nn символов>

Пример: *PUD? отображает #216CAL LAB NUMBER 1

Отображает #2, затем 16, затем 16 символов текста (включая пробелы), сохраненных в энергонезависимой памяти.

RANGE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос диапазона) Отображает текущие диапазоны выхода. Отображаются значения для первичного и вторичного выходных сигналов. Если вторичный выходной сигнал отсутствует, возвращается 0. При воспроизведении двух сигналов символ P обозначает первичный выходной сигнал (клеммы NORMAL на передней панели), а символ S обозначает вторичный выходной сигнал (клеммы AUX на передней панели).

Ответ: <первичный выходной сигнал>, <вторичный выходной сигнал>

Примеры:	DC330MV,0	(диапазон постоянного напряжения 330 мВ)
	DC33MA_A,0	(диапазон постоянного тока 33 мА)
	AC3_3V,0	(диапазон переменного напряжения 3,3 В)
	AC330MA_A,0	(диапазон переменного тока 330 мА)
	R110OHM,0	(диапазон сопротивлений 110 Ω)
	C1_1UF,0	(диапазон емкостей 1.1 мкФ)
	TCSRC,0	(источник термопары для измерения температуры)
	RTD_110,0	(диапазон температур RTD 110 Ω)
	DC3_3V_P,DC3A_AS	(диапазон мощности 3,3 В, 3 А постоянного тока)
	AC330V_P,AC20A_2S	(диапазон мощности 330 В, 20 А переменного тока)
	DC330MV_P,DC3_3V_S	(диапазоны двух постоянных напряжений 330 мВ и 3,3 В)
	AC330V_P,AC3_3V_S	(диапазоны двух переменных напряжений 330 В и 3,3 В)

Отображает символическое имя единственного или первого выходного сигнала и символическое имя второго выходного сигнала (0 если второй сигнал отсутствует).

RANGELCK ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда фиксации диапазона) Фиксирует текущий диапазон, либо устанавливает режим автоматического выбора диапазона при воспроизведении одного сигнала постоянного напряжения и тока. Фиксация диапазона автоматически снимается, если изменяется функция выходного сигнала, например, при изменении сигнала постоянного напряжения на сигнал постоянного тока. Когда параметр команды RANGELCK имеет значение «on», это аналогично фиксации диапазона с помощью функциональной кнопки. Когда параметр команды RANGELCK имеет значение «off»,

это аналогично установке автоматического диапазона с помощью функциональной кнопки.

Параметр: ON (фиксирует диапазон постоянного напряжения или тока)
OFF (Снимает фиксацию диапазона постоянного напряжения или тока и устанавливает автоматический выбор диапазона)

Пример: RANGELCK OFF

Отменяет фиксацию диапазона, чтобы позволить автоматический выбор диапазона постоянного напряжения или тока.

RANGELCK?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос фиксации диапазона) Отображает наличие или отсутствие фиксации диапазона при воспроизведении одного сигнала переменного напряжения или тока.

Отклик: ON (диапазон фиксируется, автоопределение диапазона не допускается)
OFF (диапазон не фиксируется, автоопределение диапазона допускается)

Пример: RANGELCK? отображает OFF

Отображает OFF, если диапазон постоянного напряжения и тока не фиксирован (разрешен автоматический выбор диапазона).

REFOUT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос эталона выходного сигнала) Отображает текущее значение эталона при редактировании выходного сигнала (режим погрешности). Если редактирование с помощью команды INCR не производилось, возвращает значение 0 (0E+00). Эталонное значение устанавливается командами OUT, NEWREF или MULT. Для определения редактируемого значения используются команды EDIT? и OUT? .

Ответ: <эталонное значение>

Пример: REFOUT? отображает 0E+00

Отображает 0, когда редактирование не проводилось.

Пример: REFOUT? отображает 2.500000E-01

Отображает 0.250, когда выходной сигнал редактируется, а эталонное значение равно, например, 250 мВ.

REMOTE ☐ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Дистанционная команда) Переводит Калибратор в дистанционный режим. Эта команда дублирует сообщение IEEE-488 REN (Remote Enable). В дистанционном режиме на дисплее управления появляется функциональная кнопка «REMOTE CONTROL Go to Local». Нажмите эту функциональную кнопку для перевода Калибратора в местный режим управления. Если передняя панель заблокирована, на дисплее управления отображается "REMOTE CONTROL LOCAL LOCK OUT" (автономный режим заблокирован дистанционно). (См. команду LOCKOUT.) Для разблокировки передней панели используйте команду LOCAL или выключите и снова включите питание Калибратора.

Параметр: (Нет)

Пример: REMOTE

Калибратор переводится в автономный режим, и это состояние выводится на передней панели дисплея функциональной клавишей REMOTE CONTROL.

RPT_STR ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда строки отчета) Загружает пользовательскую строку отчета. Строку отчета пользователя можно прочитать с дисплея управления, она также появляется в отчетах о калибровке. Переключатель CALIBRATION должен находиться в положении ENABLE. (Последовательная команда.)

Параметр: Строка длиной до 40 символов

RPT_STR? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос строки отчета) Отображает пользовательскую строку отчета. Строку отчета пользователя можно прочитать с дисплея управления, она также появляется в отчетах о калибровке. (Последовательная команда.)

Параметр: Нет

Отклик: (строка) не более 40 символов

***RST** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда сброса прибора) Сбрасывает состояние Калибратора к состоянию после включения питания. *RST приостанавливает выполнение последовательных команд до завершения операции сброса. Результат команды аналогичен нажатию кнопки  на передней панели.

Сброс получает последующие команды и значения:

Команда	Значение	Команда	Значение
CUR_POST	AUX	RTD_TYPE	<RTD_TYPE_D value>
DBMZ	<DBMZ_D з н а ч е н и е >	SCOPE	OFF
DC_OFFSET	0V	STBY	(No output)
DUTY	50PCT	TC_OFFSET	0 CEL
EARTH	OPEN	TC_OTCD	ON
HARMONIC	1, PRI	TC_REF	INT
LCOMP	OFF	TC_TYPE	<TC_TYPE_D value>
LOWS	TIED	TRIG	В Ы К Л
OUT	0V,0HZ		
Команда	Значение	Команда	Значение
OUT_IMP	Z1M	WAVE	NONE,NONE
PHASE	0DEG	ZCOMP	OFF
RANGELCK	OFF	ZERO_MEAS	OFF
TSENS_TYPE	TC		

При сбросе отменяются изменения, сделанные в меню настройки, которые не сохраняются в энергонезависимой памяти.

Ответ: (Нет)

Пример: *RST

Выполняет сброс Калибратора, вызывает показанные выше команды и значения.

RTD_TYPE ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда детектора типа термометра сопротивления) Задаёт тип датчика термометра сопротивления (RTD).

Перед использованием RTD_TYPE выберите RTD при помощи команды TSENS_TYPE . После использования RTD_TYPE выберите выходную температуру командой OUT. Изменение датчика температуры меняет выход на 0 °C. Будучи установленной, настройка типа датчика температуры сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Параметры:

PT385	(100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
PT385_200	(200-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
PT385_500	(500-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
PT385_1000	(1000-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
PT3926	(100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.003926$ Ом/Ом/°C)
PT3916	(100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.003916$ Ом/Ом/°C)
CU10	(10-омный датчик RTD, эмпирическая кривая)
NI120	(120-омный датчик RTD, эмпирическая кривая)

Пример: RTD_TYPE PT3926

Задаёт датчик типа RTD сопротивлением 100 Ом, с кривой pt3926 ($\alpha=0.003926$ Ом/Ом/°C). Сопротивление 100 Ом относится к точке замерзания воды (сопротивление датчика RTD при 0 °C (32 °F)).

RTD_TYPE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос детектора типа термометра сопротивления) Отображает тип датчика термометра сопротивления (RTD), используемого при моделировании датчика температуры RTD.

Ответы:

PT385	(100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
PT385_200	(200-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
PT385_500	(500-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
PT385_1000	(1000-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
PT3926	(100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.003926$ Ом/Ом/°C)
PT3916	(100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.003916$ Ом/Ом/°C)
CU10	(10-омный датчик RTD, эмпирическая кривая)
NI120	(120-омный датчик RTD, эмпирическая кривая)

Пример: RTD_TYPE? отображает PT3926

Отображает PT3926 , если 100-омный датчик RTD с кривой $\alpha=0.003926$ Ом/Ом/°C установлен в качестве типа датчика RTD.

RTD_TYPE_D

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда детектора типа термометра сопротивления по умолчанию) Задаёт тип термометра сопротивления (RTD) по умолчанию при включении питания и сбросе, сохраняемый в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных

конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.)

Параметры: PT385 (100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
 PT385_200 (200-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
 PT385_500 (500-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
 PT385_1000 (1000-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
 PT3926 (100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.003926$ Ом/Ом/°C)
 PT3916 (100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.003916$ Ом/Ом/°C)
 CU10 (10-омный датчик RTD, эмпирическая кривая)
 NI120 (120-омный датчик RTD, эмпирическая кривая)

Пример: RTD_TYPE_D PT3926

Задаёт по умолчанию датчик типа RTD с сопротивлением 100 Ом и кривой $\alpha=0.003926$ Ом/Ом/°C.

RTD_TYPE_D?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос детектора типа термометра сопротивления по умолчанию) Отображает тип датчика термометра сопротивления (RTD) по умолчанию при включении питания и при сбросе.

Ответы: PT385 (100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
 PT385_200 (200-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
 PT385_500 (500-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
 PT385_1000 (1000-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.00385$ Ом/Ом/°C)
 PT3926 (100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.003926$ Ом/Ом/°C)
 PT3916 (100-омный датчик RTD, кривая $\alpha=0.003916$ Ом/Ом/°C)
 CU10 (10-омный датчик RTD, эмпирическая кривая)
 NI120 (120-омный датчик RTD, эмпирическая кривая)

Пример: RTD_TYPE_D? отображает PT3926

Отображает PT3926, если установлен по умолчанию датчик типа RTD с сопротивлением 100 Ом и кривой $\alpha=0.003926$ Ом/Ом/°C.

SP_SET ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда настройки последовательного Host-порта) Задаёт настройки RS-232-C для последовательного порта задней панели Калибратора SERIAL 1 FROM HOST, сохраняемые в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.) (Порядок задания настроек для последовательного порта задней панели Калибратора SERIAL 2 TO UUT см. в команде UUT_SET.) Стандартные заводские настройки параметров показаны ниже **полужирным** шрифтом. (Для возвращения стандартных заводских значений, см. команду FORMAT SETUP.)

При выборе интерфейса устанавливается реакция на команду, с обратным эхом команд и сообщений об ошибках с помощью параметра TERM (терминал) или без обратного эха с помощью параметра COMP (компьютер)..

Параметры: <<значение скорости передачи>, 300, 600, 1200, 2400, 4800, **9600**
 <интерфейс>, **TERM** (терминал), COMP (компьютер)

<контроль потока>,	XON (xon/xoff), NOSTALL (нет), RTS (rts/cts)
<число бит данных>,	DBIT7 (7 бит) или DBIT8 (8 бит)
<число стоп-битов>,	SBIT1 (1 бит) или SBIT2 (2 бита)
<четность>,	PNONE (нет), PODD (нечетность), PEVEN (четность)
<символ конца строки>	CR (возврат каретки), LF (перевод строки), CRLF (перевод каретки/возврат строки)

Пример: SP_SET 9600,TERM,XON,DBIT8,SBIT1,PNONE,CRLF

Задаёт параметры последовательного порта задней панели SERIAL 1 FROM HOST в соответствии со стандартными заводскими значениями.

SP_SET? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос настройки последовательного Host-порта) Отображает настройки RS-232-C последовательного порта задней панели Калибратора SERIAL 1 FROM HOST.

(Порядок запроса настроек для последовательного порта задней панели SERIAL 2 TO UUT см. в команде UUT_SET? . Стандартные заводские настройки параметров показаны ниже **полужирным** шрифтом. (Для возвращения стандартных заводских значений, см. команду FORMAT SETUP.)

Ответы: <значение скорости передачи>, 300, 600, 1200, 2400, 4800, **9600**
 <интерфейс>, **TERM** (терминал), COMP (компьютер)
 <контроль потока>, **XON** (xon/xoff), NOSTALL (нет), RTS (rts/cts)
 <число бит данных>, DBIT7 (7 бит) или **DBIT8** (8 бит)
 <число стоп-битов>, **SBIT1** (1 бит) или SBIT2 (2 бита)
 <четность>, **PNONE** (нет), PODD (нечетность), PEVEN (четность)
 <символ конца строки>CR (возврат каретки), LF (перевод строки), **CRLF** (перевод каретки/возврат строки)

Пример: SP_SET? отображает 9600,TERM,XON,DBIT8,SBIT1,PNONE,CRLF

Отображает параметры последовательного порта задней панели SERIAL 1 FROM HOST, как здесь показано, к стандартным заводским значениям.

SPLSTR ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда строки последовательного опроса) Устанавливает строку последовательного опроса (строка длиной не более 40 символов), которая сохраняется в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.) Строка SPLSTR отправляется хосту по последовательному интерфейсу при передаче символа ^P (<cntl> P). Стандартным форматом является:

SPL: %02x %02x %04x %04x

где выражение %02x (8 бит) означает печать шестнадцатеричного значения 2-мя шестнадцатеричными цифрами, а %04x (16 бит) означает печать шестнадцатеричного значения 4-мя шестнадцатеричными числами. Строка имеет следующее представление:

SPL: (STB) (ESR) (ISCR0) (ISCR1)

См. команды *STB?, *ESR?, ISCR0? и ISCR1?. Типичная строка в стандартном формате, посылаемая хосту, имеет вид: SPL: 44 00 0000 1000. Эта команда соответствует формату. Для нестандартных значений введите символ ^P (<cntl> p). Также смотрите команду SRQSTR.

Параметры «<строка>\n» (\n представляет символ NEWLINE, шестнадцатеричное 0A).

Пример: SPLSTR «SPL: %02x %02x %04x %04x\n»

Устанавливает строку SPLSTR со стандартными значениями SPL: %02x %02x %04x %04x\n.

SPLSTR? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос строки ответа последовательного опроса) Отображает строку, запрограммированную для ответа последовательного опроса. Для значений введите символ ^P (<cntl> p). Также смотрите команду SRQSTR.

Ответ: <строка>

Пример: SRQSTR отображает SRQ: %02x %02x %04x %04x\n

Отображает формат строки SPLSTR (в этом примере установка по умолчанию).

***SRE** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда разрешения запроса на обслуживание) Загружает байт в регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE). (См. раздел «Регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE)» Главы 5). Поскольку бит 6 не используется (десятичное значение 64), максимальное значение составляет $255 - 64 = 191$.

Параметр: <значение> (десятичный эквивалент байта SRE, от 0 до 191).

Пример: *SRE 56

Устанавливает биты 3 (EAV), 4 (MAV) и 5 (ESR).

***SRE?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения запроса на обслуживание) Отображает байт из регистра разрешения запроса на обслуживание. (SRE).

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент байта SRE, от 0 до 191).

Пример: *SRE? отображает 56

Отображает 56, если биты 4 (EAV) и 5 (MSS) установлены.

SRQSTR ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда строки запроса на обслуживание) Устанавливает ответ на запрос обслуживания в последовательном режиме SRQ (Service Request) (не более 40 символов) и сохраняет его в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.) Строка SRQSTR отправляется хосту по последовательному интерфейсу, когда установлена строка SRQ (только в режиме терминала). Стандартным форматом является:

SRQ: %02x %02x %04x %04x

где выражение %02x (8 бит) означает печать шестнадцатеричного значения 2-мя шестнадцатеричными цифрами, а %04x (16 бит) означает печать шестнадцатеричного значения 4-мя шестнадцатеричными числами. Строка имеет следующее представление:

SRQ: (STB) (ESR) (ISCR0) (ISCR1)

См. команды *STB?, *ESR?, ISCR0? и ISCR1? Типичная строка в стандартном формате, посылаемая хосту, имеет вид: SRQ: 44 00 0000 1000. Эта команда

соответствует формату. См команду SPLSTR установки ответа для последовательного опроса.

Параметр: «<строка>\n» (\n представляет символ «Line Feed», шестнадцатеричное 0A).

Пример: SRQSTR «SRQ: %02x %02x %04x %04x\n»

Устанавливает строку SRQSTR со стандартными значениями SRQ: %02x %02x %04x %04x\n.

SRQSTR? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос строки запроса на обслуживание) Отображает запрограммированную строку ответа на SRQ для последовательного режима. Представляет собой формат строки запроса на обслуживание; фактические значения поступают из регистров. Также смотрите команду SPLSTR .

Ответ: <строка>

Пример: SRQSTR отображает SRQ: %02x %02x %04x %04x\n

Отображает формат строки SRQSTR (в этом примере установка по умолчанию).

***STB?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос регистра байта состояния) Отображает байт для регистра байта состояния. (См. раздел «Регистр байта состояния (STB)» в Главе 5).

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент байта STB, от 0 до 255).

Пример: *STB? отображает 72

Отображает 72 , если биты 3 (EAV) и 6 (MSS) установлены.

STBY ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда ожидания) Дезактивирует Калибратор, если он находился в рабочем режиме. Результат команды аналогичен нажатию на кнопку **STBY** передней панели Калибратора.

Параметр: (Нет)

Пример: STBY

Отсоединяет выбранный выход от клемм передней панели Калибратора.

TC_MEAS ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команды измерения для термопары) Выбирает режим измерения для термопары.

Параметры: CEL (Цельсия) (опция)
FAR (Фаренгейт) (опция)

Пример: TC_MEAS CEL

Измеряет температуру термопары, подсоединенной к клеммам TC Калибратора, в градусах Цельсия.

TC_OFFSET ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда смещения по температуре для термопары) Добавляет смещение по температуре для термопары (± 500 °C). Команда не применяется к имитации сигнала термопары.

Параметры: <значение> CEL (смещение в градусах Цельсия) (опция)
<значение> FAR (смещение в градусах Фаренгейта) (опция)

Пример: TC_OFFSET +10 CEL

Добавление смещения +10 °C к результату измерения при помощи термопары.

TC_OFFSET?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос смещения по температуре для термопары) Отображает смещение по температуре для термопары (± 500 °C).

Ответы: <значение> CEL (смещение в градусах Цельсия) (опция)
 <значение> FAR (смещение в градусах Фаренгейта) (опция)

Пример: TC_OFFSET? отображает 1.000E+01,CEL

Отображает +10 градусов C, если для измерения при помощи термопары было задано смещение +10 °C.

TC_OTCD ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда обнаружения сигнала разомкнутой термопары) Активирует или деактивирует обнаружения сигнала разомкнутой термопары в режиме измерения при помощи термопары. Будучи установленной, настройка обнаружения сигнала разомкнутой термопары сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Параметры: ON (включение обнаружения сигнала термопары) (по умолчанию)
 OFF (выключение обнаружения сигнала термопары)

Пример: TC_OTCD ON

Активирует обнаружение сигнала разомкнутой термопары. В случае обнаружения разомкнутой термопары это условие отображается на передней панели.

TC_OTCD? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос обнаружения сигнала разомкнутой термопары) Отображает состояние обнаружения сигнала разомкнутой термопары в режиме измерения при помощи термопары.

Ответы: ON (обнаружение сигнала термопары включено)
 OFF (обнаружение сигнала термопары включено)

Пример: TC_OTCD? отображает ON

Отображает ON , если установлено обнаружение сигнала разомкнутой термопары.

TC_REF ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда опорного значения термопары) Определяет, что именно будет использоваться для выхода термопары (TC) и для измерений: внутренний датчик температуры (INT) или внешнее опорное значение (EXT). Если первым параметром является EXT, то второй параметр должен быть значением температуры, используемым как опорное для холодного спая. Будучи установленной, эта эталонная настройка сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Параметры: INT
 EXT, <внешнее опорное значение> CEL (или FAR)

Пример: TC_REF EXT, 25.6 CEL

Задаёт внешнее опорное значение для термопары 25.6 °C.

TC_REF? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос опорного значения термопары) Отображает источник и значение температуры, используемой как опорная для моделирования термопары и для измерения (в градусах Цельсия CEL или Фаренгейта FAR, в зависимости от активных единиц). В качестве опорного можно выбирать внутренний (INT) или внешний источник (EXT).

Если выбран INT, то опорное значение температуры устанавливается на 0, кроме случая, когда установлен режим работы термопары и Калибратор находится в рабочем режиме.

Ответы: INT, <опорное значение температуры>,CEL (или FAR)
EXT, <опорное значение температуры>,CEL (или FAR)

Пример: TC_REF? отображает INT,2.988E+01,CEL

Отображает внутренний источник, 29.88 по Цельсию, когда опорная температура термопары является внутренней и составляет 29.88 °C. (Если возвращается внутренняя опорная температура 0 (0.00E+00), то Калибратор не в рабочем режиме, и/или Калибратор не в режиме термопары.)

TC_TYPE ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда типа термопары) Задает тип температурного датчика термопары (TC). Тип TC используется, когда выход установлен на значение температуры командой OUT, а тип датчика температуры установлен на TC командой TSENS_TYPE. Изменение датчика температуры при моделировании выходного сигнала температуры меняет выход на 0 °C. Будучи установленной, настройка типа датчика температуры TC сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Параметры: B (термопара B-типа)
C (термопара C-типа)
E (термопара E-типа)
J (термопара J-типа)
K (термопара K-типа) (по умолчанию)
N (термопара N-типа)
R (термопара R-типа)
S (термопара S-типа)
T (термопара T-типа)
X (10 мкВ/°C, линейный выход)
Y (%, относительная влажность)
Z (1мВ/°C, линейный выход)

Пример: TC_TYPE J

Задает тип термопары для моделирования выходного сигнала температуры для термопары J-типа.

TC_TYPE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос типа термопары) Отображает тип температурного датчика термопары (TC). Изменение датчика температуры при моделировании выходного сигнала температуры меняет выход на 0 °C.

Ответы: B (термопара B-типа)
C (термопара C-типа)
E (термопара E-типа)
J (термопара J-типа)
K (термопара K-типа) (по умолчанию)
N (термопара N-типа)
R (термопара R-типа)
S (термопара S-типа)
T (термопара T-типа)
X (10 мкВ/°C, линейный выход)
Y (%, относительная влажность)
Z (1мВ/°C, линейный выход)

Пример: TC_TYPE? отображает K

Отображает K , когда для моделирования выходного сигнала температуры задана термопара K-типа.

TC_TYPE_D ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда типа термопары по умолчанию) Задает тип датчика термопары (TC) по умолчанию, сохраняемый в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.) Тип TC устанавливается по умолчанию при включении питания и при сбросе.

Ответы:

B	(термопара B-типа)
C	(термопара C-типа)
E	(термопара E-типа)
J	(термопара J-типа)
K	(термопара K-типа) (по умолчанию)
N	(термопара N-типа)
R	(термопара R-типа)
S	(термопара S-типа)
T	(термопара T-типа)
X	(10 мкВ/°C, линейный выход)
Y	(%, относительная влажность)
Z	(1мВ/°C, линейный выход)

Пример: TC_TYPE_D J

Задает J-тип термопары по умолчанию.

TC_TYPE_D?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос типа термопары по умолчанию) Отображает тип датчика термопары (TC) по умолчанию.

Ответы:

B	(термопара B-типа)
C	(термопара C-типа)
E	(термопара E-типа)
J	(термопара J-типа)
K	(термопара K-типа) (по умолчанию)
N	(термопара N-типа)
R	(термопара R-типа)
S	(термопара S-типа)
T	(термопара T-типа)
X	(10 мкВ/°C, линейный выход)
Y	(%, относительная влажность)
Z	(1мВ/°C, линейный выход)

Пример: TC_TYPE_D? отображает K

Отображает K , если задан K-тип термопары по умолчанию.

TEMP_STD ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда стандарта температуры) Выбирает стандарт температуры IPTS -68 (Международная практическая температурная шкала, 1968 г.) или its-90 (Международная температурная шкала, 1990 г.), сохраняемый в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.) По умолчанию выбирается стандарт its-90.

Параметры: IPTS_68
 ITS_90

Пример: TEMP_STD ITS_90

Устанавливается стандарт температуры ITS-90.

TEMP_STD?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда стандарта температуры) Отображает стандарт температуры IPTS -68 (Международная практическая температурная шкала, 1968 г.) или ITS -90 (Международная температурная шкала, 1990 г.).

Параметры: IPTS_68
ITS_90

Пример: TEMP_STD? отображает ITS_90

Отображает ITS_90, если в качестве стандарта температуры принята Международная температурная шкала 1990.

***TRG** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда запуска измерения при помощи термопары) Запускает измерение температуры при помощи термопары и отображает результат измерения. Меняет также режим работы на режим измерения при помощи термопары, если это еще не было сделано. (Эта команда эквивалентна отправке TC_MEAS;*WAI;VAL?)

Ответы: <измеренное значение>,CEL (значение в градусах Цельсия)
<измеренное значение>,FAR (значение в градусах Фаренгейта)
0.00E+00,OVER (значение выше или ниже допустимых пределов)
0.00E+00,OPENTC (открытый контур термопары)
0.00E+00,NONE (неправильный режим или отсутствие измерения)

Пример: *TRG отображает +2.500E+01,CEL

Включает измерение температуры и возвращает значение 25.00 Celsius, когда результат измерения при помощи термопары составляет 25 °C.

TSENS_TYPE

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда типа датчика температуры) Устанавливает тип датчика для измерения температуры на термопару (TC) или термометр сопротивления (RTD). Калибратор моделирует температуру RTD как резистивный выход на клеммах NORMAL и моделирует температуру, измеряемую термопарой, как постоянное напряжение на клеммах TC. Изменение типа датчика температуры меняет выход на 0 градусов C. Будучи установленным, тип датчика температуры сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Параметры: TC (Термопара)
RTD (Термометр сопротивления)

Пример: TSENS_TYPE RTD

Устанавливает тип датчика температуры на RTD.

TSENS_TYPE?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос типа датчика температуры) Отображает тип датчика для измерения температуры: термопара (TC) или термометр сопротивления (RTD).

Ответы: TC (Термопара)
RTD (Термометр сопротивления)

Пример: TSENS_TYPE? отображает TC

Отображает TC , если датчиком температуры является термopapa.

***TST?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда самотестирования) Запускает самодиагностику и возвращает 0 при успешном завершении или 1 при отказе. При обнаружении любых отказов, они отображаются на экране (режим терминала) или записываются в очередь ошибок, откуда их можно прочитать по запросу ERR? (режим компьютера).

Ответ: 0 (самотестирование пройдено)
 0 т в е т :1 (самотестирование не пройдено)

Пример: *TST? отображает 1

Отображает 0 , если самотестирование пройдено успешно.

UNCERT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда неопределенностей) Отображает заданные неопределенности для текущего выходного сигнала. При отсутствии заданных значений для выходного сигнала, отображает ноль.

- Параметр: 1. (не обязательный) Предпочтительные единицы погрешности первичного выходного сигнала или PCT (по умолчанию).
 2. (не обязательный) Предпочтительные единицы погрешности вторичного выходного сигнала или PCT (по умолчанию)

- Ответ: 1. (число с плавающей запятой) 90-дневная указанная погрешность первичного выходного сигнала прибора.
 2. (число с плавающей запятой) 1-годичная указанная погрешность первичного выходного сигнала.
 3. (символ) Единицы погрешности первичного выходного сигнала.
 4. (число с плавающей запятой) 90-дневная указанная погрешность вторичного выходного сигнала прибора.
 5. (число с плавающей запятой) 1-годичная указанная погрешность вторичного выходного сигнала..
 6. (символ) Единицы погрешности вторичного выходного сигнала..

Пример: UNCERT? отображает 6.120E-01,6.150E-01,PCT,9.50E-02,
 1.150E-01,PCT

UUT_FLUSH

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда очистки приемного буфера испытываемого устройства) Очищает приемный буфер испытываемого устройства для данных, получаемых от испытываемого устройства через последовательный порт задней панели Калибратора SERIAL 2 TO UUT. Эта команда может быть отправлена через GPIB или порт RS-232, но применяется к работе последовательного порта SERIAL 2 TO UUT.

Параметр: (Нет)

Пример: UUT_FLUSH

Очистка буфера принимаемых Калибратором данных для испытываемого устройства.

UUT_RECV?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос очистки приемного буфера испытываемого устройства) Отображает данные с испытываемого устройства в формате стандарта IEEE-488.2 через

последовательный порт задней панели Калибратора SERIAL 2 TO UUT. Эта команда может быть отправлена через GPIB или порт RS-232, но применяется к работе последовательного порта SERIAL 2 TO UUT.

Ответ: <данные> (двоичный блок данных в формате определенной длины с испытываемого устройства)

Пример: UUT_RECV? отображает #211+1.99975E+0

Отображает (например) результат измерения с испытываемого устройства. Формат: #2 (далее две цифры) 11 (далее символы) +1.99975E+0 (11 символов).

UUT_RECVB?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос получения двоичных данных с испытываемого устройства) Отображает двоичные данные с последовательного порта испытываемого устройства в виде целых чисел. Вместо этого можно использовать команду UUT_RECV? при получении данных ASCII.

Параметр: (Опция) Максимальное число целых чисел в строке

Ответ: (Неопределенная строка ASCII) Целые числа, разделенные запятыми, как показано ниже:

1. (целое число) Число показанных байтов данных, которые не содержат счетчика
2. (целое число) Данные с порта UUT в виде ряда целых чисел, разделенных запятыми.
целые числа, разделенные запятыми

Пример: команда из символов "=>" , за которым следуют символы перевода строки и конца строки, отображает результат 4,61,62,13,10

UUT_SEND ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда отправки данных на испытываемое устройство) Отправляет данные на последовательный порт испытываемого устройства в формате блока двоичных данных или строки данных через последовательный порт задней панели Калибратора SERIAL 2 TO UUT. Эта команда может быть отправлена через GPIB или порт RS-232, но применяется к работе последовательного порта SERIAL 2 TO UUT. Содержит символ перевода строки (RS-232) для завершения блока данных или команды End или Identify (EOI) (IEEE-488).

Параметр: #2<nn><строка из nn символов> (определенная длина)
#0<строка символов> (неопределенная длина)
«<строка символов>» (строка символов)

Примеры:

UUT_SEND #206F1S2R0 (формат определенной длины)

Отправляет данные F1S2R0 на испытываемое устройство в формате определенной длины. Формат: #2 (далее две цифры) 06 (далее символы) F1S2R0(6 символов).

UUT_SEND #0F1S2R0 (формат определенной длины)

Отправляет данные F1S2R0 на испытываемое устройство в формате неопределенной длины. Формат представляет собой #0 с последующими символами.

UUT_SEND "F1S2R0" (строка символов)

Отправляет данные F1S2R0 на испытываемое устройство в формате строки символов.

Особый случай Если отправляемая на испытываемое устройство строка символов должна завершиться командой возврата каретки (CR), перевода строки (LF) или ими обеими, необходимо использовать:

Формат определенной длины. Необходимо следовать вышеприведенным указаниям и после строки символов добавить команду ^J для CR, ^M для LF или обе эти команды, где ^J означает удерживать клавишу <Cntl> и нажать букву J. Например, при отправке строки REMS в этом формате с обоими символами CR и LF необходимо отсчитать 4 символа для REMS и по 1 символу для ^J и ^M, всего 6 символов. Эта команда должна иметь вид UUT_SEND #206REMS^J^M и <Enter>. (Символы ^J и ^M "в этом случае выполняют функции CR и LF.)

Формат определенной длины Этот формат не может использоваться, когда команды CR и LF необходимы для строки символов.

Строка символов Необходимо следовать вышеприведенным указаниям и после строки символов добавить команду \n для CR или \r для LF или обе эти команды, где буквенные символы вводятся в нижнем регистре. Например, в режиме терминала для отправки строки REMS в этом формате с обоими символами CR и LF команда должна иметь вид UUT_SEND "REMS\n\r". В режиме компьютера, где команды выводятся как часть командной строки, для вложенных кавычек используются двойные кавычки. Например, "uut_send "REMS\n\r"".

Вышеописанным способом можно реализовать следующие символы и команды:

Возврат каретки	^J	\n
Перевод строки	^M	\r
Табуляция	Tab	\t
Забой	^H	\b
Перевод страницы	^L	\f

UUT_SENDB ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда отправки двоичных данных на испытываемое устройство) Двоичные данные отправляются на последовательный порт испытываемого устройства (последовательный порт SERIAL 2 to UUT задней панели Калибратора). При отправке данных ASCII вместо этой команды используется команда UUT_SEND. Эта команда может быть отправлена через GPIB или порт RS-232, но применяется к работе последовательного порта SERIAL 2 TO UUT.

Параметр: Отправляемые целые числа, разделенные запятыми (не более 10)

Пример: UUT_SENDB 42,73,68,78,63,10

Отправляет ASCII-символы "*IDN?", за которыми следует новая строка (ASCII 10), на последовательный порт испытываемого устройства.

UUT_SET ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда настройки последовательного порта UUT) Задаёт настройки RS-232-C для последовательного порта задней панели Калибратора SERIAL 2 TO UUT, сохраняемые в энергонезависимой памяти Калибратора. (При сохранении данных конфигурации в энергонезависимой памяти, в течение около 2 секунд, Калибратор не отвечает на дистанционные команды.) (Порядок задания настроек для последовательного порта задней панели Калибратора SERIAL 1 FROM HOST см. в команде SP_SET .) Стандартные заводские настройки параметров показаны ниже **полужирным** шрифтом. (Для возвращения стандартных заводских значений, см. команду FORMAT SETUP.)

При выборе интерфейса устанавливается реакция на команду, с обратным эхом с помощью параметра TERM (терминал) или без обратного эха с помощью параметра COMP (компьютер).

Параметры: <значение скорости передачи>, 300, 600, 1200, 2400, 4800, **9600**
 <контроль потока>, **XON** (xon/xoff), NOSTALL (нет), RTS (rts/cts)
 <число бит данных>, DBIT7 (7 бит) или **DBIT8** (8 бит)
 <число стоп-битов>, **SBIT1** (1 бит) или SBIT2 (2 бита)
 <четность>, **PNONE** (нет), PODD (нечетность), PEVEN (четность)

Пример: UUT_SET 9600,XON,DBIT8,SBIT1,PNONE

Задаёт параметры последовательного порта задней панели SERIAL 2 TO UUT в соответствии со стандартными заводскими значениями.

UUT_SET? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос настройки последовательного порта UUT) Отображает настройки RS-232-C последовательного порта задней панели Калибратора SERIAL 2 TO UUT. (Порядок запроса настроек для последовательного порта задней панели SERIAL 1 FROM HOST см. в команде SP_SET? . Стандартные заводские настройки параметров показаны ниже **полужирным** шрифтом. (Для возвращения стандартных заводских значений, см. команду FORMAT SETUP.)

Ответы: <значение скорости передачи>, 300, 600, 1200, 2400, 4800, **9600**
 <контроль потока>, **XON** (xon/xoff), NOSTALL (нет), RTS (rts/cts)
 <число бит данных>, DBIT7 (7 бит) или **DBIT8** (8 бит)
 <число стоп-битов>, **SBIT1** (1 бит) или SBIT2 (2 бита)
 <четность> **PNONE** (нет), PODD (нечетность), PEVEN (четность)

Пример: UUT_SET? о т о б р а ж а е т 9600,XON,DBIT8,SBIT1,PNONE

Отображает параметры последовательного порта задней панели SERIAL 2 TO UUT, как здесь показано, к стандартным заводским значениям.

VAL? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда возврата измеренного значения) Отображает последнее значение измеренной термопарой температуры или импеданса, измеренного осциллографом. На дисплее отображается состояние индикации.

Параметр: (Опция) Возвращаемые единицы

Ответы: 1. (число с плавающей запятой) Измеренное значение температуры
 2. (Символ) CEL, FAR, OHM, F, ,OVER(значение выше или ниже допустимых пределов), OPENTC (открытый контур термопары), или NONE (неправильный режим или отсутствие измерения)

Пример: VAL? отображает 0.00E+00,NONE

Отображает 0 и NONE , что означает отсутствие последнего измерения, либо поскольку Калибратор не находится в режиме измерения, либо измерение еще не было выполнено.

VVAL? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда измерения напряжения на термопаре) Отображает последнее значение измерения температуры при помощи термопары, выдавая результат в вольтах. Если результат последнего измерения вышел за допустимые пределы, термопара была разомкнута, или измерения не было, то отображается 0E+00.

Отклики: <значение измерения в вольтах> (допустимое измерение)
 0E+00 (перегрузка, открытый TC или не было измерения)

Пример: VVAL? отображает 1.1047E-03 (1.1047 мВ, эквивалентно 50 °С для термопары К-типа и опорной температуры термопары = 23.0 °С)

***WAI** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда ожидания выполнения) Прерывает дальнейшее выполнение дистанционных команд до тех пор, пока все предыдущие дистанционные команды не будут выполнены. Например, если отправлена команда OUT, можно заставить Калибратор ожидать, пока выходной сигнал стабилизируется, перед выполнением следующей команды, если поместить после команды OUT команду *WAI. Команда *WAI используется в случае перекрывающихся команд. Это не дает Калибратору обрабатывать другие команды, пока обрабатывается перекрывающаяся команда.

Пример: *WAI

Обработка всех текущих команд перед продолжением.

WAVE ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☒ Coupled

(Команда формы сигнала) Задаёт форму сигнала на выходе переменного тока. Если на Калибраторе задействован один выход, то требуется один параметр. Если на Калибраторе задействованы два выхода, то требуется либо два параметра, либо один параметр, задающий форму сигнала на обоих выходах. Возможные формы сигнала: SINE (синусоидальный), TRI (пилообразный), SQUARE (прямоугольный), TRUNCS (усеченный синусоидальный) или NONE (форма сигнала не применяется).

Параметр: <1-й сигнал> , (SINE, TRI, SQUARE, TRUNCS, NONE)

 <2-й сигнал> (SINE, TRI, SQUARE, TRUNCS, NONE)

Пример: WAVE SINE,SQUARE

В режиме воспроизведения двух сигналов задаёт синусоидальную форму сигнала на первичном выходе (клеммы NORMAL передней панели Калибратора) и прямоугольную на вторичном выходе (клеммы передней панели AUX или 20A).

WAVE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос формы сигнала) Отображает форму сигнала на выходе переменного тока. Возможные формы сигнала: SINE (синусоидальный), TRI (пилообразный), SQUARE (прямоугольный), TRUNCS (усеченный синусоидальный) или NONE (форма сигнала не применяется).

Ответы: <1-й сигнал> , (SINE, TRI, SQUARE, TRUNCS, NONE)

 <2-й сигнал> (SINE, TRI, SQUARE, TRUNCS, NONE)

Пример: WAVE? отображает SQUARE,NONE

Отображает SQUARE , если на первичный выход (клеммы NORMAL передней панели Калибратора) подается прямоугольный сигнал, и NONE , если на вторичный выход передней панели (клеммы AUX) сигнал не подается.

ZCOMP ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда компенсации импеданса) Активирует или деактивирует компенсацию импеданса при 2-проводном или 4-проводном подключении. Компенсация в режиме воспроизведения сопротивления доступна для сопротивлений величиной менее 110 кΩ. Компенсация в режиме воспроизведения емкости доступна для емкостей величиной не менее 110 нФ. Для всех других значений сопротивления и емкости компенсация ОТСУТСТВУЕТ, и попытка ее использовать для других значений приводит к появлению сообщения об ошибке «В данный момент невозможно изменить компенсацию». При моделировании измерения температуры с помощью резистивного датчика компенсация допускается для всех температур.

Параметр: NONE (Выключение схемы компенсации импеданса)

 WIRE2 (Включение схемы 2-проводной компенсации импеданса)

WIRE4 (Включение схемы 4-проводной компенсации импеданса)

Пример: ZCOMP WIRE2

Устанавливает 2-проводную компенсацию импеданса для подключения Калибратора к испытываемому устройству. (Сопротивление, если значение в Омах менее 110 кΩ, емкость, если ее величина не менее 110 нФ, или любые значения при моделировании измерения температуры с помощью резистивного датчика.)

ZCOMP? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос компенсации импеданса) Отображает состояние компенсации импеданса при 2-проводном или 4-проводном подключении.

Ответы: NONE (компенсация импеданса отключена)
 WIRE2 (2-проводная компенсация импеданса включена)
 WIRE4 (4-проводная компенсация импеданса включена)

Пример: ZCOMP? отображает NONE

Отображает NONE, если компенсация импеданса не применяется к сопротивлению, емкости или выходу терморезистора.

ZERO_MEAS ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Задаёт смещение нуля для измерения полного сопротивления -SC600.

Параметр: 1. (логический) ON
 (логический) OFF

Пример: ZERO_MEAS ON

Задаёт смещение нуля для текущего результата измерения давления.

ZERO_MEAS? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Отображает смещение нуля для измерения полного сопротивления -SC600.

Параметр: (Нет)

Ответы: 1. (символ) OFF (нуль не действует)
 (символ) ON (нуль действует)
 2. (число с плавающей запятой) значение смещения
 3. (символ) единицы (F)

Пример: ZERO_MEAS? отображение ON,-3.66E-02,F

Глава 7

Техническое обслуживание

Наименование	Страница
Введение	7-3
Замена плавкого предохранителя	7-3
Замена плавкого предохранителя	7-4
Замена плавкого предохранителя	7-6
Очистка воздушного фильтра.....	7-7
Чистка Калибратора.....	7-8
Проверка работоспособности	7-8

Введение

Данная глава содержит описание рутинных процедур обслуживания и калибровки, необходимых для поддержания работоспособности калибратора 5502A.

В Руководстве по техническому обслуживанию рассмотрены работы по техническому обслуживанию, например, поиск неисправностей, калибровка или ремонт, а также все процедуры, при которых необходимо снимать крышку Калибратора. Руководство по техническому обслуживанию также содержит полное описание процедур проверки и калибровки.

Предупреждение

Следуйте данным инструкциям, чтобы избежать опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:

- **Отключите прибор и извлеките кабель питания из электрической розетки. Подождите две минуты до полного разряда узлов питания перед открытием дверцы предохранителя.**
- **Используйте для замены перегоревшего предохранителя только аналогичную модель, чтобы обеспечить непрерывную защиту от вспышки дуги.**
- **Отсоедините кабель электропитания перед открытием корпуса прибора.**
- **Используйте только одобренные сменные детали.**
- **Используйте только одобренные сменные предохранители.**
- **Для ремонта прибора обратитесь к рекомендованному специалисту.**

Замена плавкого предохранителя

Предупреждение

Во избежание удара электрическим током, пожара или травмы, замену сгоревшего предохранителя следует производить только на предохранитель идентичной модели, чтобы обеспечить непрерывную защиту от вспышки дуги.

Доступ к плавкому предохранителю на задней панели. Номинал предохранителя — 5 A/250 В предохранитель замедленного действия, когда Калибратор установлен на 100 В/120 В сетевое напряжение, 2,5 A/250 В предохранитель замедленного действия, когда Калибратор установлен на 220 В/240 В сетевое напряжение. Предохранители, которые не подлежат замене пользователем, приведены в разделе "Обслуживание" в Главе 7.

Для осмотра или замены предохранителя см. рис. **Error! Reference source not found.** и выполните следующее:

1. **Отключите шнур питания от сети.**
2. Откройте отделение предохранителя. вставьте лезвие отвертки под ушко в левой части отделения и осторожно подденьте крышку, пока ее нельзя будет снять руками.
3. Извлеките плавкий предохранитель из отделения для замены или проверки. Убедитесь, что вставлен плавкий предохранитель соответствующего

напряжению сети номинала.

4. Вставьте отделение предохранителя в Калибратор. Вставьте его на место до защелкивания крышки.

Замена плавкого предохранителя

Доступ к плавкому предохранителю на задней панели. Наклейка с номиналом предохранителя над модулем сетевого ввода указывает необходимый номинал для каждого напряжения. В таблице 7-1 указаны номера по каталогу для предохранителей для всех напряжений питания.

Для проверки или замены предохранителя см. рис. 7-1 и выполните следующие шаги:

1. **Отключите шнур питания от сети.**
2. Сетевой предохранитель и переключатель сетевого напряжения расположены в отсеке в правом конце модуля сетевого ввода. Чтобы открыть отсек и удалить предохранитель, подденьте обычной отверткой с левой стороны язычок на левой стороне крышки отсека.
3. Приподнимите язычок из гнезда, и крышка отсека частично выдвинется.
4. Снимите крышку отделения.
5. Предохранитель извлекается вместе с крышкой и легко заменяется.

Для установки предохранителя нажмите на крышку отсека в направлении отсека, пока язычок не защелкнется на модуле сетевого ввода.

Таблица 7-1. Замена сетевого предохранителя

Номер детали	Описание предохранителя	Номинал сетевого напряжения
⚠ 109215	5A/250 В с задержкой	100 В или 120 В
⚠ 851931	2,5A/250 В с задержкой	200 В или 240 В
⚠ Чтобы гарантировать безопасность, используйте только точную замену.		

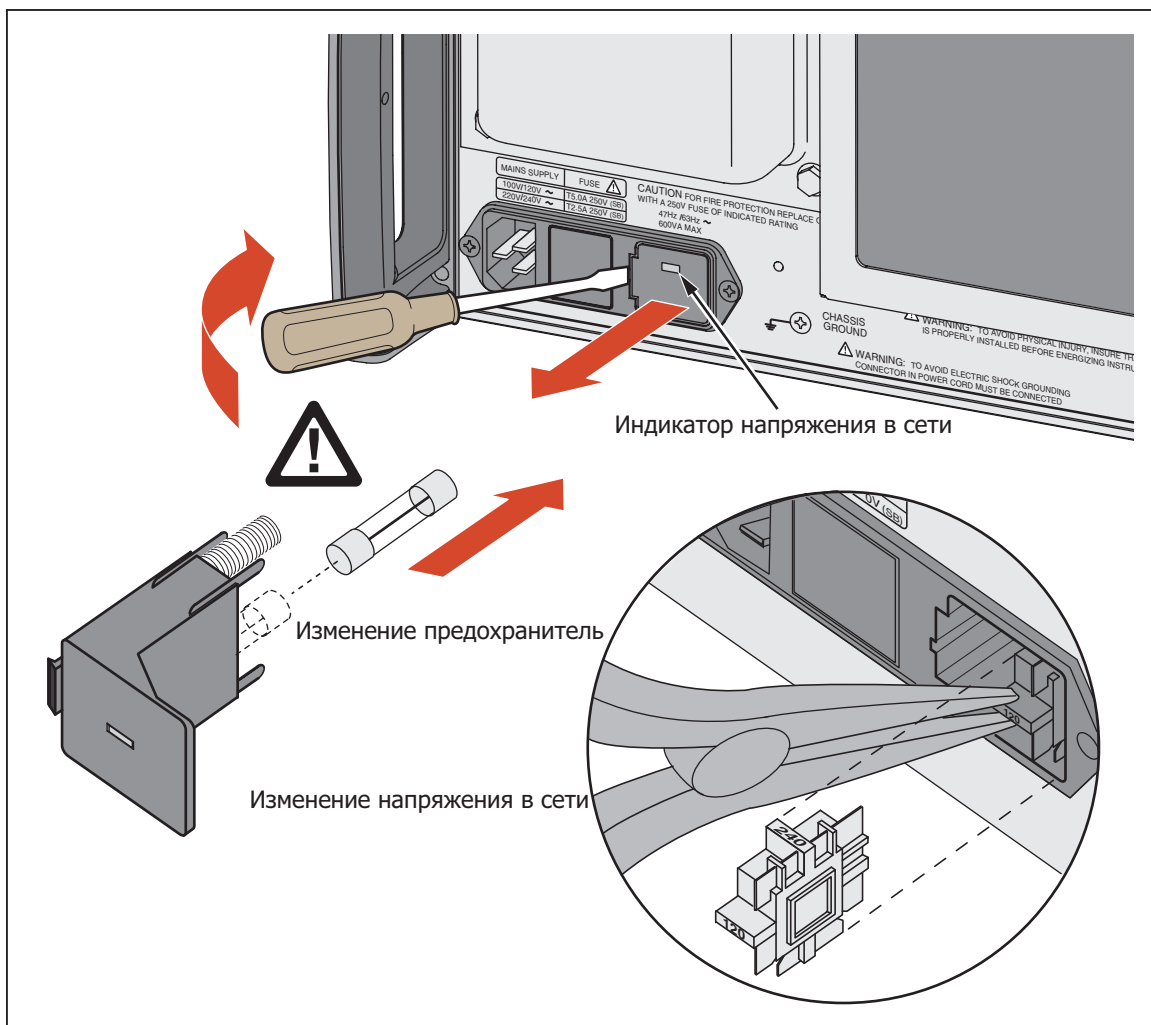


Рисунок 7-1. Извлечение предохранителя

gvx004.eps

Замена плавкого предохранителя

⚠⚠ Предупреждение

Следуйте данным инструкциям, чтобы избежать опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:

- Используйте для замены перегоревшего предохранителя только аналогичную модель, чтобы обеспечить непрерывную защиту от вспышки дуги.
- Отсоедините кабель электропитания перед открытием
- Используйте только одобренные сменные предохранители.
- Для ремонта прибора обратитесь к рекомендованному специалисту.

Доступ к токоограничивающим предохранителям с нижней стороны Калибратора. Эти предохранители предохраняют выходы на 3 А и на 20 А от недопустимых значений тока. В таблице 7-2 указаны номера по каталогу для для обоих токоограничивающих предохранителей. Замена токоограничивающего предохранителя:

1. Переверните Калибратор верхней панелью вниз.
2. Отверните два винта отверткой Phillips, как показано на Рисунке 7-2.

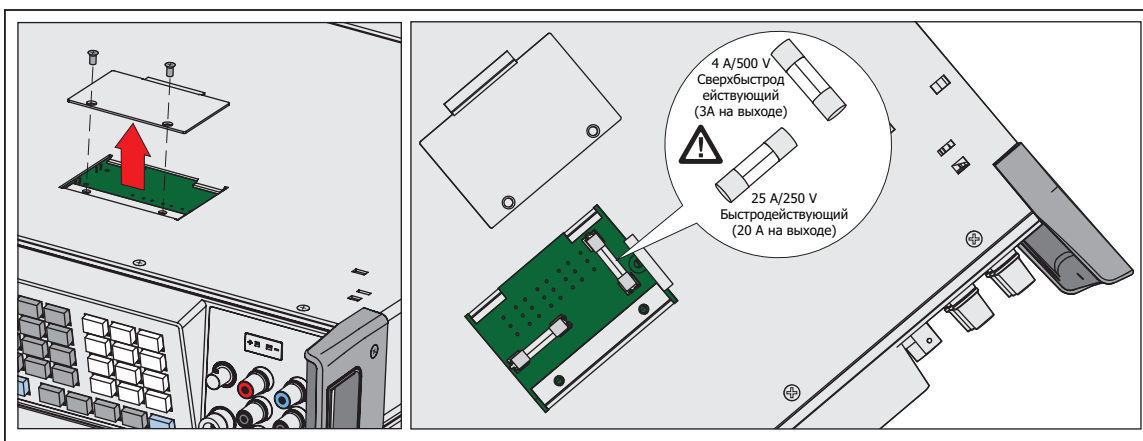


Рис. 7-2. Замена токоограничивающего предохранителя

gze068.eps

3. Снимите дверцу отсека предохранителей.
4. Извлеките предохранитель и замените его на новый такого же номинала.

Таблица 7-2. Замена токоограничивающего предохранителя

Номер детали	Описание предохранителя
3674001	4А/500 В Сверхбыстродействующий
3470596	25А/250 В Быстродействующий
⚠ Чтобы гарантировать безопасность, используйте только точную замену.	

5. Установите дверцу отсека предохранителей на место.
6. Заверните два винта крепления дверцы отсека предохранителей.

Очистка воздушного фильтра

Воздушный фильтр необходимо снимать и очищать каждые 30 дней или чаще, если Калибратор используется в запыленной среде. Доступ к воздушному фильтру осуществляется с задней панели Калибратора.

Для очистки воздушного фильтра воспользуйтесь рисунком 7-3 и выполните следующее:

1. Выключите питание, дождитесь остановки вентилятора и отсоедините шнур питания.
2. Снимите фильтрующий элемент.
 - a. Возьмитесь за верхний и нижний край рамы воздушного фильтра.
 - b. Сдвиньте края рамы в направлении друг друга, чтобы извлечь язычки фильтра из пазов Калибратора.
 - c. Потяните рамку фильтра в направлении от Калибратора.
3. Очистите фильтрующий элемент.
 - a. Промойте фильтрующий элемент в мыльной воде.
 - b. Очистите фильтрующий элемент.
 - c. Стряхните лишнюю воду и полностью просушите фильтрующий элемент перед установкой.
4. Установите фильтрующий элемент. Выполните шаги демонтажа в обратном направлении.

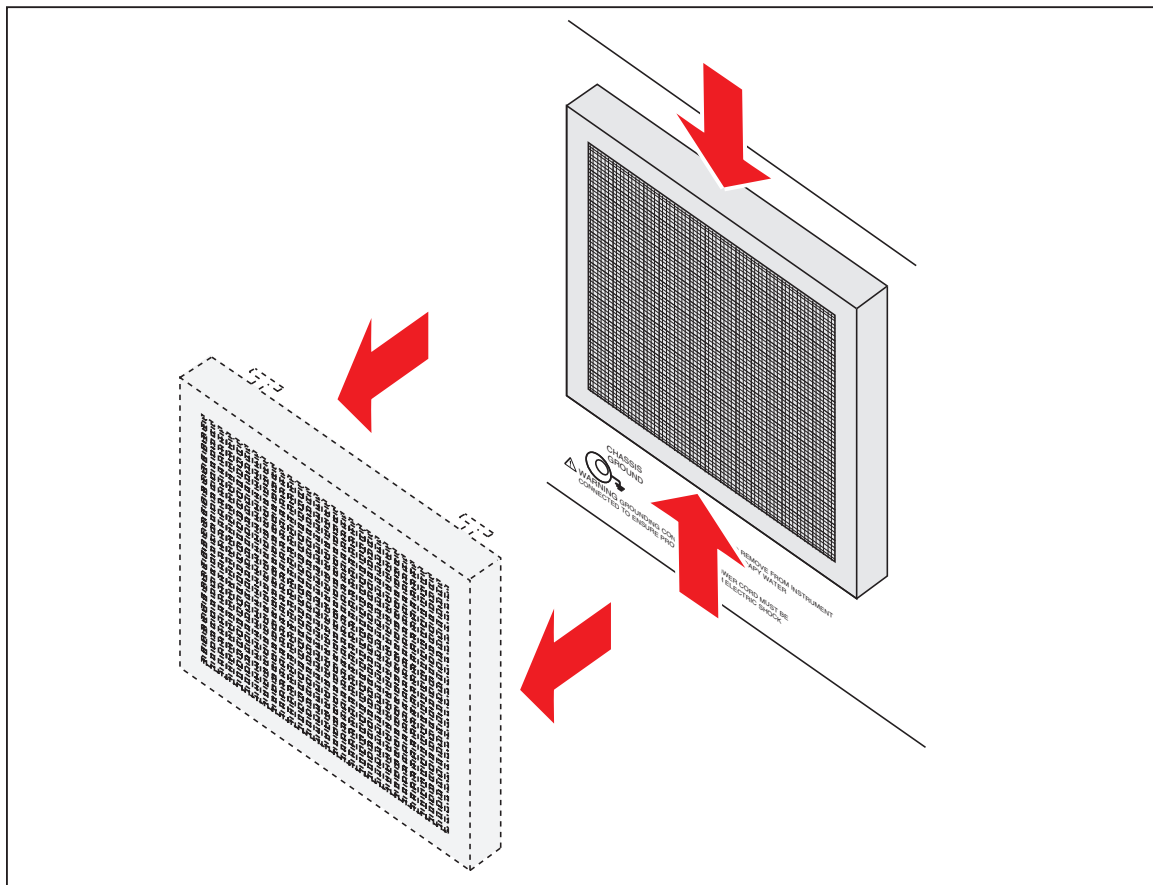


Рисунок 7-3. Доступ к воздушному фильтру

oq062f.eps

Чистка Калибратора

Очистите корпус, кнопки на передней панели и дисплей мягкой тканью, смоченной водой или слабым раствором неабразивного моющего средства, которое не портит пластик.

Предостережение

Не применяйте при очистке ароматические углеводороды или хлорированные растворители. Они могут повредить имеющиеся в Калибраторе пластмассовые детали.

Проверка работоспособности

Чтобы проверить, что Устройство имеет требуемые характеристики, воспользуйтесь таблицами с 7–3 по 7-15. Эти таблицы предназначены для квалифицированных метрологов, которые могут воспользоваться надлежащим образом оборудованной лабораторией для проверки калибровочного оборудования с указанным уровнем точности. В таблицах указаны рекомендуемые проверочные значения и допустимые верхние и нижние пределы для каждого значения. Пределы вычисляются простым сложением или вычитанием 90-дневных технических характеристик из выходного значения. Встроенные коэффициенты для измерения погрешности отсутствуют.

Таблица 7–3. Проверочные испытания постоянного напряжения (Normal)

Диапазон	Выходное значение	Нижний предел	Верхний предел
329,9999 мВ	0,0000 мВ	-0,0030 мВ	0,0030 мВ
329,9999 мВ	329,0000 мВ	328,9805 мВ	329,0194 мВ
329,999 мВ	-329,0000 мВ	-329,0194 мВ	-328,9805 мВ
3,299999 В	0,000000 В	-0,000005 В	0,000005 В
3,299999 В	1,000000 В	0,9999855 В	1,000045 В
3,299999 В	-1,000000 В	-1,000045 В	-0,999955 В
3,299999 В	3,290000 В	3,2899863 В	3,290136 В
3,299999 В	-3,290000 В	-3,290136 В	-3,2898638 В
32,99999 В	0,00000 В	-0,00005 В	0,00005 В
32,99999 В	10,00000 В	9,99955 В	10,00045 В
32,99999 В	-10,00000 В	-10,00045 В	-9,99955 В
32,99999 В	32,90000 В	32,89863 В	-32,90136 В
32,99999 В	-32,90000 В	32,90136 В	-32,89863 В
329,999 мВ	50,0000 В	49,9972 В	50,0027 В
329,999 мВ	329,0000 В	328,9846 В	329,0153 В
329,999 мВ	-50,0000 В	-50,0027 В	-49,9972 В
329,999 мВ	-329,0000 В	-329,0153 В	-328,9846 В
1000,000 В	334,000 В	333,983 В	334,016 В
1000,000 В	900,000 В	899,958 В	900,042 В
1000,000 В	1020,000 В	1019,952 В	1020,047 В
1000,000 В	-334,000 В	-334,016 В	-333,983 В
1000,000 В	-900,000 В	-900,042 В	-899,958 В
1000,000 В	-1020,000 В	-1020,047 В	-1019,952 В

Табл. 7-4. Проверочные испытания постоянного напряжения (AUX)

Диапазон	Выходное значение	Нижний предел	Верхний предел
329,999 мВ	0,000 мВ	-0,350 мВ	0,350 мВ
329,999 мВ	329,000 мВ	328,551 мВ	329,449 мВ
329,999 мВ	-329,000 мВ	-329,449 мВ	-328,551 мВ
3,29999 В	0,33000 В	0,32955 В	0,33045 В
3,29999 В	3,29000 В	3,28866 В	3,29134 В
3,29999 В	-3,29000 В	-3,29134 В	-3,28866 В
7,0000 В	7,0000 В	6,9976 В	7,0025 В
7,0000 В	-7,0000 В	-7,0000 В	-6,9976 В

Табл. 7-5. Проверочные испытания постоянного тока (AUX)

Диапазон	Выходное значение	Нижний предел	Верхний предел
329,999 мкА	0,000 мкА	-0,020 мкА	0,020 мкА
329,999 мкА	190,000 мкА	189,957 мкА	190,043 мкА
329,999 мкА	-190,000 мкА	-190,043 мкА	-189,957 мкА
329,999 мкА	329,000 мкА	328,941 мкА	329,059 мкА
329,999 мкА	-329,000 мкА	-329,059 мкА	-328,941 мкА
3,29999 мА	0,0010 мВ	-0,0010 мВ	0,0010 мВ
3,29999 мА	1,90000 мА	1,89976 мА	1,90024 мА
3,29999 мА	-1,90000 мА	-1,90020 мА	-1,89980 мА
3,29999 мА	3,29000 мА	3,28969 мА	3,29031 мА
3,29999 мА	-3,29000 мА	-3,29031 мА	-3,28969 мА
32,9999 мА	0,0010 мВ	0,0010 мВ	0,0010 мВ
32,9999 мА	19,0000 мА	18,9982 мА	19,0018 мА
32,9999 мА	-19,0000 мА	-19,0018 мА	-18,9982 мА
32,9999 мА	32,9000 мА	32,8971 мА	32,9029 мА
32,9999 мА	-32,9000 мА	-32,9029 мА	-32,8971 мА
329,999 мВ	0,000 мА	-0,0033 мА	0,0033 мА
329,999 мВ	190,000 мА	189,982 мА	190,018 мА
329,999 мВ	-190,000 мА	-190,018 мА	-189,982 мА
329,999 мВ	329,000 мА	328,971 мА	329,029 мА
329,999 мВ	-329,0000 мВ	-329,029 мА	-328,971 мА
2,99999 А	0,00000 А	-0,00004 А	0,00004 А

Табл. 7-5. Проверочные испытания постоянного тока (AUX) (продолжение)

Диапазон	Выходное значение	Нижний предел	Верхний предел
2,99999 A	1,09000 A	1,08979 A	1,09021 A
2,99999 A	-1,09000 A	-1,09021 A	-1,08962 A
2,99999 A	2,99000 A	2,98906 A	2,99094 A
2,99999 A	-2,99000 A	-2,99094 A	-2,98906 A
20,5000 A	0,0000 A	-0,0005 A	0,0005 A
20,5000 A	11,0000 A	10,9953 A	11,0046 A
20,5000 A	-11,0000 A	-11,0046 A	10,9953 A
20,5000 A	20,0000 A	19,9833 A	20,0168 A
20,5000 A	-20,0000 A	-20,0168 A	-19,9833 A

Табл. 7-6. Проверочные испытания для сопротивления

Диапазон	Выходное значение	Нижний предел	Верхний предел
10,999 Ω	0,000 Ω	-0,0010 Ω	0,0010 Ω
10,999 Ω	2,000 Ω	1,9989 Ω	2,0011 Ω
10,999 Ω	10,900 Ω	10,8980 Ω	10,9019 Ω
32,999 Ω	11,900 Ω	11,8974 Ω	11,9025 Ω
32,999 Ω	19,000 Ω	18,9967 Ω	19,0032 Ω
32,999 Ω	30,000 Ω	29,9958 Ω	30,0042 Ω
109,999 Ω	33,000 Ω	32,9962 Ω	33,0037 Ω
109,999 Ω	109,000 Ω	108,9909 Ω	109,0090 Ω
329,999 Ω	119,000 Ω	118,9896 Ω	119,0103 Ω
329,999 Ω	190,000 Ω	189,9847 Ω	190,0153 Ω
329,999 Ω	300,000 Ω	299,9770 Ω	300,0230 Ω
1,09999 к Ω	0,33000 к Ω	0,329749 к Ω	0,330251 к Ω
1,09999 к Ω	1,09000 к Ω	1,089921 к Ω	1,090078 к Ω
3,29999 к Ω	1,19000 к Ω	1,189896 к Ω	1,190103 к Ω
3,29999 к Ω	1,9000 к Ω	1,899847 к Ω	1,900153 к Ω
3,29999 к Ω	3,00000 к Ω	2,999770 к Ω	3,000230 к Ω
10,9999 к Ω	3,3000 к Ω	3,29974 к Ω	3,30025 к Ω
10,9999 к Ω	10,9000 к Ω	10,89921 к Ω	10,90078 к Ω
32,9999 к Ω	11,9000 к Ω	11,89896 к Ω	11,90103 к Ω
32,9999 к Ω	19,0000 к Ω	18,99847 к Ω	19,00153 к Ω
32,9999 к Ω	30,0000 к Ω	29,99977 к Ω	30,00230 к Ω

Табл. 7-6. Проверочные испытания для сопротивления (продолжение)

Диапазон	Выходное значение	Нижний предел	Верхний предел
109,999 кΩ	33,000 кΩ	32,9971 кΩ	33,0028 кΩ
109,999 кΩ	109,000 кΩ	108,9910 кΩ	109,0089 кΩ
329,999 кΩ	119,000 кΩ	118,9872 кΩ	119,0127 кΩ
329,999 кΩ	190,000 кΩ	189,9809 кΩ	190,0191 кΩ
329,999 кΩ	300,000 кΩ	299,9710 кΩ	300,0290 кΩ
1,09999 МΩ	0,33000 МΩ	0,329961 МΩ	0,330038 МΩ
1,09999 МΩ	1,09000 МΩ	1,089878 МΩ	1,090121 МΩ
3,29999 МΩ	1,19000 МΩ	1,189839 МΩ	1,190160 МΩ
3,29999 МΩ	1,90000 МΩ	1,899761 МΩ	1,900239 МΩ
3,29999 МΩ	3,00000 МΩ	2,999640 МΩ	3,000360 МΩ
10,9999 МΩ	3,3000 МΩ	3,29846 МΩ	3,30153 МΩ
10,9999 МΩ	10,9000 МΩ	10,89504 МΩ	10,90495 МΩ
32,9999 МΩ	11,9000 МΩ	11,88857 МΩ	11,91142 МΩ
32,9999 МΩ	19,0000 МΩ	18,98325 МΩ	19,01675 МΩ
32,9999 МΩ	30,0000 МΩ	29,99750 МΩ	30,02500 МΩ
109,999 МΩ	33,000 МΩ	32,8650 МΩ	33,1350 МΩ
109,999 МΩ	109,000 МΩ	108,5610 МΩ	109,4390 МΩ
329,999 МΩ	119,000 МΩ	118,4240 МΩ	119,5760 МΩ
329,999 МΩ	290,000 МΩ	288,7400 МΩ	291,2600 МΩ
1100,00 МΩ	400,00 МΩ	394,700 МΩ	405,300 МΩ
1100,00 МΩ	640,00 МΩ	631,820 МΩ	648,180 МΩ
1100,00 МΩ	1090,00 МΩ	1076,420 МΩ	1103,580 МΩ

Табл. 7-7. Проверочные испытания переменного напряжения (Normal)

Диапазон	Выходное значение	Частота	Нижний предел	Верхний предел
32,999 мВ	3,000 мВ	45 Гц	2,977 мВ	3,022 мВ
32,999 мВ	3,000 мВ	10 кГц	2,977 мВ	3,022 мВ
32,999 мВ	30,000 мВ	9,5 Гц	28,350 мВ	31,650 мВ,
32,999 мВ	30,000 мВ	10 Гц	29,944 мВ	30,056 мВ
32,999 мВ	30,000 мВ	45 Гц	29,956 мВ	30,044 мВ
32,999 мВ	30,000 мВ	1 кГц	29,956 мВ	30,044 мВ
32,999 мВ	30,000 мВ	10 кГц	29,956 мВ	30,044 мВ
32,999 мВ	30,000 мВ	20 кГц	29,944 мВ	30,056 мВ

Таблица 7-7. Проверочные испытания переменного напряжения (Normal) (продолжение)

Диапазон	Выходное значение	Частота	Нижний предел	Верхний предел
32,999 мВ	30,000 мВ	50 кГц	29,932 мВ	30,068 мВ
32,999 мВ	30,000 мВ	100 кГц	29,877 мВ	30,123 мВ
32,999 мВ	30,000 мВ	450 кГц	29,715 мВ	30,285 мВ
329,999 мВ	33,000 мВ	45 Гц	32,970 мВ	33,029 мВ
329,999 мВ	33,000 мВ	10 кГц	32,970 мВ	33,029 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	9,5 Гц	283,350 мВ	316,650 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	10 Гц	299,917 мВ	300,083 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	45 Гц	299,893 мВ	300,107 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	1 кГц	299,983 мВ	300,107 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	10 кГц	299,983 мВ	300,107 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	20 кГц	299,782 мВ	300,218 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	50 кГц	299,702 мВ	300,298 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	100 кГц	299,311 мВ	300,689 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	500 кГц	298,470 мВ	301,530 мВ
3,29999 В	0,33000 В	45 Гц	0,32984 В	0,33015 В
3,29999 В	0,33000 В	10 кГц	0,32984 В	0,33015 В
3,29999 В	3,00000 В	9,5 Гц	2,83500 В	3,16500 В
3,29999 В	3,00000 В	10 Гц	2,99868 В	3,00132 В
3,29999 В	3,00000 В	45 Гц	2,99910 В	3,00090 В
3,29999 В	3,00000 В	1 кГц	2,99910 В	3,00090 В
3,29999 В	3,00000 В	10 кГц	2,99910 В	3,00090 В
3,29999 В	3,00000 В	20 кГц	2,99817 В	3,00183 В
3,29999 В	3,00000 В	50 кГц	2,99745 В	3,00255 В
3,29999 В	3,00000 В	100 кГц	2,99437 В	3,00563 В
3,29999 В	3,00000 В	450 кГц	2,98659 В	3,01340 В
3,29999 В	3,29000 В	1 мВ	2,250 В ^[1]	
32,9999 В	3,3000 В	45 Гц	3,2985 В	3,3014 В
32,9999 В	3,3000 В	10 кГц	3,2985 В	3,3014 В
32,9999 В	30,0000 В	9,5 Гц	28,3500 В	31,6500 В
32,9999 В	30,0000 В	10 Гц	29,9866 В	30,0134 В
32,9999 В	30,0000 В	45 Гц	29,9919 В	30,0081 В
32,9999 В	30,0000 В	1 кГц	29,9919 В	30,0081 В
32,9999 В	30,0000 В	10 кГц	29,9919 В	30,0081 В

Таблица 7-7. Проверочные испытания переменного напряжения (Normal) (продолжение)

Диапазон	Выходное значение	Частота	Нижний предел	Верхний предел
32,9999 В	30,0000 В	20 кГц	29,9802 В	30,0198 В
32,9999 В	30,0000 В	50 кГц	29,9736 В	30,0264 В
32,9999 В	30,0000 В	90 кГц	29,9404 В	30,0596 В
329,999 В	33,000 В	45 Гц	32,984 В	33,015 В
329,999 В	33,000 В	10 кГц	32,969 В	33,030 В
329,999 мВ	300,000 В	45 Гц	299,880 В	300,120 В
329,999 мВ	300,000 В	1 кГц	299,880 В	300,120 В
329,999 мВ	300,000 В	10 кГц	299,799 В	300,201 В
329,999 мВ	300,000 В	18 кГц	299,754 В	300,246 В
329,999 мВ	300,000 В	50 кГц	299,703 В	300,297 В
329,999 мВ	200,000 В	100 kHz	199,536 В	200,464 В
1020,00 В	329,999 мВ	45 Гц	329,84 В	330,15 В
1020,00 В	329,999 мВ	10 кГц	329,73 В	330,26 В
1020,00 В	1000,00 В	45 Гц	999,56 В	1000,44 В
1020,00 В	1000,00 В	1 кГц	999,56 В	1000,44 В
1020,00 В	1000,00 В	5 кГц	999,349 В	1000,66 В
1020,00 В	1000,00 В	8 кГц	999,23 В	1000,77 В
1020,00 В	1020,00 В	1 кГц	1019,55 В	1020,44 В
1020,00 В	1020,00 В	8 кГц	1019,21 В	1020,78 В
[1] Типовая характеристика составляет -24 дБ при 2 МГц				

Табл. 7-8. Проверочные испытания переменного напряжения (AUX)

Диапазон	Выход, AUX ^[1]	Частота	Нижний предел	Верхний предел
329,999 мВ	10,000 мВ	45 Гц	9,622 мВ	10,378 мВ
329,999 мВ	10,000 мВ	1 кГц	9,622 мВ	10,378 мВ
329,999 мВ	10,000 мВ	5 кГц	9,535 мВ	10,465 мВ
329,999 мВ	10,000 мВ	10 кГц	9,520 мВ	10,480 мВ
329,999 мВ	10,000 мВ	30 кГц	8,700 мВ	11,300 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	9,5 Гц	283,500 мВ	316,500 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	10 Гц	299,180 мВ	300,820 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	45 Гц	299,390 мВ	300,610 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	1 кГц	299,390 мВ	300,610 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	5 кГц	299,100 мВ	300,900 мВ
329,999 мВ	300,000 мВ	10 кГц	298,650 мВ	301,350 мВ

Табл. 7-8. Проверочные испытания переменного напряжения (AUX) (продолжение)

Диапазон	Выход, AUX ^[1]	Частота	Нижний предел	Верхний предел
329,999 мВ	300,000 мВ	30 кГц	287,100 мВ	312,900 мВ
3,29999 В	3,00000 В	9,5 Гц	2,835 В	3,165 В
3,29999 В	3,00000 В	10 Гц	2,99505 В	3,00495 В
3,29999 В	3,00000 В	45 Гц	2,99745 В	3,00255 В
3,29999 В	3,00000 В	1 кГц	2,99745 В	3,00255 В
3,29999 В	3,00000 В	5 кГц	2,99410 В	3,00590 В
3,29999 В	3,00000 В	10 кГц	2,98960 В	3,01040 В
3,29999 В	3,00000 В	30 кГц	2,87720 В	3,12280 В
5,00000 В	5,00000 В	9,5 Гц	4,72500 В	5,27500 В
5,00000 В	5,00000 В	10 Гц	4,99205 В	5,00795 В
5,00000 В	5,00000 В	45 Гц	4,99605 В	5,00395 В
5,00000 В	5,00000 В	1 кГц	4,99605 В	5,00395 В
5,00000 В	5,00000 В	5 кГц	4,99110 В	5,00890 В
5,00000 В	5,00000 В	10 кГц	4,98360 В	5,01640 В

[1] Установите выход NORMAL на 300 мВ.

Табл. 7-9. Проверочные испытания переменного тока

Диапазон	Выходное значение	Частота	Нижний предел	Верхний предел
329,99 мА	33,00 мА	1 кГц	32,87 мА	33,13 мА
329,99 мА	33,00 мА	10 кГц	32,60 мА	33,40 мА
329,99 мА	33,00 мА	30 кГц	32,20 мА	33,80 мА
329,99 мА	190,00 мА	45 Гц	189,71 мА	190,29 мА
329,99 мА	190,00 мА	1 кГц	189,71 мА	190,29 мА
329,99 мА	190,00 мА	10 кГц	188,66 мА	191,34 мА
329,99 мА	190,00 мА	30 кГц	187,32 мА	192,68 мА
329,99 мА	329,00 мА	10 Гц	328,37 мА	329,63 мА
329,99 мА	329,00 мА	45 Гц	328,57 мА	329,43 мА
329,99 мА	329,00 мА	1 кГц	328,57 мА	329,43 мА
329,99 мА	329,00 мА	5 кГц	328,03 мА	329,97 мА
329,99 мА	329,00 мА	10 кГц	326,83 мА	331,17 мА
329,99 мА	329,00 мА	30 кГц	324,65 мА	333,35 мА
3,2999 мА	0,3300 мА	1 кГц	0,3296 мА	0,3304 мА
3,2999 мА	0,3300 мА	5 кГц	0,3293 мА	0,3307 мА
3,2999 мА	0,3300 мА	30 кГц	0,3268 мА	0,3332 мА

Таблица 7-9. испытания переменного тока (продолжение)

Диапазон	Выходное значение	Частота	Нижний предел	Верхний предел
3,2999 мА	1,9000 мА	1 кГц	1,8983 мА	1,9017 мА
3,2999 мА	1,9000 мА	10 кГц	1,8921 мА	1,9079 мА
3,2999 мА	1,9000 мА	30 кГц	1,8842 мА	1,9158 мА
3,2999 мА	3,2900 мА	10 Гц	3,2846 мА	3,2954 мА
3,2999 мА	3,2900 мА	45 Гц	3,2872 мА	3,2928 мА
3,2999 мА	3,2900 мА	1 кГц	3,2872 мА	3,2928 мА
3,2999 мА	3,2900 мА	5 кГц	3,2845 мА	3,2955 мА
3,2999 мА	3,2900 мА	10 кГц	3,2765 мА	3,3035 мА
3,2999 мА	3,2900 мА	30 кГц	3,2631 мА	3,3169 мА
32,999 мА	3,3000 мА	1 кГц	3,297 мА	3,303 мА
32,999 мА	3,3000 мА	5 кГц	3,296 мА	3,304 мА
32,999 мА	3,3000 мА	30 кГц	3,285 мА	3,315 мА
32,999 мА	19,0000 мА	1 кГц	18,991 мА	19,009 мА
32,999 мА	19,0000 мА	10 кГц	18,967 мА	19,033 мА
32,999 мА	19,0000 мА	30 кГц	18,935 мА	19,065 мА
32,999 мА	32,9000 мА	10 Гц	32,849 мА	32,951 мА
32,999 мА	32,9000 мА	1 кГц	32,886 мА	32,914 мА
32,999 мА	32,9000 мА	5 кГц	32,877 мА	32,923 мА
32,999 мА	32,9000 мА	10 кГц	32,844 мА	32,956 мА
32,999 мА	32,9000 мА	30 кГц	32,791 мА	33,009 мА
329,99 мА	33,0000 мА	1 кГц	32,97 мА	33,03 мА
329,999 мВ	33,0000 мА	5 кГц	32,92 мА	33,08 мА
329,999 мВ	33,0000 мА	30 кГц	32,69 мА	33,31 мА
329,999 мВ	190,0000 мА	1 кГц	189,91 мА	190,09 мА
329,999 мВ	190,0000 мА	10 кГц	189,60 мА	190,40 мА
329,999 мВ	190,0000 мА	30 кГц	189,19 мА	190,81 мА
329,999 мВ	329,0000 мА	10 Гц	328,49 мА	329,51 мА
329,999 мВ	329,0000 мА	45 Гц	328,86 мА	329,14 мА
329,999 мВ	329,0000 мА	1 кГц	328,86 мА	329,14 мА
329,999 мВ	329,0000 мА	5 кГц	328,69 мА	329,31 мА
329,999 мВ	329,0000 мА	10 кГц	328,37 мА	329,63 мА
329,999 мВ	329,0000 мА	30 кГц	327,75 мА	330,25 мА
2,99999 А	0,33000 А	1 кГц	0,32978 А	0,33022 А

Таблица 7-9. испытания переменного тока (продолжение)

Диапазон	Выходное значение	Частота	Нижний предел	Верхний предел
2,99999 А	0,33000 А	5 кГц	0,32735 А	0,33265 А
2,99999 А	0,33000 А	10 кГц	0,31840 А	0,34160 А
2,99999 А	1,09000 А	10 Гц	1,08827 А	1,09174 А
2,99999 А	1,09000 А	45 Гц	1,08951 А	1,09049 А
2,99999 А	1,09000 А	1 кГц	1,08951 А	1,09049 А
2,99999 А	1,09000 А	5 кГц	1,08355 А	1,09645 А
2,99999 А	1,09000 А	10 кГц	1,06320 А	1,11680 А
2,99999 А	2,99000 А	10 Гц	2,98542 А	2,99459 А
2,99999 А	2,99000 А	45 Гц	2,98840 А	2,99160 А
2,99999 А	2,99000 А	1 кГц	2,98840 А	2,99160 А
2,99999 А	2,99000 А	5 кГц	2,97405 А	3,00595 А
2,99999 А	2,99000 А	10 кГц	2,92520 А	3,05480 А
20,5000 А	3,3000 А	500 Гц	3,2954 А	3,3046 А
20,5000 А	3,3000 А	1 кГц	3,2954 А	3,3046 А
20,5000 А	3,3000 А	5 кГц	3,2155 А	3,3845 А
20,5000 А	11,0000 А	45 Гц	10,9840 А	11,0160 А
20,5000 А	11,0000 А	65 Гц	10,9840 А	11,0160 А
20,5000 А	11,0000 А	500 Гц	10,9807 А	11,0193 А
20,5000 А	11,0000 А	1 кГц	10,9807 А	11,0193 А
20,5000 А	11,0000 А	5 кГц	10,7200 А	11,2800 А
20,5000 А	20,0000 А	45 Гц	19,9750 А	20,0250 А
20,5000 А	20,0000 А	65 Гц	19,9750 А	20,0250 А
20,5000 А	20,0000 А	500 Гц	19,9690 А	20,0310 А
20,5000 А	20,0000 А	1 кГц	19,9690 А	20,0310 А
20,5000 А	20,0000 А	5 кГц	19,4950 А	20,5050 А

Табл. 7-10. Проверочные испытания для емкости

Диапазон	Выходное значение	Тестовая частота или ток	Нижний предел	Верхний предел
0,3999 нФ	0,2200 нФ	5 кГц	0,2192 нФ	0,2308 нФ
0,3999 нФ	0,3500 нФ	1 кГц	0,3387 нФ	0,3613 нФ
1,0999 нФ	0,4800 нФ	1 кГц	0,4682 нФ	0,4918 нФ
1,0999 нФ	0,6000 нФ	1 кГц	0,5877 нФ	0,6123 нФ
1,0999 нФ	1,0000 нФ	1 кГц	0,9862 нФ	1,0138 нФ

Табл. 7-10. Проверочные испытания емкости (продолжение)

Диапазон	Выходное значение	Тестовая частота или ток	Нижний предел	Верхний предел
3,299 нФ	2,0000 нФ	1 кГц	1,9824 нФ	2,0176 нФ
10,999 нФ	7,0000 нФ	1 кГц	6,9767 нФ	7,0233 нФ
10,999 нФ	10,9000 нФ	1 кГц	10,8693 нФ	10,9307 нФ
32,999 нФ	20,000 нФ	1 кГц	19,8620 нФ	20,1380 нФ
109,99 нФ	70,00 нФ	1 кГц	69,767 нФ	70,233 нФ
109,99 нФ	109,00 нФ	1 кГц	108,693 нФ	109,307 нФ
329,99 нФ	200,00 нФ	1 кГц	199,320 нФ	200,680 нФ
329,99 нФ	300,00 нФ	1 кГц	299,130 нФ	300,870 нФ
1,0999 мкФ	0,7000 мкФ	100 Гц	0,69767 мкФ	0,70233 мкФ
1,0999 мкФ	1,0900 мкФ	100 Гц	1,05929 мкФ	1,12071 мкФ
3,2999 мкФ	2,0000 мкФ	100 Гц	1,99320 мкФ	2,00680 мкФ
3,2999 мкФ	3,0000 мкФ	100 Гц	2,99130 мкФ	3,00870 мкФ
10,999 мкФ	7,000 мкФ	100 Гц	6,9767 мкФ	7,0233 мкФ
10,999 мкФ	10,900 мкФ	100 Гц	10,8693 мкФ	10,9307 мкФ
32,999 мкФ	20,000 мкФ	100 Гц	19,9100 мкФ	20,0900 мкФ
32,999 мкФ	30,000 мкФ	100 Гц	29,8800 мкФ	30,1200 мкФ
109,99 мкФ	70,00 мкФ	50,0 Гц	69,662 мкФ	70,338 мкФ
109,99 мкФ	109,00 мкФ	50,0 Гц	108,529 мкФ	109,471 мкФ
329,99 мкФ	200,00 мкФ	54 мкА пост.тока	199,020 мкФ	200,980 мкФ
329,99 мкФ	300,00 мкФ	80 мкА пост.тока	298,680 мкФ	301,320 мкФ
1,0999 мФ	0,3300 мФ	90 мкА пост.тока	0,33000 мФ	0,33000 мФ
1,0999 мФ	0,7000 мФ	180 мкА пост.тока	0,69662 мФ	0,70338 мФ
1,0999 мФ	1,0900 мФ	270 мкА пост.тока	1,08529 мФ	1,09471 мФ
3,299 мФ	1,100 мФ	270 мкА пост.тока	1,0933 мФ	1,1067 мФ
3,299 мФ	2,000 мФ	540 мкА пост.тока	1,9902 мФ	2,0098 мФ
3,299 мФ	3,000 мФ	800 мкА пост.тока	2,9868 мФ	3,0132 мФ
10,999 мФ	3,300 мФ	900 мкА пост.тока	3,2788 мФ	3,3212 мФ
10,999 мФ	10,900 мФ	2,7 мА пост.тока	10,8529 мФ	10,9471 мФ
32,999 мФ	20,000 мФ	5,4 мА пост.тока	19,8300 мФ	20,1700 мФ
32,999 мФ	30,000 мФ	8,0 мА пост.тока	29,7600 мФ	30,2400 мФ
110,00 мФ	33,00 мФ	9,0 мА пост.тока	32,570 мФ	33,430 мФ
110,00 мФ	110,00 мФ	27,0 мА пост.тока	108,800 мФ	111,200 мФ

Табл. 7-11. Проверочные испытания при моделировании термопары

Тип термопары	Выходное значение, °C	Нижний предел, мВ	Верхний предел, мВ
10 мкВ/°C	0,00 °C (0,0000 мВ)	-0,0030	0,0030
	100,00 °C (1,0000 мВ)	0,99696	1,00304
	-100,00 °C (-1,0000 мВ)	-1,00304	-0,99696
	1000,00 °C (10,0000 мВ)	9,99660	10,00340
	-1000,00 °C (10,0000 мВ)	-10,0034	-9,9966
	10000,00 °C (100,0000 мВ)	99,9930	100,0070
	-10000,00 °C (-100,0000 мВ)	-100,0070	-99,9930

Табл. 7-12. Проверочные испытания для измерения при помощи термопары

Тип термопары	Вход, мВ	Нижний предел, °C	Верхний предел, °C
10 мкВ/°C	0,00 °C (0,0000 мВ)	-0,30	-0,30
	10000,00 °C (100,0000 мВ)	9999,30	10000,70
	-10000,00 °C (-100,0000 мВ)	-10000,70	-9999,30
	30000,00 °C (300,0000 мВ)	29998,50	30001,50
	-30000,00 °C (-300,0000 мВ)	-30001,50	-29998,50

Табл. 7-13. Проверочные испытания погрешности фазы, В и В

Диапазон, выход Normal, В	Выход Normal, В	Частота	Диапазон, выход AUX	Выход AUX	Фаза°	Нижний предел°	Верхний предел°
3,29999	3,00000	65 Гц	3,29999 В	3,00000 В	0	-0,150	0,150
		400 Гц				-0,900	0,900
		1 кГц				-2,000	2,000
		5 кГц				-6,000	6,000
		10 кГц				-10,000	10,000
		30 кГц				-15,000	15,000
		65 Гц			60	59,850	60,150
		400 Гц				59,100	60,900
		1 кГц				58,000	62,000
		5 кГц				54,000	66,000
		10 кГц				50,000	70,000
		30 кГц				45,000	75,000
		65 Гц			90	89,850	90,150
		400 Гц				89,100	90,900
		1 кГц				88,000	92,000
		5 кГц				84,000	96,000
		10 кГц				80,000	100,000
		30 кГц				75,000	105,000
32,9999	30,0000	65 Гц				89,85	90,15
329,999	50,000	65 Гц				89,85	90,15

Табл. 7-14. Проверочные испытания погрешности фазы, В и А

Диапазон, выход Normal, В	Выход Normal, В	Частота	Диапазон, выход AUX	Выход AUX	Фаза°	Нижний предел°	Верхний предел°
329,999 мВ	30,000 мВ	65 Гц	329,999 мВ	300,00 мА	0	-0,15	0,15
		1 кГц	329,999 мВ	300,00 мА		-2,00	2,00
		30 кГц	329,999 мВ	300,00 мА		-15,00	15,00
	200,000 мВ	65 Гц	2099999 А	2,00000 А		-0,15	0,15
	50,000 мВ	65 Гц	20,5000 А	5,0000 А		-0,15	0,15
		400 Гц	20,5000 А	5,0000 А		-0,90	0,90
	30,000 мВ	65 Гц	329,999 мВ	300,00 мА	60	59,85	60,15
	200,000 мВ	65 Гц	2,99999 А	2 МГц		59,85	60,15
		65 Гц	20,5000 А	20,0000 А		59,85	60,15
		400 Гц	20,5000 А	20,0000 А		59,10	60,90
32,999 мВ	3,3000 В	65 Гц	329,999 мВ	300,00 мА	0	-0,15	0,15
		65 Гц	2,99999 А	2 МГц		-0,15	0,15
		65 Гц	20,5000 А	5,0000 А		-0,15	0,15
		400 Гц	20,5000 А	5,0000 А		-0,90	0,90
		65 Гц	329,999 мВ	300,00 мА	90	89,85	90,15
		65 Гц	2,99999 А	2 МГц		89,85	90,15
		65 Гц	20,5000 А	20,0000 А		89,85	90,15
		400 Гц	20,5000 А	20,0000 А		89,10	90,90
329,999 В	33,000 В	65 Гц	329,999 мВ	300,00 мА	0	-0,15	0,15
		65 Гц	2,99999 А	2 МГц		-0,15	0,15
		65 Гц	20,5000 А	5,0000 А		-0,15	0,15
		400 Гц	20,5000 А	5,0000 А		-0,90	0,90
		65 Гц	329,999 мВ	300,00 мА	90	89,85	90,15
		65 Гц	2,99999 А	2 МГц		89,85	90,15
		65 Гц	20,5000 А	20,0000 А		89,85	90,15
		400 Гц	20,5000 А	20,0000 А		89,10	90,90

Таблица 7-15. Проверочные испытания частоты

Диапазон, выход Normal, В	Выход Normal, В	Частота	Нижний предел ^[1]	Верхний предел ^[1]
3,29999	3,00000	119,00 Гц	118,99602 Гц	119,00398 Гц
		120,0 Гц	119,99600 Гц	120,00400 Гц
		1000,0 Гц	999,974000 Гц	1000,026000 Гц
		100,00 кГц	99,99750000 Гц	100,00250000 Гц
[1] Погрешность частоты задана на период в 1 год.				

Глава 8

Принадлежности

Наименование	Страница
Введение	8-3
Комплект для крепления к стойке	8-4
Интерфейсный кабель IEEE-488.....	8-4
5500A/LEADS.....	8-4

Введение

В Таблице 8-1 собраны сведения о доступных моделях, опциях, принадлежностях, кабелях и компонентах.

Таблица 8-1. Опции и принадлежности

Модель	Описание
SC300	Oscilloscope Calibration Option
SC600	Oscilloscope Calibration Option
55XX/CASE	Ящик для транспортировки
5522A/CARRYCASE	Футляр со съемными передней и задней панелями.
5500A/HNDL	Боковая ручка
5500A/LEADS	Полный набор проводов
109215	Сменный предохранитель; 5 A/250 В с задержкой (сетевое напряжение 100 В или 120 В)
851931	Сменный предохранитель; 2,5 A/250 В с задержкой (сетевое напряжение 200 В или 240 В)
3674001	Сменный предохранитель; 4 A/500 В, Сверхбыстродействующий, 0,25 x 1,25, в керамическом корпусе
3470596	Сменный предохранитель; 25 A/250 В, Быстродействующий, 6,3 x 32 мм
MET/CAL Plus	Fluke Calibration Metrology Software
MET/CAL-IEEE USB	Опция интерфейса IEEE.
884X-USB	Кабельная переходная муфта USB - RS-232.
⚠ Чтобы гарантировать безопасность, используйте только точную замену.	

Табл. 8-1. Опции и принадлежности (продолжение)

Модель	Описание
Y5537	24 д. (61 см) Комплект для крепления к стойке для 5502A
Y8021	Экранированный кабель IEEE-488 0,5 м (1,64 фута)
Y8022	Экранированный кабель IEEE-488 2 м (6,56 фута)
Y8023	Экранированный кабель IEEE-488 4 м (13 футов)

Комплект для крепления к стойке

Комплект для крепления к стойке Y5537 содержит все необходимые материалы для установки Калибратора 5502A на направляющие в 24-дюймовой (61 см) стойке для оборудования. Инструкции прилагаются к комплекту. (Для установки в стойку усилителя 5725A необходимо заказать комплект Y5735.)

Интерфейсный кабель IEEE-488

Экранированные кабели IEEE-488 имеются трех различных длин (см. Табл. 8-1). Кабели подсоединяются к Калибратору 5502A и к любому другому устройству с интерфейсом IEEE-488. Каждый кабель имеет двойные 24-контактные разъемы с обоих концов для каскадного подключения. Разъемы оснащаются установочными винтами с метрической резьбой. В Приложении D приведена цоколевка разъема IEEE-488.

5500A/LEADS

Дополнительный комплект щупов, 5500A/LEADS, представляет собой комплект для напряжений и токов, удлинительные провода для термопар, мини-разъемы для термопар и измерительные спаи термопар.

Глава 9

SC600 Oscilloscope Calibration Option

Наименование	Страница
Введение	9-3
Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC600	9-4
Характеристики функции Voltage.....	9-4
Технические характеристики фронта.....	9-4
Характеристики функции сглаженной синусоиды.....	9-5
Характеристики маркера времени	9-5
Характеристики генератора колебаний.....	9-5
Характеристики генератора импульсов.....	9-6
Характеристики пускового сигнала (функция Pulse).....	9-6
Характеристики пускового сигнала (функция маркера времени)	9-6
Характеристики пускового сигнала (функция фронта Edge).....	9-6
Характеристики пускового сигнала (функция напряжения прямоугольной волны)	9-6
Характеристики пускового сигнала	9-6
Характеристики измерений входного сопротивления осциллографа	9-6
Характеристики измерений входной емкости осциллографа	9-6
Характеристики измерений перегрузки	9-7
Подключения осциллографа	9-7
Запуск модуля SC600	9-7
Выходной сигнал.....	9-8
Настройка выходного сигнала	9-8
Ввод значения	9-9
Настройка значений поворотной кнопкой.....	9-9
Нажмите  и 	9-10
Сброс модуля осциллографа	9-10
Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе.....	9-10
Функция напряжения	9-10
Меню V/DIV	9-12
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений	9-12
Процедура калибровки амплитуды для осциллографа	9-13
Калибровка импульсного и частотного диапазона на осциллографе	9-14
Функция фронта	9-14
Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа.....	9-15
Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода.....	9-16
Функция сглаженной синусоиды.....	9-16
Комбинации клавиш для установки частоты и напряжения.....	9-17
Меню MORE OPTIONS.....	9-18
Развертка через диапазон частот	9-19
Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа	9-19
Калибровка временной развертки осциллографа.....	9-21
Функция маркера времени	9-21

Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа	9-22
Проверка модуля триггера SC600	9-23
Проверка триггеров видео	9-25
Проверка захвата импульса	9-26
Измерение входного сопротивления и емкости.....	9-27
Измерение входного полного сопротивления	9-27
Измерение входной емкости.....	9-27
Проверка защиты от перегрузки	9-28
Дистанционные команды и запросы	9-29
Общие команды	9-29
Команды функции Edge.....	9-33
Команды функции Marker	9-33
Команды функции Video	9-34
Команды функции Overload	9-34
Команды функции полного сопротивления/емкости.....	9-35
Проверочные таблицы	9-36

Введение

Модуль калибровки осциллографов SC600 (модуль SC600) обладает функциями, которые помогают сохранять точность осциллографа путем проверки и калибровки следующих свойств осциллографа:

- Калибровка и проверка характеристик вертикального отклонения. Функция напряжения (VOLT) позволяет сопоставить усиление по напряжению с сеткой линий на осциллографе.
- Калибровка и проверка переходных импульсных характеристик, проверка точности осциллографических измерений импульсных переходных явлений с помощью функции EDGE. Кроме того, с помощью внешнего генератора туннельного диода Калибратор обеспечивает более быструю проверку импульсной характеристики.
- Частотная характеристика проверяется путем сличения полосы пропускания с помощью функции сглаженной синусоиды LEVSINE. Вертикальное отклонение проверяется до тех пор, пока на экране осциллографа наблюдается точка -3 дБ.
- Калибровка и проверка горизонтального отклонения осциллографа (временная развертка) с помощью функции маркера времени MARKER. Процедура калибровки похожа на процедуру проверки вертикального отклонения, но только на горизонтальной оси.
- Осциллограф может показывать, задерживать и измерять ширину импульса. Она проверяется функцией PULSE. Эта функция позволяет варьировать ширину и период импульса.
- Осциллограф может служить триггером для срабатывания различных форм сигнала. Это делается посредством функции генератора колебаний (WAVEGEN).
- Осциллограф может включать и захватывать сложные сигналы триггера ТВ. Это выполняется функцией VIDEO.
- Характеристики на входе осциллографа могут быть измерены функцией входного сопротивления и измерения емкости (MEAS Z).
- Цепь защиты входа осциллографа проверяется функцией перегрузки (OVERLD).

Меню, в которых реализованы эти функции, также включают параметры для смены порядка реагирования выходного сигнала на настройки напряжения, частоты и времени. Это обеспечивает контроль над сигналом при калибровке, и дополнительные методы наблюдения свойств сигнала.

Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC600

Эти технические характеристики относятся только к модулю калибровки осциллографа SC600. Общие сведения о Калибраторе 5502A приведены в Главе 1. Характеристики верны для 5502A, эксплуатируемого в условиях, рассмотренных в Главе 1, при прогреве не менее чем в два раза больше времени выключения Калибратора, до 30 минут.

Характеристики функции Voltage

Функция Voltage	Сигнал пост. тока		Прямоугольный сигнал ^[1]	
	50 Ω Нагрузка	Нагрузка 1 МΩ	Нагрузка 50 Ω	Нагрузка 1 МΩ
Характеристики амплитуды				
Диапазон	от 0 до ±6,599 В	от 0 до ±130 В	±От 1 мВ до ±6.599 В р-р	±От 1 мВ до ±130 В р-р
Разрешение	Диапазон от 1 до 24,999 мВ от 25 до 109,99 мВ от 110 мВ до 2,1999 В от 2,2 до 10,999 мВ от 11 до 130 В		Разрешение 1 мкВ 10 мкВ 100 мкВ 1 мВ 10 мВ	
Диапазон настройки	Главнo регулируемый			
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(0,25 % выходного значения + 40 (В)	± 0,05 % выходного значения + 40 (В)	±(0,25 % выходного значения + 40 (В)	±(0,1 % выходного значения + 40 (В) ^[2]
Последовательность	1-2-5 (напр., 10 мВ, 20 мВ, 50 мВ)			
Частотные характеристики прямоугольного сигнала				
Диапазон	От 10 Гц до 10 кГц			
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(2,5 ppm от настройки)			
Типичное искажение в пределах 4 мкс от 50% переднего/заднего фронта импульса	<(0,5 % выходного значения + 100 (В)			
[1] Выбирается положительная или отрицательная прямоугольная волна с нулем отсчета.				
[2] Для частот прямоугольных сигналов более 1 кГц, ± (0,25 % выходного значения + 40 (В).				

Технические характеристики фронта

Характеристики фронта на входе с нагрузкой 50 Ω		Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5 °C
Время нарастания импульса	δ300 пс	(+0 пс / -100 пс)
Динамический диапазон (p-p)	от 4,5 мВ до 2,75 В	±(2 % выходного значения + 200 В)
Разрешение	4 знака	
Диапазон настройки	±10 % 10 % вокруг каждого значения последовательности (указанного ниже)	
Значения последовательности	5 мВ, 10 мВ, 25 мВ, 50 мВ, 60 мВ, 80 мВ, 100 мВ, 200 мВ, 250 мВ, 300 мВ, 500 мВ, 600 мВ, 1 В, 2,5 В	
Частотный диапазон ^[1]	от 900 Гц до 11 МГц	±(2,5 ppm от настройки)
Типичные колебания, фронт пускового сигнала	<5 пс (p-p)	
Искажения переднего фронта импульса ^[2]	в пределах 2 нс от 50 % нарастающего фронта импульса	< (3% выхода + 2 мВ)
	2-5 нс	< (2 % выхода + 2 мВ)
	5-15 нс	< (1 % выхода + 2 мВ)
	после 15 нс	< (0,5 % выхода + 2 мВ)
Типичная продолжительность включения	От 45 % до 55 %	
Характеристики генератора импульсов	Прямоугольная волна в диапазоне от 100 Гц до 100 кГц с переменной амплитудой от 60 до 100 В p-p.	
[1] [1]Выше времени нарастания импульса 2 МГц <350 пс [2] Все измерения искажений фронта импульса проводились на мейнфрейме Tektronix 11801 с подключенным модулем ввода SD26.		

Характеристики функции сглаженной синусоиды

Характеристики функции сглаженной синусоиды на входе 50 Ω	Частотный диапазон			
	50 кГц (эталон)	от 50 кГц до 100 МГц	от 100 до 300 Гц	от 300 до 600 Гц
Амплитудные характеристики (для измерения ширины полосы частот осциллографа)				
Диапазон (p-p)	от 5 мВ до 5,5 В			
Разрешение	< 100 мВ: 3 знака ε100 мВ: 4 знака			
Диапазон настройки	плавно регулируемый			
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(2 % выходного значения + 300 В)	±(3,5 % выходного значения + 300 В)	±(4 % выходного значения + 300 В)	±(6 % выходного значения + 300 В)
Плоскостность (относительно 50 кГц)	не применимо	±(1,5 % выходного значения + 100 В)	±(2 % выходного значения + 100 В)	±(4 % выходного значения + 100 В)
Краткосрочная амплитудная устойчивость	δ 1 % ^[1]			
Частотные характеристики				
Разрешение	1 мВ		10 кГц	
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±2.5 ppm ^[2]			
Характеристики искажений				
2-я гармоника	δ -33 дБн			
3я и более высокая гармоника	δ -38 dBc			
[1] В пределах одного часа после установки эталонной амплитуды при условии, что температура не меняется больше чем на ±5 °C. [2] Если для REF CLK установлено значение ext, погрешность частоты сглаженной синусоиды соответствует погрешности частоты внешнего генератора частоты 10 МГц ±(0,3 Гц/времени счета).				

Характеристики маркера времени

Маркер времени на входе 50 Ω	от 5 с до 50 мс	от 20 мс до 100 нс	50-20 нс	10 нс	5-2 нс
Годичная абсолютная погрешность в кардинальных точках, при tcal ± 5°C	±(25 ^[1] + t*1000) ppm	±2.5 ppm	±2.5 ppm	±2.5 ppm	±2.5 ppm
Форма колебания	острая или прямоугольная	острая, прямоугольная или 20% импульс	острая или прямоугольная	прямоугольная или синусоидальная	синусоидальная
Типичный уровень выхода	>1 В p-p ^[2]	>1 В p-p ^[2]	>1 В p-p ^[2]	>1 В p-p ^[2]	> 1 В p-p
Типичные колебания (эфф.)	<10 ppm	<1 ppm	<1 ppm	<1 ppm	<1 ppm
Последовательность	5-2-1 от 5 с до 2 нс (напр., 500 мс, 200 мс, 100 мс)				
Диапазон настройки ^[3]	Не менее ±10 % от каждого значения последовательности, указанного выше.				
Разрешение амплитуды	4 знака				
^[1] t – время в секундах. ^[2] Типичное время нарастания прямоугольной волны и 20 %-импульса (20 % импульс времени включения) составляет < 1,5 нс. ^[3] Погрешность маркера времени составляет ±50 ppm от кардинальных точек.					

Характеристики генератора колебаний

Характеристики генератора колебаний	Прямоугольный сигнал, синусоидальный и пилообразный на входе 50 Ω или 1 МΩ
Амплитуда	
Диапазон	на входе 1 МΩ: 1,8 мВ до 55 В p-p на входе 50 Ω: 1,8 мВ до 2,5 В p-p
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5 °C, 10 Гц до 10 кГц	±(3 % выхода p-p + 100 мкВ)
Последовательность	1-2-5 (напр., 10 мВ, 20 мВ, 50 мВ)
Типичный диапазон смещения постоянного напряжения	от 0 до ± (ε40 % пиковой амплитуды) ^[1]
Частота	
Диапазон	От 10 Гц до 100 кГц
Разрешение	4 или 5 знаков в зависимости от частоты
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(25 ppm + 15 мГц)
^[1] Смещение постоянного тока плюс волновой сигнал не должны превышать 30 В rms.	

Характеристики генератора импульсов

Характеристики генератора импульсов	Положительный импульс на входе 50 Ω
Типичное время нарастания/затухания	<2 нс
Доступные амплитуды	2.5 В, 1 В, 250 мВ, 100 мВ, 25 мВ, 10 мВ
Ширина импульса	
Диапазон	от 4 нс до 500 нс ^[1]
Погрешность ^[2]	5 % от ширины импульса ± 2 нс
Период импульсов	
Диапазон	от 22 мс до 200 нс (от 45,5 кГц до 5 МГц)
Разрешение	4 или 5 знаков в зависимости от частоты и ширины
Годичная абсолютная погрешность в кардинальных точках, при $t_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$	± 2.5 ppm
[1] Ширина импульса не должна превышать период в 40 %.	
[2] Погрешности ширины импульса для периодов менее 2 мкс не указываются.	

Характеристики пускового сигнала (функция Pulse)

Период импульсов	Коэффициент деления	Амплитуда на входе 50 Ω (p-p)	Типичное время нарастания импульса
от 22 мс до 200 нс	откл/1/10/100	$\epsilon 1$ В	$\delta 2$ нс

Характеристики пускового сигнала (функция маркера времени)

Период маркера времени	Коэффициент деления	Амплитуда на входе 50 Ω (p-p)	Типичное время нарастания импульса
2-9 нс	откл/100	$\epsilon 1$ В	$\delta 2$ нс
10-749 нс	откл/10/100	$\epsilon 1$ В	$\delta 2$ нс
от 750 нс до 34,9 мс	откл/1/10/100	$\epsilon 1$ В	$\delta 2$ нс
35 мс - 5 с	откл/1	$\epsilon 1$ В	$\delta 2$ нс

Характеристики пускового сигнала (функция фронта Edge)

Частота сигнала фронта	Коэффициент деления	Типичная амплитуда на входе 50 Ω (p-p)	Типичное время нарастания импульса	Типичное время опережения
от 900 Гц до 11 МГц	откл/1	$\epsilon 1$ В	$\delta 2$ нс	40 нс

Характеристики пускового сигнала (функция напряжения прямоугольной волны)

Характеристики функции Voltage	Коэффициент деления	Типичная амплитуда на входе 50 Ω (p-p)	Типичное время нарастания импульса	Типичное время опережения
От 10 Гц до 10 кГц	откл/1	$\epsilon 1$ В	$\delta 2$ нс	1 мкс

Характеристики пускового сигнала

Тип пускового сигнала	Параметры
Форматы поля	Выбираемые из числа NTSC, SECAM, PAL, PAL-M
Полярность	Выбор между инвертированным и неинвертированным видео
Амплитуда на входе 50 Ω нагрузка	Настраивается в пределах от 0 до 1,5 В p-p Ω , (± 7 % точность)
Маркер линии	Выбираемый линейный маркер видео

Характеристики измерений входного сопротивления осциллографа

Выбранный диапазон входных значений	50 Ω	1 М Ω
Диапазон измерений	от 40 до 60 Ω	от 500 к Ω до 1.5 М Ω
Погрешность	0,1 %	0,1 %

Характеристики измерений входной емкости осциллографа

Выбранный диапазон входных значений	1 М Ω
Диапазон измерений	от 5 до 50 пФ
Погрешность	$\pm (5 \text{ % от входа} + 0,5 \text{ пФ})$ ^[1]
[1] Измерения выполнены в течение 30 минут с нуля отсчета емкости. Модуль SC600 необходимо выбрать не менее чем за пять минут перед началом измерений емкости, включая процесс обнуления.	

Характеристики измерений перегрузки

Напряжение источника	Типичная индикация включения	Типичная индикация отключения	Переменный или постоянный ток (1 кГц) с максимальным лимитом времени
от 5 до 9 В	от 100 до 180 мА	10 мА	от 1 с до 60 с

Подключения осциллографа

С помощью кабеля, поставляемого вместе с модулем SC600, соедините выходной разъем SCOPE Калибратора с одним из канальных разъемов на вашем осциллографе (см. Рисунок 9-1).

Чтобы использовать внешний пусковой сигнал, соедините выход TRIG на Калибраторе с разъемом внешнего пускового сигнала на осциллографе. Чтобы использовать внешний пусковой сигнал и отобразить его с помощью сигнала Калибратора, подсоедините разъем TRIG к другому каналу. Информация о соединениях и просмотре внешнего пускового сигнала приведена в руководстве к осциллографу.

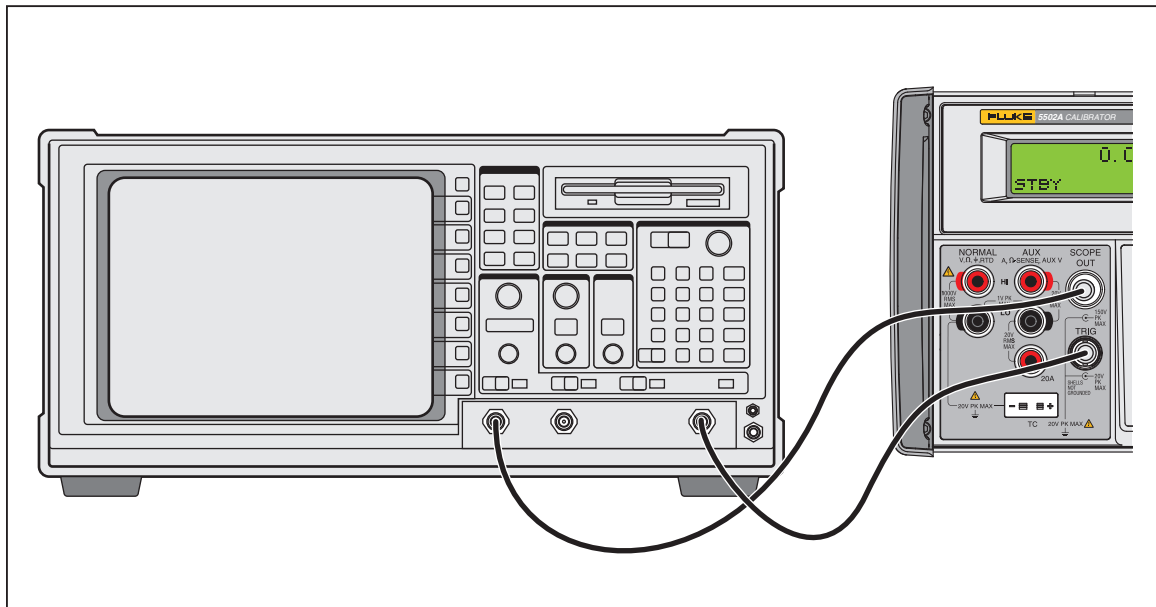
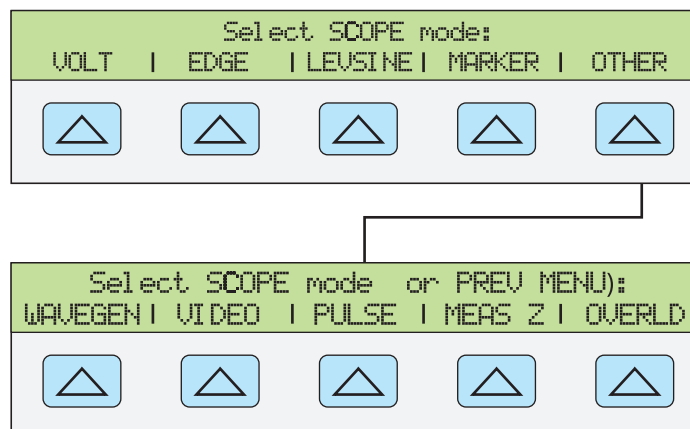


Рисунок 9-1. Подключение осциллографа: канал и внешний триггер

gvm036.eps

Запуск модуля SC600

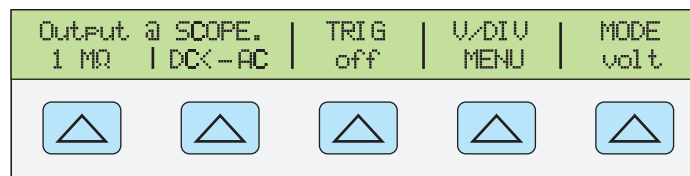
Нажмите кнопку **SCOPE** (загорается светодиодный индикатор), чтобы выбрать модуль SC600. На дисплее управления отобразится меню SCOPE, показанное ниже. Можно нажать любую из первых четырех функциональных клавиш, чтобы перейти непосредственно в различные меню калибровки – VOLT, EDGE, LEVSINE и MARKER. Нажмите последнюю функциональную клавишу, чтобы перейти в меню OTHER (также показано ниже), из которого доступны меню WAVEGEN, VIDEO, PULSE, измерения полного сопротивления и емкости (MEAS Z) и перегрузки (OVERLD). Нажмите кнопку **PREV/MENU**, чтобы вернуться в меню SCOPE из меню OTHER. В данной главе приведено описание каждого из этих меню.



gjh050.eps

Выходной сигнал

Если выбран режим VOLT в меню SCOPE, см. следующее описание. Если выбран режим VOLT, то дисплей управления примет следующий вид:



gjh051.eps

Расположение выходного сигнала показывается на дисплее управления (дисплей с правой стороны). Если Калибратор подключен, но выходной сигнал на осциллографе не появляется, то возможно, что Калибратор находится в режиме ожидания. Настройки выходного сигнала показаны на дисплее выходного сигнала (дисплей с левой стороны).

Если отображается STBY, нажмите клавишу **OPR**. На дисплее выхода будет выведено OPR, и на осциллографе должен появиться выходной сигнал.

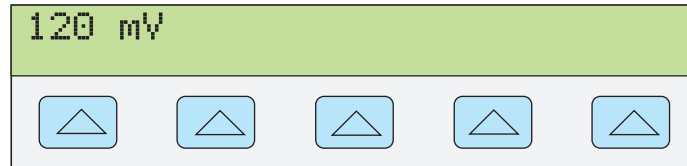
Настройка выходного сигнала

Калибратор предоставляет несколько возможностей изменения настроек выходного сигнала в процессе калибровки. Поскольку калибровка осциллографа требует множества настроек выходного сигнала, ниже описываются три метода изменения этих настроек осциллографа. Эти методы позволяют переходить к новому значению или просматривать множество разных значений.

Ввод значения

Приведенный далее пример используется в режиме LEVSINE. Чтобы ввести определенное значение непосредственно в Калибратор с передней панели:

1. Наберите значение, которое требуется ввести, включая единицы и приставки. Например, для записи 120 мВ, нажмите **1** **2** **0** **μ** **m** **V**. Табло управления примет следующий вид:



gl002i.eps

Примечание

Доступ к единицам и приставкам, указанным красным цветом в верхнем левом углу клавиш, можно получить с помощью кнопки

SHIFT. Например, для записи 200 мкс, нажмите **2** **0** **0** **SHIFT** **μ** **m** **SHIFT** **sec** **Hz**.

В случае ошибки нажмите **CE**, чтобы очистить дисплей управления и вернуться в меню.

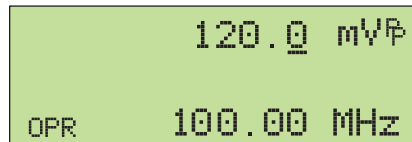
2. Нажмите **ENTER**, чтобы активировать значение и перенести его на дисплей выхода.

Другие настройки на этом дисплее останутся неизменными, если только не вводится новое значение и для него не определяются единицы.

Настройка значений поворотной кнопкой

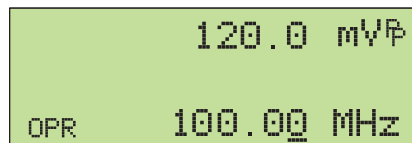
Чтобы настроить значение на дисплее выхода, используя поворотную кнопку:

1. Поверните кнопку. На дисплее выхода под самым нижним знаком появится курсор, который начнет менять выбранный знак. Если требуется подвести курсор к полю, не изменяя знак, нажмите **EDIT FIELD**.



gjh038.eps

2. Чтобы переместить курсор между полями напряжения и частоты, нажмите **EDIT FIELD**, см. ниже.

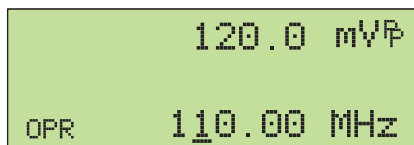


gjh039.eps

3. Используйте клавиши **▶** и **◀**, чтобы передвинуть курсор к знаку, который требуется изменить.

4. Поверните кнопку, чтобы изменить значение.

При использовании поворотной кнопки в режиме напряжения или маркера дисплей управления показывает процентное изменение нового значения по сравнению с эталонным значением. Эта процедура применяется для определения процента ошибки на осциллографе. Можно установить новое значение для эталонного показателя нажатием кнопки **NEW REF**, см. ниже.



gjh047.eps

5. Нажмите **ENTER**, чтобы убрать курсор с дисплея выхода и сохранить новое значение как эталон.

Примечание

При попытке использовать поворотную кнопку для настройки значения до уровня, недопустимого для используемой функции, или выходящего за пределы, разрешенные для этого значения, то данное значение останется неизменным, а устройство 5502A подаст звуковой сигнал. Если требуется доступ к другому диапазону значений, быстро прокрутите кнопку, чтобы перейти к новому диапазону.

Нажмите **MULT X** и **DIV**

С помощью клавиш **MULT X** и **DIV** можно принудительно заменить текущее значение сигнала на заранее установленное значение, величина которого определяется текущей функцией. Более подробное описание этих клавиш см. в описании каждой функции.

Сброс модуля осциллографа

Все параметры 5502A можно вернуть на значения по умолчанию во время работы с передней панелью. Нажмите клавишу **RESET** на передней панели.

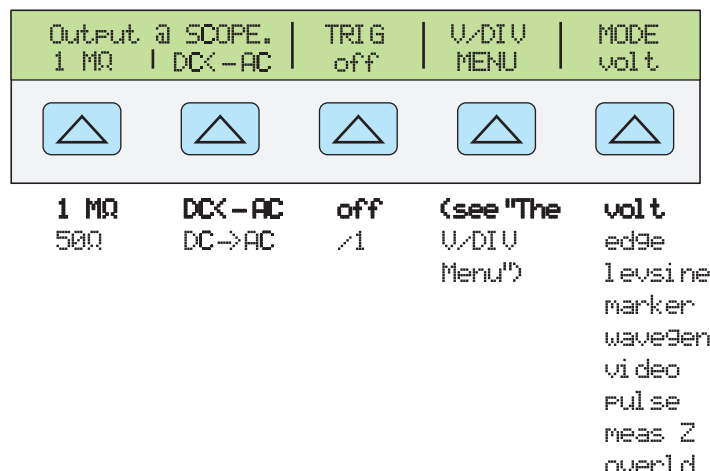
После сброса настроек 5502A, нажмите **SCOPE**, чтобы вернуться к модулю калибровки осциллографа (появится меню Volt). Нажмите **OPR**, чтобы вновь подключить выходной сигнал.

Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе

Усиление напряжения осциллографа калибруется посредством подачи низкочастотного прямоугольного импульсного сигнала и настройкой его усиления на высоту, определенную для различных уровней напряжения, назначенную делениями координатной сетки на осциллографе. Сигнал подается от 5502A в режиме напряжения (Volt). Напряжения, которые должны использоваться для калибровки, и деления сетки на осциллографе, которые обязательно должны совпадать, различаются в разных моделях осциллографов. См. руководство по техническому обслуживанию осциллографа.

Функция напряжения

Усиление напряжения калибруется с помощью функции напряжения. Доступ к этой функции осуществляется через меню Volt, которое появляется, когда вы запускаете опцию SCOPE, или когда нажимаете функциональную клавишу MODE, чтобы прокрутить меню калибровки осциллографа.



gjh052.eps

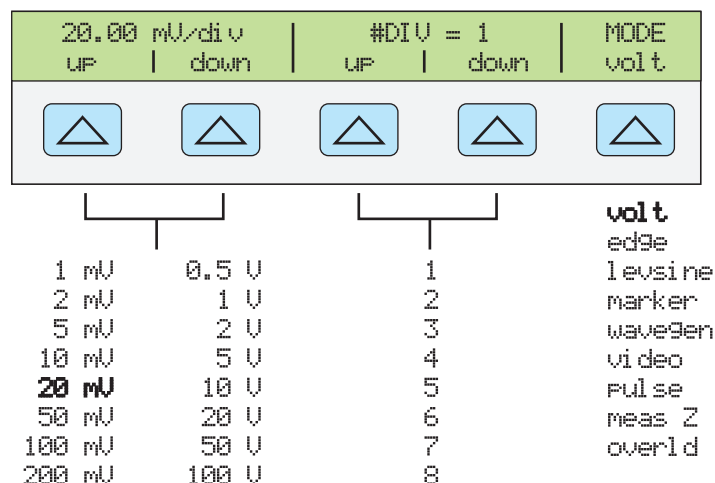
Нажмите функциональную клавишу **MODE**, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню **SCOPE**.

Далее приведено описание каждого пункта меню:

- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **DC <-> AC** Переключение между сигналами постоянного или переменного тока. Нажатие функциональной клавиши во время сигнала переменного тока включает эквивалентный выход постоянного тока.
- **1 MΩ** Переключает настройку выходного полного сопротивления Калибратора между 1 MΩ и 50 Ω.
- **TRIG** Если используется внешний триггер, нажмите эту клавишу для включения и выключения триггера. Во включенном состоянии отобразятся показания "/1". Это означает, что внешний триггер находится на той же частоте, что и выходной сигнал напряжения. Внешний триггер можно использовать для многих цифровых осциллографов, в которых возникают сложности с запуском сигналов низкой амплитуды. Триггер можно также включать и отключать. Нажмите **TRIG OFF**.
- **V/DIV MENU** Открывает меню масштабирования напряжения, из которого можно выбирать масштаб сигнала в вольтах на деление. Это меню подробно описывается далее в разделе "Меню V/DIV".
- **MODE** Показывает, что прибор находится в режиме напряжения (volt). Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки осциллографа.

Меню V/DIV

Меню V/DIV, показанное ниже, задает значение напряжения на каждое деление экрана осциллографа. Данное меню предоставляет альтернативные способы изменения выходной амплитуды, которые могут быть более удобными для определенных применений осциллографа. Чтобы войти в меню V/DIV, нажмите V/DIV в меню Volt.



gjh053.eps

Каждый пункт в меню V/DIV описывается ниже.

- **V/div** Меняет шкалу дисплея выхода, изменяя значение напряжения на каждое деление экрана осциллографа. Доступные настройки, показанные на рисунке выше, даются с пошаговым приращением 1-2-5. Для увеличения значения в вольтах на деление нажмите функциональную кнопку под надписью **UP**. Для уменьшения значения в вольтах на деление нажмите функциональную кнопку под надписью **DOWN**.
- **# DIV** Определяет количество делений, определяющих межпиковое значение для выбранной формы сигнала. Для этого значения можно задавать от одного до восьми делений. Число, определяемое каждым делением, отображается в поле V/div. Нажмите функциональную клавишу UP, чтобы увеличить высоту сигнала, либо DOWN, чтобы ее уменьшить.

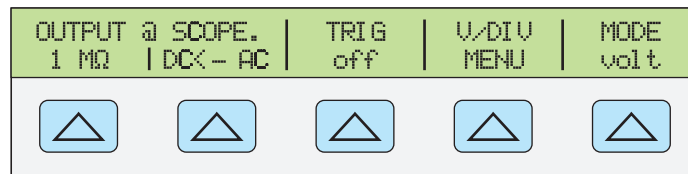
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений

С помощью клавиш **MULT** и **DIV** можно пошагово выбирать значения напряжения, используя значения кардинальных точек осциллографа в последовательности 1-2-5. Если, например, напряжение равно 40 мВ, то после нажатия **MULT** напряжение будет увеличено до ближайшей кардинальной точки 50 мВ. Нажатием **DIV** напряжение будет понижено до ближайшей кардинальной точки 20 мВ.

Процедура калибровки амплитуды для осциллографа

В этом примере процедуры калибровки показано, как с помощью меню Volt откалибровать усиление амплитуды осциллографа. В процессе калибровки потребуется задать различные напряжения и проверить, соответствует ли это усиление координатным линиям на осциллографе, указанным в его технических характеристиках. Рекомендованные настройки калибровки и соответствующие значения усиления см. в инструкции к осциллографу.

Прежде чем приступить к данной процедуре, убедитесь, что осциллограф работает в режиме Volt. Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню.

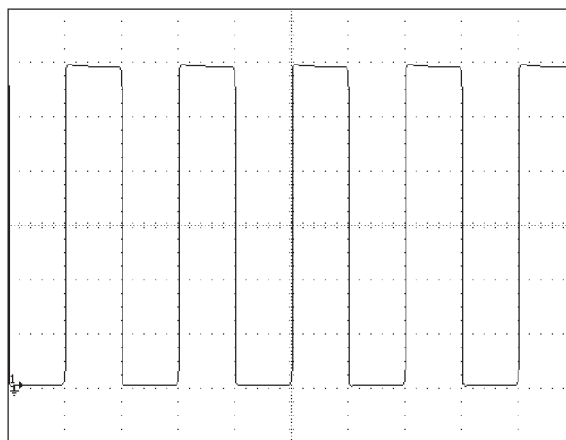


gjh054.eps

Чтобы откалибровать усиление сигнала по вертикали, выполните следующую процедуру выборки.

1. Подключите Калибратор к каналу 1 на осциллографе, убедившись в том, что на осциллографе задано правильное значение полного сопротивления (в этом примере - 1 МΩ). Убедитесь, что клавиша **OPR** на 5502A светится. Это означает, сигнал подключен.
2. Введите уровень напряжения, рекомендованный для вашего осциллографа. Например, для записи 30 мВ, нажмите **3** **0** **μmV**, затем нажмите **ENTER**. См. раздел "Ввод значения" в начале этой главы.
3. Выполните необходимые настройки осциллографа. Форма сигнала должна быть аналогичной той, что представлена ниже, а значения усиления должны точно совпадать со значением, заданным в настройках калибровки для вашего осциллографа.

В данном примере показано, что при 30 мВ усиление должно соответствовать 6 делениям - по 5 мВ на деление.



gl006i.bmp

4. Выберите значение напряжения, рекомендованное для калибровки вашей модели осциллографа, и повторите процедуру с новым уровнем напряжения. При этом убедитесь, что усиление было выбрано в соответствии с техническими характеристиками, приведенными в руководстве пользователя.
5. Повторите эту процедуру для каждого канала.

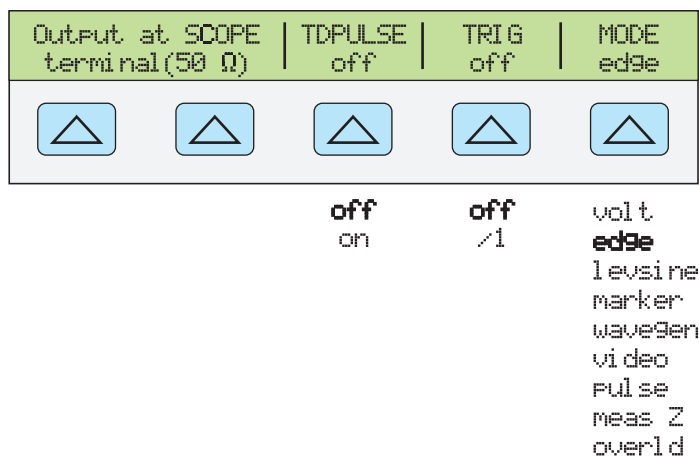
Калибровка импульсного и частотного диапазона на осциллографе

Калибровка импульсной характеристики выполняется с помощью сигнала прямоугольной формы, отличающегося коротким временем нарастания переднего фронта. Используя этот сигнал, можно подбирать необходимое время нарастания и искажение импульса в соответствии с техническими характеристиками.

После проверки импульсной характеристики проверяется диапазон частот. Для этого применяется сглаженная синусоида и считывается показание частоты в точке -3 дБ, когда амплитуда падает примерно на 30%.

Функция фронта

Функция EDGE используется для калибровки импульсной характеристики вашего осциллографа. Чтобы войти в меню функции EDGE, нажимайте функциональную кнопку MODE, пока не высветится индикация "edge".



gjh055.eps

Нажмите функциональную клавишу MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню SCOPE.

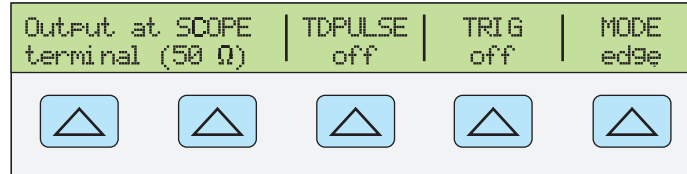
Далее приведено описание каждого пункта в меню EDGE.

- **OUTPUT @ SCOPE (50 Ω)**) Указывает расположение и полное сопротивление выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OFF**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
В режиме EDGE изменение полного сопротивления выходного сигнала невозможно.
- **TD PULSE** Нажмите один раз, чтобы включить сигнал генератора туннельного диода. Для отключения нажмите повторно. Этот сигнал подает напряжение до 100 В p-p, необходимого для включения генератора туннельного диода (номер компонента Fluke 606522, Tektronix 067-0681-01 или эквивалентный).
- **TRIG** Если вы используете внешний триггер, воспользуйтесь этой клавишей для включения и выключения триггера. Во включенном состоянии на дисплее отобразится показание "/1". Это означает, что внешний триггер работает на той же частоте, что и выходной фронт. Внешний триггер применяется во многих цифровых осциллографах, где возникают сложности при запуске сигналов с быстрым временем нарастания. Триггер можно также включать и отключать нажатием клавиши TRIG OUT.
- **MODE** указывает, что вы находитесь в режиме фронта (EDGE). Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки осциллографа.

Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа

В этой процедуре показано, как проверить импульсную характеристику осциллографа. Прежде чем проверить осциллограф, прочтите информацию о настройках, рекомендованных для вашего осциллографа, в руководстве пользователя.

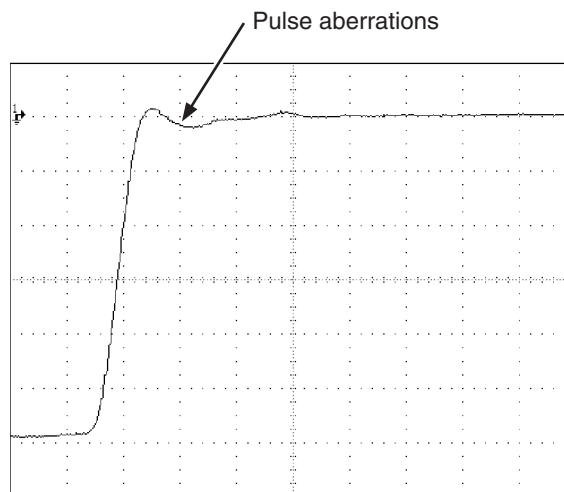
До начала процедуры проверьте, чтобы осциллограф работал в режиме фронта (EDGE). Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню.



gjh067.eps

Чтобы калибровать импульсную характеристику, выполните следующую процедуру.

1. Подключите 5502A к каналу 1 на осциллографе. Выберите полное сопротивление $50\ \Omega$ или используйте оконечную схему $50\ \Omega$ непосредственно на входе осциллографа. Убедитесь, что клавиша **OFF** светится. Это означает, что сигнал поступает.
2. Измените настройку напряжения для сигнала так, чтобы он соответствовал значению амплитуды, рекомендованному производителем осциллографа для калибровки характеристики фронта. Установка по умолчанию равна 25 мВ при 1 МГц.
Например, на осциллографе Fluke PM3392A начните с сигнала в 1 В на 1 МГц.
3. Настройте шкалу на осциллографе для получения хорошего изображения фронта. Например, на осциллографе Fluke PM3392A с сигналом 1 В на 1 МГц используйте 200 мВ/дел.
4. Установите временную развертку на осциллографе на самое быстрое из доступных положений (от 20,0 до 50,0 нс/дел.).



gok072.eps

5. Убедитесь, что осциллограф отображает правильное время нарастания и характеристики искажения импульса.
6. Нажмите **STBY** для удаления входящего сигнала.

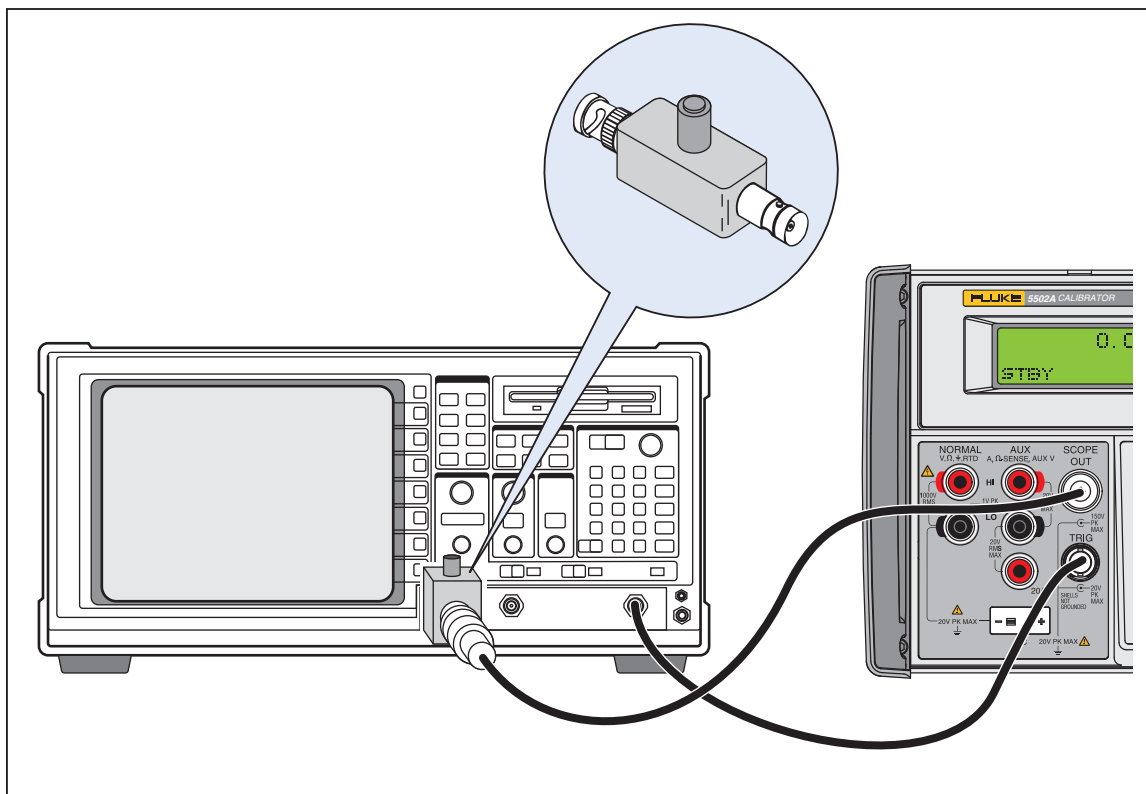
Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода

Калибратор может использоваться для включения генератора туннельного диода. Это позволяет увидеть нарастание фронта импульса с разрешением 125 пс.

Калибратор подает максимальный сигнал генератора туннельного диода напряжением 100 В р-р при 100 кГц. Рекомендованная настройка (и настройка по умолчанию) для выходного сигнала составляет 80 В р-р при 100 кГц.

Выполните следующую процедуру для запуска генератора туннельного диода:

1. Подключите Калибратор, генератор туннельного диода и осциллограф, как показано на Рисунке 9-2.
2. Переключите модуль SC600 в режим EDGE и нажмите функциональную клавишу TDPULSE, чтобы выбрать положение "on" (вкл.).
3. Нажмите **OPR**.
4. Поверните регулятор на корпусе генератора в положение максимального значения настройки, необходимого для индикации показания.



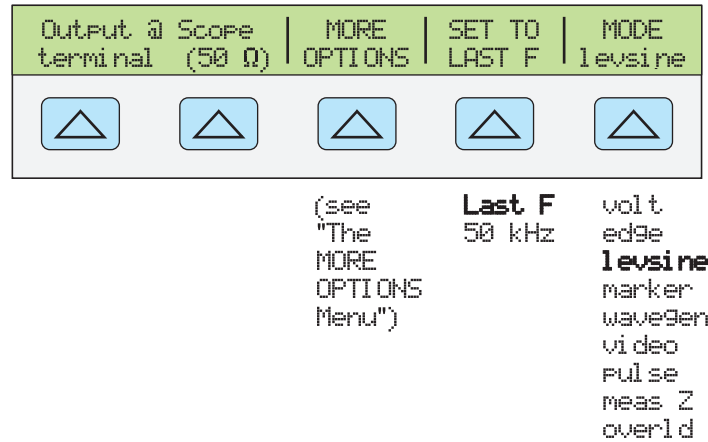
gvx037.eps

Рисунок 9-2. Подключения генератора туннельного диода

Функция сглаженной синусоиды

Функция сглаженной синусоиды (Levsine) использует сглаженную синусоиду, амплитуда которой остается относительно постоянной в некотором диапазоне частот, чтобы проверить ширину полосы частот осциллографа. При проверке осциллографа нужно изменять частоту, пока амплитуда, отображаемая на осциллографе не падает на 30%, что представляет собой амплитуда, соответствующую точке -3 дБ.

Чтобы войти в меню функции Levsine, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не высветится индикация "Levsine".



gjh056.eps

Нажмите функциональную клавишу MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню SCOPE.

- **OUTPUT @ SCOPE (50 Ω)**) Указывает расположение и полное сопротивление выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**. Вы не можете изменить полное сопротивление, пока находитесь в режиме Levsine.
- **MORE OPTIONS** Позволяет получить доступ к другим пунктам меню, которые приведены в разделе "Меню MORE OPTIONS".
- **SET TO LAST F** Переключает между текущей настройкой частоты и эталонным значением в 50 кГц. Данная опция полезна для возврата к эталону, чтобы проверить выход после настроек на другой частоте.
- **MODE** указывает, что вы находитесь в режиме Levsine. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки.

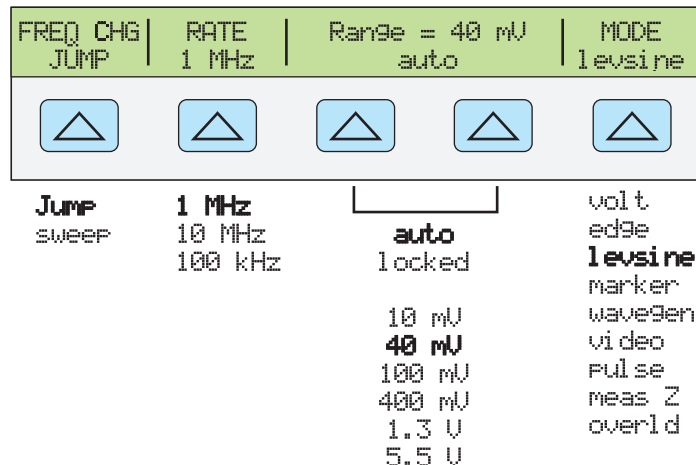
Комбинации клавиш для установки частоты и напряжения

Эти опции доступны для управления настройками синусоиды.

- **SET TO LAST F** Переключает между последней использованной частотой и эталонной частотой в 50 кГц, позволяя проверить выход по эталону после того, как выполнены настройки на другой частоте.
- **MORE OPTIONS** Позволяет использовать автоматическую частотную развертку и при необходимости блокировать диапазон напряжения. В следующем разделе это меню подробно рассмотрено.
- Кнопки **MULT X** и **DIV** пошагово поднимают и опускают частоты на значения, которые позволяют быстро переходить к новому набору частот. Например, если значение равняется 250 кГц, **MULT X** измените его на 300 кГц и **DIV** на 200 кГц. Для значений напряжения **MULT X** и **DIV** проводят через значения кардинальных точек в последовательности 1,2-3-6.

Меню MORE OPTIONS

При выборе MORE OPTIONS открываются параметры, которые дают вам больше контроля над частотой и напряжением. Для входа в меню MORE OPTIONS нажмите функциональную клавишу MORE OPTIONS в меню Levsine.



gjh057.eps

Каждый пункт в меню MORE OPTIONS описывается ниже.

- FREQ CHANGE** Переключает между двумя настройками, контролирующими способ, которым выходной сигнал настраивается на новую частоту. Это установка по умолчанию.
 "Jump" заставляет выходной сигнал немедленно перейти на новую настройку частоты. "Sweep" заставляет сигнал проходить через ряд значений частоты по выбранному вами диапазону. Используйте эту функцию развертки, чтобы наблюдать, как сигнал постепенно меняется по заданной ширине диапазона, и определить точку, в которой меняется его амплитуда. Инструкции по функции развертки приведены в разделе "Развертка через диапазон частот".
- RATE** Используется, когда FREQ CHANGE устанавливается на "sweep", чтобы переключать скорость развертки между 100 кГц, 1 МГц или 10 МГц.
 Низкая скорость развертки позволяет наблюдать за тем, как медленно меняется частота. После быстрой развертки может потребоваться просмотреть определенную частоту с более медленной развертки по подмножеству предыдущего диапазона частот.
- Range** С помощью этих функциональных кнопок можно выбрать любую из двух настроек. После выбора первой настройки ("auto") предельное значение диапазона изменится автоматически в соответствии с уровнем напряжения. Вторая настройка ("locked") фиксирует текущий предел диапазона. Последующие изменения уровня напряжения затем измеряются с пределом диапазона.
 В режиме Levsine имеется шесть пределов диапазона: 10 мВ, 40 мВ, 100 мВ, 400 мВ, 1,3 В и 5,5 В. При настройке на "auto" Калибратор использует вашу настройку напряжения, чтобы автоматически установить предел диапазона, который обеспечивает наиболее точный выход. При установке "locked" предел диапазона остается фиксированным, и в пределах любого диапазона можно понизить напряжение до минимума.
 Например, если предел диапазона равен 40 мВ и вы записываете 5 мВ с выбранной "auto", Калибратор автоматически меняет предел диапазона до 10 мВ, а выход до 5 мВ с диапазона 10 мВ. Если же начать с установки значения "locked" для диапазона 40 мВ и задать 5 мВ, то Калибратор выведет 5 мВ в диапазоне 40 мВ.

По умолчанию для установки диапазона выбрана настройка "auto", которая должна быть неизменной, за исключением случаев устранения ошибок вертикального усиления вашего осциллографа. Установка диапазона переходит в режим "auto" при выходе из режима Levsine.

- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме levsine. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки.

Развертка через диапазон частот

При изменении частоты методом развертки частота выходного синусоидального сигнала меняется в определенном диапазоне частот. Данная функция позволяет идентифицировать частоту, на которой сигнал осциллографа показывает особое поведение. На осциллографе быстро отображается частота характеристика. Прежде чем начать эту процедуру, убедитесь в том, что вы находитесь в меню MORE OPTIONS, а на дисплее осциллографа выводится синусоида.

Для развертки по частотам выполните следующую процедуру:

1. Убедитесь в том, что выходной сигнал показывает начальную частоту. Если нет, то введите начальную частоту; затем нажмите .
2. Переведите FREQ CHANGE в положение "sweep". Переключите RATE на "100 кГц", если хотите наблюдать очень медленную развертку по небольшому диапазону.
3. Введите конечную частоту; затем нажмите . После нажатия сигнал развертывается по частотам между двумя введенными вами значениями и на дисплее управления появляется меню развертки, показанное ниже.
4. Можно установить развертку сигнала по всему диапазону или остановить развертку, если требуется записать частоту в определенной точке.

Чтобы прервать развертку, нажмите функциональную клавишу под HALT SWEEP. Текущая частота появится на дисплее выхода, а на дисплее управления вновь появится меню MORE OPTIONS.

Примечание

При нажатии HALT SWEEP и прерывании частотной развертки, метод FREQ CHANGE меняется на "jump."

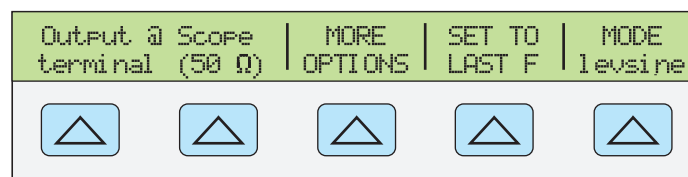
5. Если необходимо, повторите процедуру. Если, например, установлена быстрая развертка, можно просмотреть определенную частоту с помощью медленной развертки по подпространству диапазона предыдущей частоты.

Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа

Эта процедура отбора, которая проверяет частотный отклик на осциллографе, обычно проводится после проверки импульсного отклика.

Данная процедура проверяет пропускную способность путем нахождения для осциллографа частоты, соответствующей точке -3 дБ. Эталонная синусоида в этой процедуре имеет амплитуду из 6 делений, и таким образом точка -3 дБ может быть найдена, когда амплитуда падает до деления 4,2.

До начала выполнения этой примерной процедуры проверьте, чтобы осциллограф работал в режиме Levsine. Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню, см. ниже.

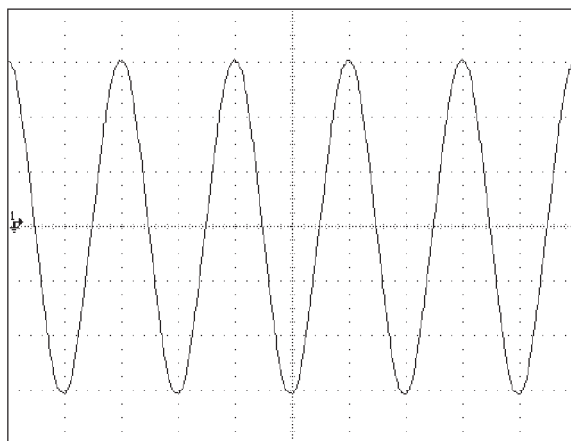


gjh058.eps

Чтобы калибровать частотный отклик, проделайте следующую процедуру отбора.

1. Нажмите клавишу **OPR** на 5502A, чтобы переподключить сигнал. Выберите полное сопротивление $50\ \Omega$ или используйте внешнее прерывание $50\ \Omega$ непосредственно на входе осциллографа.
2. Настройте установки синусоиды на дисплее выхода. Рекомендованные настройки калибровки приведены в руководстве пользователя осциллографом. Например, для осциллографа HP 54522C начните со значения 600 мВ при 1 МГц. Для записи 600 мВ, нажмите **6** **0** **0** **μ mV**; затем нажмите **ENTER**.
3. Выполните необходимые настройки осциллографа. Синусоида должна появиться точно в шести делениях, ампл., как показано ниже.

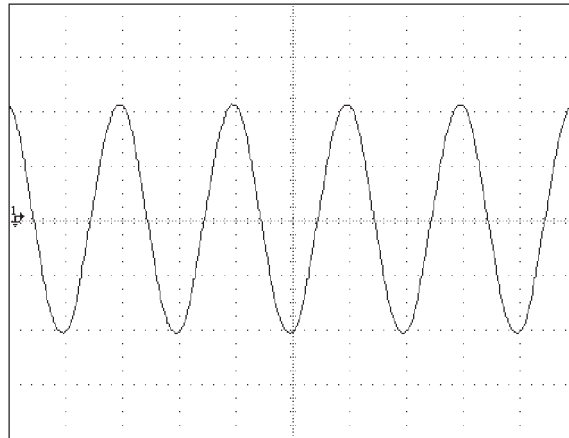
При необходимости проведите небольшие настройки в амплитуде напряжения, чтобы волна соответствовала шести делениям. Для подстройки напряжения нажмите **EDIT FIELD**, чтобы вывести курсор на дисплей выхода, сдвиньте курсор с помощью кнопки **◀** и вращайте ручку, чтобы настроить значение.



g10091.bmp

4. Поднимите частоту до 400 МГц (для инструментов на 500 МГц) или 500 МГц (для инструментов на 600 МГц). Для записи 400 МГц, нажмите **4** **0** **0** **M** **Hz**; затем нажмите **ENTER**.
5. Медленно продолжайте повышать частоту, пока форма колебания сигнала не сократится до 4,2 делений, как показано ниже.

Для медленного повышения частоты выполните точную настройку с помощью поворотной кнопки. Для этого нажмите кнопку **EDIT FIELD**, чтобы вывести курсор на дисплей выхода. Затем снова нажмите **EDIT FIELD**, чтобы поместить курсор в поле частоты, и при помощи клавиш **◀** и **▶** переместите его к символу, который требуется изменить. Поверните кнопку, чтобы изменить значение. Продолжайте вносить в частоту небольшие изменения, пока сигнал не упадет до 4,2 делений. На 4,2 делениях сигнал представляет собой частоту, которая соответствует точке -3 дБ, см. ниже.



gl010i.bmp

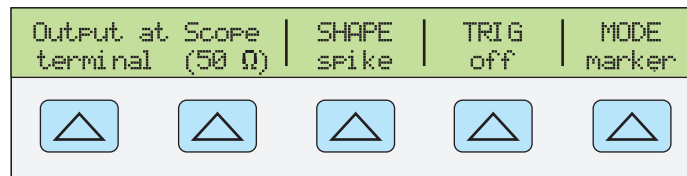
6. Нажмите **STBY** для удаления входящего сигнала.
7. Выполните процедуру для остальных каналов на вашем осциллографе.

Калибровка временной развертки осциллографа

Горизонтальное отклонение (временная развертка) осциллографа калибруется с помощью метода, эквивалентного калибровке вертикального усиления. Сигнал маркера времени генерируется из Калибратора, а пиковые значения сигнала выравниваются по делениям сетки на осциллографе.

Функция маркера времени

Функция маркера времени, которая доступна в меню MARKER, позволяет калибровать временной отклик вашего осциллографа. Чтобы войти в меню функции MARKER, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не высветится индикация "marker".



gjh060.eps

Нажмите функциональную клавишу MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню SCOPE.

Каждый пункт в меню маркера описывается ниже.

- **Клемма OUTPUT @ SCOPE (50Ω)** Отмечает расположение выхода сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **SHAPE** Показывает тип формы колебаний сигнала. В зависимости от настройки частоты возможны варианты: синусоидальная, острая, прямоугольная (прямоугольная волна продолжительности включения 50 %) и sq20% (прямоугольная волна продолжительности включения 20 %). Обратите внимание на то, что варианты, доступные в меню SHAPE, зависят от выбранного периода маркера (частоты), как показано далее:

Выбор	Период (частота)
Синусоида	10 нс – 2 нс (100 МГц – 500 МГц)
Острая	5 с – 20 нс (0,2 Гц – 50 МГц)
Прямоугольная	5 с – 10 нс (0,2 Гц – 100 МГц)
Sq20%	20 мс – 100 нс (50 кГц – 10 МГц)

- **TRIG** Если вы применяете внешний триггер, используйте эту кнопку для перемещения по настройкам триггера. Доступные настройки пусковых импульсов: откл., /1 (пусковой сигнал появляется на каждом маркере), /10 (пусковой сигнал появляется на каждом десятом маркере) и /100 (пусковой сигнал появляется на каждом сотом маркере). Триггер можно также включать и отключать. Нажмите клавишу TRIG OUT.
- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме Marker. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки осциллографа.

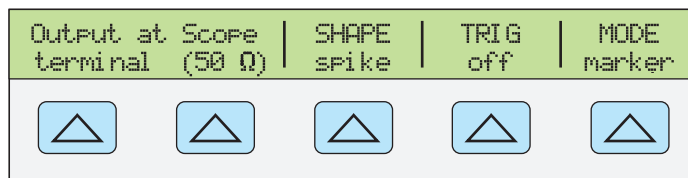
Значения маркера по умолчанию - 1,000 мс, SHAPE = пик.

С помощью клавиш **MULT** и **DIV** можно пошагово выбирать значения напряжения, используя значения кардинальных точек осциллографа в последовательности 1-2-5. Например, если период равен 1,000 мс, нажатие **MULT** увеличивает период до ближайшей кардинальной точки, равной 2,000 мс. Нажатием **DIV** напряжение будет понижено до ближайшей кардинальной точки 500 мкс.

Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа

Эта процедура отбора использует функцию маркера времени для проверки горизонтального отклонения (временной развертки) вашего осциллографа. Рекомендованные значения временной развертки приведены в руководстве пользователя осциллографом.

Прежде чем начать процедуру, убедитесь в том, что находитесь в режиме маркера. Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню, см. ниже.



gjh060.eps

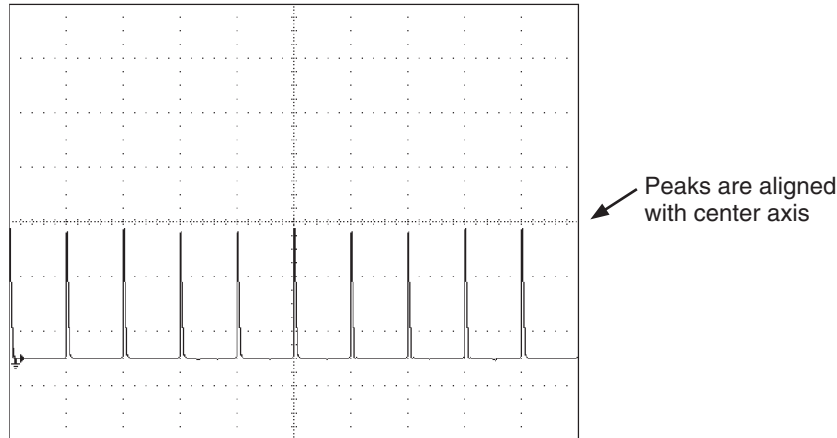
Чтобы калибровать временную развертку, проделайте следующую процедуру отбора.

1. Подключите Калибратор к каналу 1 на осциллографе. Выберите полное сопротивление 50 Ω или используйте внешнее прерывание 50 Ω. Убедитесь в том, что осциллограф связан по постоянному току.
2. Примените значение маркера времени. Рекомендованные настройки калибровки приведены в руководстве пользователя осциллографом. Например, для записи 200 нс, нажмите **2** **0** **0** **SHIFT** **n** **k** **SHIFT** **Hz**, затем нажмите **ENTER**.

Примечание

Эквивалентную частоту можно записать как альтернативную значению маркера времени. Например, можно записать 5 МГц для 200 нс.

3. Установите временную развертку осциллографа на 10 маркеров времени. Маркеры времени должны совпадать с делениями осциллографа, как показано в примере ниже.
 Для точного определения, выровняйте пиковые значения сигнала по центру горизонтальной оси.



gok073.eps

4. Повторите эту процедуру для всех значений маркера времени, рекомендованных для вашего осциллографа. По необходимости повторите эту процедуру для цифрового и аналогового режимов. При калибровке в аналоговом режиме на некоторых осциллографах может возникнуть необходимость изменения увеличения.
5. Нажмите для удаления входящего сигнала.

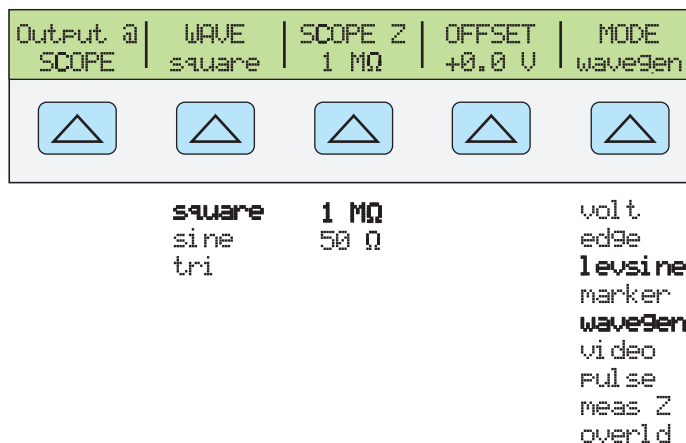
Проверка модуля триггера SC600

Осциллограф может служить триггером для срабатывания различных форм сигнала. Данную функцию можно проверить генератором колебаний. При использовании генератора колебаний выполняется передача прямоугольного, синусоидального или пилообразного сигнала, а для тестирования возможностей запуска при различных уровнях можно выбирать различные значения полного сопротивления на выходе, смещения и напряжения.

Примечание

Генератор колебаний не следует использовать для проверки точности вашего осциллографа.

Перейти к генератору колебаний можно через меню Wavegen, показанное ниже. Чтобы войти в меню этой функции, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не высветится "wavegen".



gjh061.eps

Нажмите функциональную клавишу MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

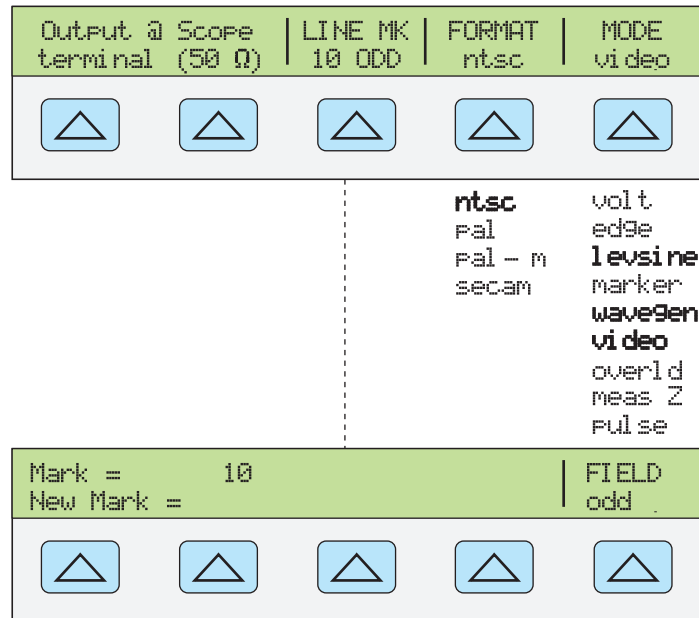
Далее описывается каждый пункт в меню Wavegen.

- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **WAVE** Пролистывание списка из трех доступных типов форм сигнала. Для выходного сигнала можно выбрать любую форму сигнала – прямоугольную, синусоидальную или пилообразную.
- **SCOPE Z** Переключает настройку выходного полного сопротивления Калибратора между 50 Ω и 1 MΩ.
- **OFFSET** Отображает смещение данного колебания. Чтобы изменить значение смещения, введите новое значение и нажмите **ENTER**. Поворотная кнопка не меняет смещение. Поворотная кнопка меняет выход напряжения.

При изменении значения смещения необходимо не выходить за определенные пределы во избежание срезания пиков. Ограничение определяется межпиковым значением сигнала. В частности, максимальное отклонение от пиков равно сумме смещения и половины межпикового значения формы сигнала. Прочтите раздел "Характеристики генератора колебаний" в начале этой главы.

- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме Wavegen. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки осциллографа.

Проверка триггеров видео



gjh062.eps

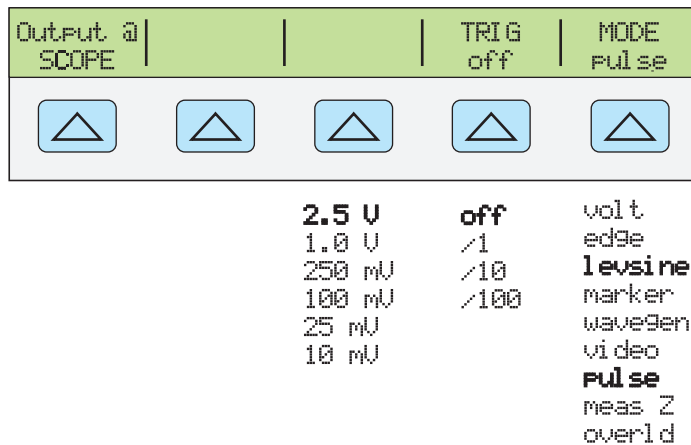
Нажмите функциональную клавишу MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

Далее описывается каждый пункт в меню Video.

- **Клемма OUTPUT @ SCOPE (50Ω)** Отмечает расположение выхода сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **LINE MK** Выбор номера строки маркера. Для форматов NTSC и PAL-M можно также выбирать поле ("четное" или "нечетное"). Для форматов PAL и SECAM поле "ODD" или "EVEN" выбирается автоматически в зависимости от номера маркера строки.
- **FORMAT** Пролистывает перечень доступных форматов. Из этого перечня можно выбрать формат NTSC, PAL, PAL-M и SECAM.
- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме VIDEO. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки осциллографа.

Настройки видео по умолчанию +100 %, формат = NTSC, видеометка = 10.

Проверка захвата импульса



gjh063.eps

Нажмите функциональную клавишу MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

Далее описывается каждый пункт в меню PULSE.

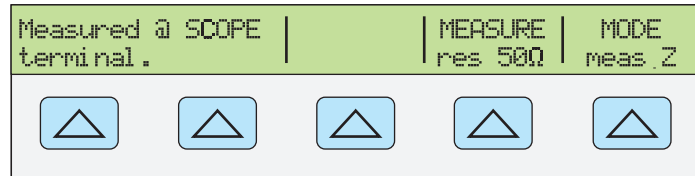
- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **AMPL** Показывает выходной уровень. Можно выбрать любое из следующих значений: 2.5 V, 1.0 V, 250 mV, 100 mV, 25 mV или 10 mV.
- **TRIG** Если вы применяете внешний триггер, используйте эту кнопку для перемещения по настройкам триггера. Доступные настройки пусковых импульсов: откл., /1 (пусковой сигнал появляется на каждом маркере), /10 (пусковой сигнал появляется на каждом десятом маркере) и /100 (пусковой сигнал появляется на каждом сотом маркере). Триггер можно также включать и отключать. Нажмите **OUT**.
- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме PULSE. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

По умолчанию выбрана ширина импульса 100,0 нс и период импульса 1,000 мс. Изменить эти значения можно различными способами. Обычно вводятся новые значения ширины и периода импульса. Для этого сначала введите значение ширины импульса и единицы, затем сразу же введите значение периода и единицы, после чего введите **ENTER**. Например, введите ширину импульса 50 нс и период 200 нс в следующей последовательности:

5 0 SHIFT n k SHIFT sec Hz 2 0 0 SHIFT n k SHIFT sec Hz ENTER.

Чтобы изменить только ширину импульса, введите новое значение в секундах. Это значение можно записать с единицами (например, 200 нс) или без них (например, 0,0000002). Чтобы изменить только период, запишите частоту с единицами (например, 20 МГц, период изменится на 50 нс).

Измерение входного сопротивления и емкости



res 50Ω
res 1MΩ
cap
volt
edge
levsine
marker
wavegen
video
pulse
meas_Z
overld

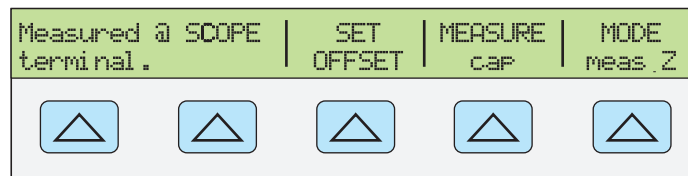
gjh064.eps

Нажмите функциональную клавишу MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

Далее описывается каждый пункт меню измерения полного сопротивления и емкости (Impedance/Capacitance (MEAS Z)).

- **Клемма @ SCOPE** Отмечает расположение измеренного входного сигнала.
- **MEASURE** Указывает тип тестирования. Можно выбрать res 50 Ω или res 1 MΩ (для полного сопротивления) или cap (для емкости).
- **MODE** Показывает, что Калибратор находится в режиме MEAS Z. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

Если выбрано измерение емкости, появится следующее меню:



CLEAR
OFFSET

gjh065.eps

- **SET OFFSET** Если кабель отключен от осциллографа, но подключен на Калибраторе, нажмите кнопку **SET OFFSET**, чтобы отменить измерения емкости Калибратора и кабеля. Повторно нажмите (**CLEAR OFFSET**), чтобы отменить ввод значений смещения.

Измерение входного полного сопротивления

Оставаясь в выбранном режиме MEAS Z, выполните следующую процедуру измерения входного полного сопротивления осциллографа:

1. С помощью функциональной кнопки MEASURE выберите значение "res 50Ω" или "res 1 MΩ".
2. Подключите клемму SCOPE на Калибраторе к Каналу 1 на осциллографе.
3. Нажмите кнопку **OPR**, чтобы начать измерение.

Измерение входной емкости

Оставаясь в выбранном режиме MEAS Z, выполните следующую процедуру

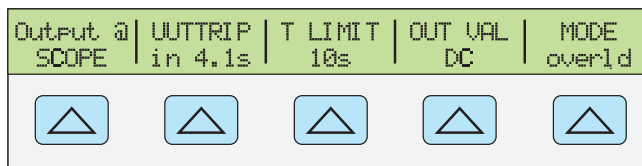
измерения входной емкости осциллографа:

1. Настройте осциллограф на входное полное сопротивление 1 МΩ. Обратите внимание, что тестирование входной емкости невозможно при входном полном сопротивлении 50 Ω.
2. Выберите "cap" с помощью кнопки MEASURE.
3. Если выходной кабель подключен к Калибратору, но не подключен к осциллографу, нажмите кнопку SET OFFSET, чтобы отменить эффект паразитных емкостей.
4. Подключите выходной кабель к каналу 1 на осциллографе.
5. Нажмите кнопку , чтобы начать измерение.

Проверка защиты от перегрузки

⚠ Предостережение

При выполнении этого теста проверяются возможности осциллографа в управлении мощностью при значении на входе 50 Ω. Перед продолжением убедитесь, что номинальной мощности вашего осциллографа будет достаточно для подачи напряжения и тока, необходимые для выполнения теста. Если номинальной мощности недостаточно, это может привести к выходу осциллографа из строя.



DC
AC
volt
edge
levsine
marker
wavegen
video
pulse
meas Z
overld

gjh066.eps

Нажмите функциональную клавишу **MODE**, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите , чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

Далее описывается каждый пункт в меню OVERLD.

- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала.
- **UUTTRIP** Показывает результаты теста. Если защита от перегрузки не была обеспечена в течение выбранного временного предела, отображается индикация "NO". Если защита от перегрузок сработала в течение временного предела, отображается время в секундах (напр., "4.1s").
- **T LIMIT** показывает выбранный лимит времени, применяемый к выходному значению. Нажмите эту кнопку, чтобы ввести новое или исправить текущее значение временного предела (от 1 с до 60 с.)
- **OUT VAL** Показывает тип выходного напряжения. Можно выбрать тип DC (постоянное) или AC (переменное), а также любое значение в пределах от 5 В до 9 В (на дисплее выходных значений). Введите новое или отредактируйте текущее значение.
- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме OVERLD (Перегрузка). Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

По умолчанию выбраны настройки перегрузки +5,000 В и DC.

Также можно задать временной предел перегрузки нажатием кнопок **SETUP**, **INSTMT SETUP**, **OTHER SETUP**, **TLIMDEF**, затем выбрать значение от 1 с до 60 с.

Выполните следующую процедуру для тестирования защиты от перегрузки у осциллографа:

1. Подключите Калибратор к каналу 1 на осциллографе.
2. Выберите тип напряжения (DC или AC) функциональной клавишей OUT VAL.
3. Введите значение уровня напряжения. (Значение по умолчанию равно 5 В).
4. При необходимости измените значение продолжительности. (См. приведенное выше описание процедуры.) По умолчанию задана продолжительность в 10 с.
5. Проверьте результаты теста нажатием кнопки UUTTRIP.

Дистанционные команды и запросы

Данный раздел описывает команды и запросы, которые используются специально для модуля SC600. В описании каждой команды указывается, может ли она использоваться с удаленными интерфейсами IEEE-488 и RS-232, а также указывается, является ли данная команда Sequential, Overlapped или Coupled.

Возможность использования с интерфейсами IEEE-488 (GPIB) и RS-232

Для каждой команды и запроса имеется поле с флажком, указывающее на возможность использования для удаленного обмена данными через интерфейсы IEEE-488 (интерфейсная шина общего назначения или GPIB) и RS-232.

Последовательные команды Команды, исполняемые немедленно после их появления в потоке данных, называются последовательными командами. Дополнительную информацию см. в разделе «Последовательные команды» Главы 5.

Перекрывающиеся команды Команды SCOPE, TRIG и OUT_IMP называются перекрывающимися, поскольку их исполнение может преждевременно прерываться (перекрываться) следующей командой. В случае прерывания исполнения перекрывающейся команды может потребоваться больше времени на ее завершение, поскольку она ожидает запуска других команд. Во избежание прерывания перекрывающейся команды в процессе ее исполнения используйте команды *OPC, *OPC?, или *WAI, что предотвращает прерывания, пока не будет зарегистрировано выполнение команды. Дополнительную информацию см. в разделе «Перекрывающиеся команды» Главы 5.

Связанные команды SCOPE и OUT_IMP называются связанными командами, так как их можно связывать (объединять) с другими командами и создавать последовательности команд. Следует предпринимать меры безопасности, чтобы убедиться, что команды не перекрываются, т.к. в этом случае они могут отключить друг друга и это может привести к сбою. Дополнительную информацию см. в разделе «Связанные команды» Главы 5.

Общие команды

В Таблице 9–1 представлен перечень параметров команды Scope.

Таблица 9–1. Параметры команды SCOPE

Параметр	Описание/пример
OFF	Отключение аппаратной части осциллографа. Программирование выходных значений 0 В, 0 Гц на клеммах NORMAL, в режиме ожидания.
VOLT	Режим переменного и постоянного напряжения (VOLT) осциллографа. Программирует 20 мВ межпикового значения, 1 кГц, выход на SCOPE BNC, полное выходное сопротивление 1 МΩ, режим ожидания, если из состояния OFF, или если до этого находился в режиме ожидания. FUNC? Отображает SACV (для перем. тока) или SDCV (для пост. тока).
	Пример: SCOPE VOLT; OUT 4 V, 1 kHz (перем. напряжение, 4 В межпиковое значение, 1 кГц.)

Таблица 9–1. Параметры команды SCOPE (продолж.)

Параметр	Описание/пример
EDGE	Режим фронта (EDGE) осциллографа. Программирует 25 мВ ампл., 1 МГц, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из ВЫКЛ. или ранее в режиме ожидания. FUNC? показывает EDGE.
	Пример: SCOPE EDGE; OUT 0.5 V, 5 kHz (Фронт, 0.5 В межпиковое, 5 кГц)
LEVSINE	режим осциллографа LEVSINE. Программирует 30 мВ ампл., 50 кГц, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из ВЫКЛ. или ранее в режиме ожидания. FUNC? показывает LEVSINE.
	Пример: SCOPE LEVSINE; OUT 1 V, 50 kHz (Сглаженная синусоида, 1 В межпиковое, 50 кГц.)
MARKER	Режим маркера (MARKER) осциллографа. Программируется период до 1 мс, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из ВЫКЛ. или ранее в режиме ожидания. FUNC? показывает MARKER.
	Пример: SCOPE MARKER; OUT 2 MS (Маркер, период 2 мс.)
WAVEGEN	Режим WAVEGEN осциллографа. Программирует 20 мВ межпикового значения, прямоугольная волна, 1 кГц, без смещения, полное выходное сопротивление 1 МΩ режим ожидания, если из состояния ВЫКЛ. или если до этого находился в режиме ожидания. FUNC? показывает WAVEGEN.
	Пример: SCOPE WAVEGEN; OUT 1 V, 1 kHz (Генератор колебаний, 1 В межпиковое значение, 1 кГц.)
VIDEO	Режим VIDEO осциллографа. Программирует 100% выход (1 В p-p), маркер строки 10, формат NTSC. FUNC? показывает VIDEO.
	Примеры: SCOPE VIDEO; OUT 90 (видео, 90% выход) SCOPE VIDEO; OUT -70 (Видео, -70% выход, инвертированное видео)
PULSE	Режим PULSE осциллографа. Программирует ширину импульса 100 нс, период 1,000 мкс, диапазон 2,5 В. FUNC? показывает PULSE.
	Пример: SCOPE PULSE; OUT 50 ns, 500 ns; RANGE TP8DB (Импульс, ширина импульса 50 нс, период 500 нс, диапазон 1,5 В).
MEASZ	Режим измерения полного сопротивления/емкости (MEAS Z). Программирует диапазон 50Ω. FUNC? показывает MEASZ.
	Пример: SCOPE MEASZ; RANGE TZCAP (режим MEAS Z, диапазон емкостей)
OVERLD	Режим Overload осциллографа. Программирует диапазон 5 В переменного тока. FUNC? показывает OVERLD.
	Пример: SCOPE OVERLD; OUT 7 V; RANGE TOLAC (Перегрузка, выход 7 В, диапазон перем. тока)

SCOPE

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Программирует аппаратную часть модуля калибровки осциллографов SC600, если установлен. Настройки этого прибора определяются параметром этой команды. На выходя из режима SCOPE, запрограммируйте новое выходное значение с помощью команды OUT.

OPER, STBY, *OPC, *OPC? и *WAI функционируют, как описано в главе 6. Состояние выходного сигнала осциллографа в режиме SCOPE определяется битом в команде ISR, присваиваемым команде SETTLED.

В результате выполнения запроса FUNC? запросы отображают SDCV, SACV, LEVSINE, MARKER, EDGE и WAVEGEN для соответствующих режимов осциллографа.

Параметры:	OFF	Отключает аппаратную часть осциллографа. Программирование выходных значений 0 В, 0 Гц на клеммах NORMAL, в режиме ожидания.
	VOLT	Режим пер.тока и пост. тока осциллографа. Программирует 20 мВ межпикового значения, 1 кГц, выход на SCOPE BNC, полное выходное сопротивление 1 МΩ режим ожидания, если из состояния OFF. или если до этого находился в режиме ожидания.
	EDGE	Режим фронта (Edge) осциллографа. Программирует 25 мВ ампл., 1 кГц, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из Выхл. или ранее в режиме ожидания.
	LEVSINE	Режим сглаженной синусоиды осциллографа. Программирует 30 мВ ампл., 50 кГц, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из Выхл. или ранее в режиме ожидания.
	MARKER	Режим маркера осциллографа. Программируется период до 1 мс, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из OFF. или ранее в режиме ожидания.
	WAVEGEN	Режим Wavegen осциллографа. Программирует 20 мВ межпикового значения, прямоугольная волна, 1 кГц, без смещения, полное выходное сопротивление 1 МΩ режим ожидания, если из состояния OFF. или если до этого находился в режиме ожидания.
	VIDEO	Режим осциллографа триггера видео. Программирует 100 % вывод; ntsc формат, маркер строки 10, нечетное поле.
	PULSE	Режим PULSE осциллографа. Программирует импульсы шириной 100 наносекунд каждую 1 микросекунду.
	MEASZ	Режим осциллографа измерения полного сопротивления.
	OVERLD	Режим осциллографа проверки перегрузки. Программирует выход 5 В пост.тока с временным пределом 10 секунд.

Пример:	SCOPE VOLT;	OUT -2V, 0 Hz	(пост. напряжение, -2 В)
		SCOPE VOLT; OUT 4V, 1 kHz	(пер. ток, 4 В ампл., 1 кГц)
	SCOPE EDGE;	OUT 0.5V, 5 kHz	(Фронт, 0.5 В ампл., 5 кГц.)
	SCOPE LEVSINE;	OUT 1V, 20 kHz	(Сглаженная синусоида, 2 В межпиковое, 20 кГц.)
		SCOPE MARKER; OUT 2 MS	(период маркера в 2 мс)

SCOPE WAVEGEN; OUT 1V, 1 kHz	(Генератор колебаний, 1 В межпиковое, 1 кГц.)
SCOPE VIDEO; OUT 100PCT	(Триггер видео; 100% амплитуда)
SCOPE PULSE; OUT 100NS,1US	(Импульсный выход, импульсы шириной 100 нс каждую микросекунду)
SCOPE MEASZ	(режим измерения полного сопротивления)
SCOPE OVERLD; OUT 5V	(режим проверки перегрузки; выход 5 В)

SCOPE?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Отображает текущие режим работы осциллографа. Возвращает OFF , если осциллограф выключен.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Отображает В Ы К Л ., VOLT, EDGE, LEVSINE, MARKER, WAVEGEN, VIDEO, PULSE, MEASZ и л и OVERLD.)

TRIG

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Программирует BNC выходного сигнала триггера осциллографа.

Параметры: OFF (Возвращает отключенное состояние триггера.)

DIV1 Включает выход триггера. Частота та же, что и у сигнала на выходе SCOPE.)

DIV10 Включает выход триггера. Частота равна 1/10 сигнала на выходе SCOPE.)

DIV100 Включает выход триггера. Частота равна 1/100 сигнала на выходе SCOPE.)

TRIG?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Отображает выходную настройку триггера осциллографа.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Возвращает OFF, DIV1, DIV10 или DIV100.)

OUT_IMP

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Программирует выходное полное сопротивление осциллографа.

Параметры: Z50 (Программирует выходное полное сопротивление на уровне 50 Ω для осциллографа.)

Z1M (Программирует выходное полное сопротивление на уровне 1 Ω для осциллографа.)

OUT_IMP?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Отображает настройку выходного полного сопротивления осциллографа.

Параметры: (Нет)

RANGE

Программирует диапазон прибора в режимах PULSE, MEAS Z и OVERLD.

Параметры:	TP0DB	Устанавливает диапазон до 2,5 В в импульсном режиме.
	TP8DB	Устанавливает диапазон до 1,0 В в импульсном режиме.
	TP20DB	Устанавливает диапазон до 250 мВ в импульсном режиме.
	TP28DB	Устанавливает диапазон до 100 мВ в импульсном режиме.
	TZ50OHM	Устанавливает полное сопротивление до 50 Ω в режиме Meas Z.
	TZ1MOHM	Устанавливает полное сопротивление до 1 М Ω в режиме Meas Z.
	TZCAP	Устанавливает полное сопротивление до уровня "cap" в режиме Meas Z.
	TOLDC	Задаёт для прибора тип напряжения DC в режиме Overload.
	TOLAC	Устанавливает полному сопротивлению тип напряжения AC в режиме Overload.

Пример: RANGE TP20DB

Команды функции Edge

TDPULSE

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Включает/выключает настройку генератора туннельного диода в режиме EDGE.

Параметры: ON (или ненулевое значение) или OFF (либо ноль)

Пример: TDPULSE ON

Отображает настройку генератора туннельного диода в режиме EDGE.

Параметры: (Нет)

Отклик: 1 если ON, 0 если OFF.

Команды функции Marker

TMWAVE

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Выбирает форму сигнала в режиме MARKER.

Параметры:	SINE	Синусоида (от 2 нс до 15 нс)
	SPIKE	Треугольный/пилообразный импульс (от 15 нс до 5 с)
	SQUARE	Прямоугольный сигнал (время включения 50%) (от 4 нс до 5 с)
	SQ20PCT	Прямоугольный сигнал (время включения 20%) (от 85 нс до 5 с)

Пример: TMWAVE SPIKE

TMWAVE?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Показывает настройку режима формы сигнала MARKER.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Отображает SINE, SPIKE, SQUARE или SQ20PCT.)

Команды функции Video**VIDEOFMT**

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Выбирает формат режима VIDEO.

Параметры: NTSC, PAL, PALM (для PAL-M) или SECAM

Пример: VIDEOFMT SECAM

VIDEOFMT?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Отображает формат в режиме VIDEO.

Параметры: (Нет)

Отклик: NTSC, PAL, PALM (для PAL-M) или SECAM

VIDEOMARK

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Программирует местоположение отметки на линии развертки в режиме VIDEO.

Параметры: Номер маркера строки.

Пример: VIDEOMARK 10

VIDEOMARK?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Отображает местоположение отметки на линии развертки в режиме VIDEO.

Параметры: Нет.

Отклик: <character> SINE, SPIKE, SQUARE или SQ20PCT

Команды функции Overload**OL_TRIP?**

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Отображает обнаруженное состояние защиты осциллографа от перегрузки.

Параметры: (Нет)

Отклик: Отображает число секунд до срабатывания защиты. Отображает 0, если защита не сработала, либо если режим OVERLD неактивен.

TLIMIT

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Задаёт временной предел OPERATE для сигнала в режиме OVERLD. Калибратор автоматически возвращается в состояние STANDBY, если защита UUT срабатывает в течение этого интервала, либо в конце этого интервала, если защита не сработала.

Параметры: от 1 до 60 (секунд)

Пример: TLIMIT 30

TLIMIT?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)
Отображает временной предел OPERATE для сигнала в режиме OVERLD.
Отклик: <Integer> Временной предел в секундах.

TLIMIT_D

(IEEE-488, RS-232, последовательная)
Задаёт временной предел OPERATE по умолчанию для сигнала в режиме OVERLD.
Параметры: от 1 до 60 (секунд)
Пример: TLIMIT_D 15

TLIMIT_D?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)
Показывает временной предел перегрузки по умолчанию.
Отклик: <Integer> Заданный по умолчанию временной предел в секундах.

Команды функции полного сопротивления/емкости

ZERO_MEAS

(IEEE-488, RS-232, последовательная)
Задаёт смещение нуля для текущего результата измерения емкости.
Параметры: (boolean) ON или OFF.

***TRG**

(IEEE-488, RS-232, последовательная)
Отправляет сигнал триггера и показывает новое значение измерения полного сопротивления при использовании с модулем SC600 в режиме MEAS Z. (Примеры использования команды *TRG во всех случаях, кроме режима MEAS Z, для модуля SC600 см. в Главе 6.)
Отклики: <измеренное значение>, OHM(значение входного полного сопротивления в омах)
<измеренное значение>, F (значение входной емкости в фарадах)
<измеренное значение>, NONE (измерения недоступны)
Пример: *TRG отображает 1.00E+03,OHM (1 кΩ полного входного сопротивления).

Примечание

*Можно также использовать запрос VAL? для получения измеренного значения полного сопротивления с помощью модуля SC600. VAL? отображает последнее измеренное значение, в то время как *TRG выдает новое измеренное значение. Отклики совпадают с откликами для команды *TRG, представленными выше. (Информацию по использованию запроса VAL? для измерений термпар см. в Главе 6.)*

Проверочные таблицы

Проверочные точки проверки приводятся здесь в качестве руководства на случай необходимости ежегодной повторной проверки.

Таблица 9-2. Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC600

(выходное сопротивление 1 МΩ, если не указано иное)			
Номинальное значение (В, пост.тока)	Измеренное значение (В, пост.тока)	Отклонение (В, пост.тока)	1-годовые тех. х-ки (В, пост.тока)
0			0.00004
0,00125			0,000040625
-0,00125			0,000040625
0,00249			0,000041245
-0,00249			0,000041245
0,0025			0,00004125
-0,0025			0,00004125
0,00625			0,000043125
-0,00625			0,000043125
0,0099			0,00004495
-0,0099			0,00004495
0,01			0,000045
-0,01			0,000045
0,0175			0,00004875
-0,0175			0,00004875
0,0249			0,00005245
-0,0249			0,00005245
0,025			0,0000525
-0,025			0,0000525
0,0675			0,00007375
-0,0675			0,00007375
0,1099			0,00009495
-0,1099			0,00009495
0,11			0,000095
-0,11			0,000095
0,305			0,0001925
-0,305			0,0001925
0,499			0,0002895

**Таблица 9-2. Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC600
(продолж.)**

(выходное сопротивление 1 МΩ, если не указано иное)			
Номинальное значение (В, пост.тока)	Измеренное значение (В, пост.тока)	Отклонение (В, пост.тока)	1-годовые тех. х-ки (В, пост.тока)
-0,499			0,0002895
0,5			0,00029
-0,5			0,00029
1,35			0,000715
-1,35			0,000715
2,19			0,001135
-2,19			0,001135
2,2			0,00114
-2,2			0,00114
6,6			0,00334
-6,6			0,00334
10,99			0,005535
-10,99			0,005535
11			0,00554
-11			0,00554
70,5			0,03529
-70,5			0,03529
130			0,06504
-130			0,06504
6.599 (50 Ω)			0,0165375

Таблица 9-3. Проверка показаний напряжения переменного тока модуля SC600

(выходное сопротивление 1 МΩ, если не указано иное)				
Номинальное значение (В р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,001	1000			0,000041
-0,001	1000			0,000041
0,01	1000			0,00005
-0,01	1000			0,00005
0,025	1000			0,000065
-0,025	1000			0,000065
0,11	1000			0,00015

**Таблица 9-3. Проверка показаний напряжения переменного тока модуля SC600
(продолж.)**

(выходное сопротивление 1 МΩ, если не указано иное)				
Номинальное значение (В р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
-0,11	1000			0,00015
0,5	1000			0,00054
-0,5	1000			0,00054
2,2	1000			0,00224
-2,2	1000			0,00224
11	1000			0,01104
-11	1000			0,01104
130	1000			0,13004
-130	1000			0,13004
6.599 (50 Ω)	1000			0,0165375

Таблица 9-4. Проверка показаний частоты переменного тока модуля SC600

(выходное сопротивление 1 МΩ, если не указано иное)				
Номинальное значение (В р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (Гц)	Отклонение (Гц)	1-годовые тех. х-ки (Гц)
2,1	10			0,000025
2,1	100			0,00025
2,1	1000			0,0025
2,1	10000			0,025

Табл. 9-5. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC600 (выходное полное сопротивление 1 МΩ)

Форма колебания	Номинальное значение (В, р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
прямоугольная	0,0018	1000			0,000154
прямоугольная	0,0119	1000			0,000457
прямоугольная	0,0219	1000			0,000757
прямоугольная	0,022	1000			0,00076
прямоугольная	0,056	1000			0,00178
прямоугольная	0,0899	1000			0,002797
прямоугольная	0,09	1000			0,0028
прямоугольная	0,155	1000			0,00475

Таблица 9-5. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC600 (выходное полное сопротивление 1 МΩ) (продолж.)

Форма колебания	Номинальное значение (В, р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
прямоугольная	0,219	1000			0,00667
прямоугольная	0,22	1000			0,0067
прямоугольная	0,56	1000			0,0169
прямоугольная	0,899	1000			0,02707
прямоугольная	0,9	1000			0,0271
прямоугольная	3,75	1000			0,1126
прямоугольная	6,59	1000			0,1978
прямоугольная	6,6	1000			0,1981
прямоугольная	30,8	1000			0,9241
прямоугольная	55	10			1,6501
прямоугольная	55	100			1,6501
прямоугольная	55	1000			1,6501
прямоугольная	55	10000			1,6501
синусоидальная	0,0018	1000			0,000154
синусоидальная	0,0219	1000			0,000757
синусоидальная	0,0899	1000			0,002797
синусоидальная	0,219	1000			0,00667
синусоидальная	0,899	1000			0,02707
синусоидальная	6,59	1000			0,1978
синусоидальная	55	1000			1,6501
пилообразная	0,0018	1000			0,000154
пилообразная	0,0219	1000			0,000757
пилообразная	0,0899	1000			0,002797
пилообразная	0,219	1000			0,00667
пилообразная	0,899	1000			0,02707
пилообразная	6,59	1000			0,1978
пилообразная	55	1000			1,6501

Табл. 9-6. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC600 (выходное полное сопротивление 50 МΩ)

Форма колебания	Номинальное значение (В, р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
прямоугольная	0,0018	1000			0,000154
прямоугольная	0,0064	1000			0,000292
прямоугольная	0,0109	1000			0,000427
прямоугольная	0,011	1000			0,00043
прямоугольная	0,028	1000			0,00094
прямоугольная	0,0449	1000			0,001447
прямоугольная	0,045	1000			0,00145
прямоугольная	0,078	1000			0,00244
прямоугольная	0,109	1000			0,00337
прямоугольная	0,11	1000			0,0034
прямоугольная	0,28	1000			0,0085
прямоугольная	0,449	1000			0,01357
прямоугольная	0,45	1000			0,0136
прямоугольная	0,78	1000			0,0235
прямоугольная	1,09	1000			0,0328
прямоугольная	1,1	1000			0,0331
прямоугольная	1,8	1000			0,0541
прямоугольная	2,5	10			0,0751
прямоугольная	2,5	100			0,0751
прямоугольная	2,5	1000			0,0751
прямоугольная	2,5	10000			0,0751
синусоидальная	0,0018	1000			0,000154
синусоидальная	0,0109	1000			0,000427
синусоидальная	0,0449	1000			0,001447
синусоидальная	0,109	1000			0,00337
синусоидальная	0,449	1000			0,01357
синусоидальная	1,09	1000			0,0328
синусоидальная	2,5	1000			0,0751
пилообразная	0,0018	1000			0,000154
пилообразная	0,0109	1000			0,000427
пилообразная	0,0449	1000			0,001447

Таблица 9-6. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC600 (выходное полное сопротивление 50 МΩ) (продолж.)

Форма колебания	Номинальное значение (В, р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
пилообразная	0,109	1000			0,00337
пилообразная	0,449	1000			0,01357
пилообразная	1,09	1000			0,0328
пилообразная	2,5	1000			0,0751

Таблица 9-7. Проверка амплитуды сглаженной синусоиды модуля SC600

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,005	50 кГц			0,0004
0,0075	50 кГц			0,00045
0,0099	50 кГц			0,000498
0,01	50 кГц			0,0005
0,025	50 кГц			0,0008
0,039	50 кГц			0,00108
0,04	50 кГц			0,0011
0,07	50 кГц			0,0017
0,099	50 кГц			0,00228
0,1	50 кГц			0,0023
0,25	50 кГц			0,0053
0,399	50 кГц			0,00828
0,4	50 кГц			0,0083
0,8	50 кГц			0,0163
1,2	50 кГц			0,0243
1,3	50 кГц			0,0263
3,4	50 кГц			0,0683
5,5	50 кГц			0,1103

Таблица 9-8. Проверка частоты сглаженной синусоиды модуля SC600

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (Гц)	Отклонение (Гц)	1-годовые тех. х-ки (Гц)
5,5	50 кГц			0,125
5,5	500 кГц			1,25
5,5	5 МГц			12,5
5,5	50 кГц			125
5,5	500 кГц			1250

Таблица 9-9. Проверка гармоник сглаженной синусоиды модуля SC600

Гармоника	Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (дБ)	Отклонение (дБ)	1-годовые тех. х-ки (дБ)
2-я гармоника	0,0399	50 кГц			-33
3+ гармоника	0,0399	50 кГц			-38
2-я гармоника	0,099	50 кГц			-33
3+ гармоника	0,099	50 кГц			-38
2-я гармоника	0,399	50 кГц			-33
3+ гармоника	0,399	50 кГц			-38
2-я гармоника	1,2	50 кГц			-33
3+ гармоника	1,2	50 кГц			-38
2-я гармоника	5,5	50 кГц			-33
3+ гармоника	5,5	50 кГц			-38
2-я гармоника	5,5	100 кГц			-33
3+ гармоника	5,5	100 кГц			-38
2-я гармоника	5,5	200 кГц			-33
3+ гармоника	5,5	200 кГц			-38
2-я гармоника	5,5	400 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	400 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	800 кГц			-33
3+ гармоника	5,5	800 кГц			-38
2-я гармоника	5,5	1 мВ			-33
3+ гармоника	5,5	1 мВ			-38
2-я гармоника	5,5	2 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	2 МГц			-38

Таблица 9-9. Проверка гармоник сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Гармоника	Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (дБ)	Отклонение (дБ)	1-годовые тех. х-ки (дБ)
2-я гармоника	5,5	4 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	4 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	8 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	8 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	10 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	10 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	20 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	20 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	40 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	40 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	80 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	80 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	100 кГц			-33
3+ гармоника	5,5	100 кГц			-38
2-я гармоника	5,5	200 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	200 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	400 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	400 МГц			-38
2-я гармоника	5,5	600 МГц			-33
3+ гармоника	5,5	600 МГц			-38

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,005	50 кГц		н.д.	н.д.
0,005	30 МГц			0,000175
0,005	70 МГц			0,000175
0,005	120 МГц			0,0002
0,005	290 МГц			0,0002
0,005	360 МГц			0,0003
0,005	390 МГц			0,0003
0,005	400 МГц			0,0003

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,005	480 МГц			0,0003
0,005	570 МГц			0,0003
0,005	580 МГц			0,0003
0,005	590 МГц			0,0003
0,005	600 МГц			0,0003
0,0075	50 кГц		н.д.	н.д.
0,0075	30 МГц			0,0002125
0,0075	70 МГц			0,0002125
0,0075	120 МГц			0,00025
0,0075	290 МГц			0,00025
0,0075	360 МГц			0,0004
0,0075	390 МГц			0,0004
0,0075	400 МГц			0,0004
0,0075	480 МГц			0,0004
0,0075	570 МГц			0,0004
0,0075	580 МГц			0,0004
0,0075	590 МГц			0,0004
0,0075	600 МГц			0,0004
0,0099	50 кГц		н.д.	н.д.
0,0099	30 МГц			0,0002485
0,0099	70 МГц			0,0002485
0,0099	120 МГц			0,000298
0,0099	290 МГц			0,000298
0,0099	360 МГц			0,000496
0,0099	390 МГц			0,000496
0,0099	400 МГц			0,000496
0,0099	480 МГц			0,000496
0,0099	570 МГц			0,000496
0,0099	580 МГц			0,000496
0,0099	590 МГц			0,000496
0,0099	600 МГц			0,000496

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,01	50 кГц		н.д.	н.д.
0,01	30 МГц			0,00025
0,01	70 МГц			0,00025
0,01	120 МГц			0,0003
0,01	290 МГц			0,0003
0,01	360 МГц			0,0005
0,01	390 МГц			0,0005
0,01	400 МГц			0,0005
0,01	480 МГц			0,0005
0,01	570 МГц			0,0005
0,01	580 МГц			0,0005
0,01	590 МГц			0,0005
0,01	600 МГц			0,0005
0,025	50 кГц		н.д.	н.д.
0,025	30 МГц			0,000475
0,025	70 МГц			0,000475
0,025	120 МГц			0,0006
0,025	290 МГц			0,0006
0,025	360 МГц			0,0011
0,025	390 МГц			0,0011
0,025	400 МГц			0,0011
0,025	480 МГц			0,0011
0,025	570 МГц			0,0011
0,025	580 МГц			0,0011
0,025	590 МГц			0,0011
0,025	600 МГц			0,0011
0,039	50 кГц		н.д.	н.д.
0,039	30 МГц			0,000685
0,039	70 МГц			0,000685
0,039	120 МГц			0,00088
0,039	290 МГц			0,00088
0,039	360 МГц			0,00166

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,039	390 МГц			0,00166
0,039	400 МГц			0,00166
0,039	480 МГц			0,00166
0,039	570 МГц			0,00166
0,039	580 МГц			0,00166
0,039	590 МГц			0,00166
0,039	600 МГц			0,00166
0,04	50 кГц		н.д.	н.д.
0,04	30 МГц			0,0007
0,04	70 МГц			0,0007
0,04	120 МГц			0,0009
0,04	290 МГц			0,0009
0,04	360 МГц			0,0017
0,04	390 МГц			0,0017
0,04	400 МГц			0,0017
0,04	480 МГц			0,0017
0,04	570 МГц			0,0017
0,04	580 МГц			0,0017
0,04	590 МГц			0,0017
0,04	600 МГц			0,0017
0,07	50 кГц		н.д.	н.д.
0,07	30 МГц			0,00115
0,07	70 МГц			0,00115
0,07	120 МГц			0,0015
0,07	290 МГц			0,0015
0,07	360 МГц			0,0029
0,07	390 МГц			0,0029
0,07	400 МГц			0,0029
0,07	480 МГц			0,0029
0,07	570 МГц			0,0029
0,07	580 МГц			0,0029
0,07	590 МГц			0,0029

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,07	600 МГц			0,0029
0,099	50 кГц		н.д.	н.д.
0,099	30 МГц			0,001585
0,099	70 МГц			0,001585
0,099	120 МГц			0,00208
0,099	290 МГц			0,00208
0,099	360 МГц			0,00406
0,099	390 МГц			0,00406
0,099	400 МГц			0,00406
0,099	480 МГц			0,00406
0,099	570 МГц			0,00406
0,099	580 МГц			0,00406
0,099	590 МГц			0,00406
0,099	600 МГц			0,00406
0,1	50 кГц		н.д.	н.д.
0,1	30 МГц			0,0016
0,1	70 МГц			0,0016
0,1	120 МГц			0,0021
0,1	290 МГц			0,0021
0,1	360 МГц			0,0041
0,1	390 МГц			0,0041
0,1	400 МГц			0,0041
0,1	480 МГц			0,0041
0,1	570 МГц			0,0041
0,1	580 МГц			0,0041
0,1	590 МГц			0,0041
0,1	600 МГц			0,0041
0,25	50 кГц		н.д.	н.д.
0,25	30 МГц			0,00385
0,25	70 МГц			0,00385
0,25	120 МГц			0,0051
0,25	290 МГц			0,0051

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,25	360 МГц			0,0101
0,25	390 МГц			0,0101
0,25	400 МГц			0,0101
0,25	480 МГц			0,0101
0,25	570 МГц			0,0101
0,25	580 МГц			0,0101
0,25	590 МГц			0,0101
0,25	600 МГц			0,0101
0,399	50 кГц		н.д.	н.д.
0,399	30 МГц			0,006085
0,399	70 МГц			0,006085
0,399	120 МГц			0,00808
0,399	290 МГц			0,00808
0,399	360 МГц			0,01606
0,399	390 МГц			0,01606
0,399	400 МГц			0,01606
0,399	480 МГц			0,01606
0,399	570 МГц			0,01606
0,399	580 МГц			0,01606
0,399	590 МГц			0,01606
0,399	600 МГц			0,01606
0,4	50 кГц		н.д.	н.д.
0,4	30 МГц			0,0061
0,4	70 МГц			0,0061
0,4	120 МГц			0,0081
0,4	290 МГц			0,0081
0,4	360 МГц			0,0161
0,4	390 МГц			0,0161
0,4	400 МГц			0,0161
0,4	480 МГц			0,0161
0,4	570 МГц			0,0161
0,4	580 МГц			0,0161

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,4	590 МГц			0,0161
0,4	600 МГц			0,0161
0,8	50 кГц		н.д.	н.д.
0,8	30 МГц			0,0121
0,8	70 МГц			0,0121
0,8	120 МГц			0,0161
0,8	290 МГц			0,0161
0,8	360 МГц			0,0321
0,8	390 МГц			0,0321
0,8	400 МГц			0,0321
0,8	480 МГц			0,0321
0,8	570 МГц			0,0321
0,8	580 МГц			0,0321
0,8	590 МГц			0,0321
0,8	600 МГц			0,0321
1,2	50 кГц		н.д.	н.д.
1,2	30 МГц			0,0181
1,2	70 МГц			0,0181
1,2	120 МГц			0,0241
1,2	290 МГц			0,0241
1,2	360 МГц			0,0481
1,2	390 МГц			0,0481
1,2	400 МГц			0,0481
1,2	480 МГц			0,0481
1,2	570 МГц			0,0481
1,2	580 МГц			0,0481
1,2	590 МГц			0,0481
1,2	600 МГц			0,0481
1,3	50 кГц		н.д.	н.д.
1,3	30 МГц			0,0196
1,3	70 МГц			0,0196
1,3	120 МГц			0,0261

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
1,3	290 МГц			0,0261
1,3	360 МГц			0,0521
1,3	390 МГц			0,0521
1,3	400 МГц			0,0521
1,3	480 МГц			0,0521
1,3	570 МГц			0,0521
1,3	580 МГц			0,0521
1,3	590 МГц			0,0521
1,3	600 МГц			0,0521
3,4	50 кГц		н.д.	н.д.
3,4	30 МГц			0,0511
3,4	70 МГц			0,0511
3,4	120 МГц			0,0681
3,4	290 МГц			0,0681
3,4	360 МГц			0,1361
3,4	390 МГц			0,1361
3,4	400 МГц			0,1361
3,4	480 МГц			0,1361
3,4	570 МГц			0,1361
3,4	580 МГц			0,1361
3,4	590 МГц			0,1361
3,4	600 МГц			0,1361
5,5	50 кГц		н.д.	н.д.
5,5	30 МГц			0,0826
5,5	70 МГц			0,0826
5,5	120 МГц			0,1101
5,5	290 МГц			0,1101
5,5	360 МГц			0,2201
5,5	390 МГц			0,2201
5,5	400 МГц			0,2201
5,5	480 МГц			0,2201
5,5	570 МГц			0,2201

Таблица 9-10. Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600 (продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
5,5	580 МГц			0,2201
5,5	590 МГц			0,2201
5,5	600 МГц			0,2201

Таблица 9-11. Проверка амплитуды фронта модуля SC600

Номинальное значение (В р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,005	1 мВ			0,0003
0,005	10 МГц			0,0003
0,005	100 кГц			0,0003
0,01	100 кГц			0,0004
0,025	100 кГц			0,0007
0,05	100 кГц			0,0012
0,1	100 кГц			0,0022
0,25	100 кГц			0,0052
0,5	100 кГц			0,0102
1	100 кГц			0,0202
2,5	100 кГц			0,0502
2,5	10 МГц			0,0502
2,5	1 мВ			0,0502

Таблица 9-12. Проверка частоты фронта модуля SC600

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (Гц)	Отклонение (Гц)	1-годовые тех. х-ки (Гц)
2,5	1 мВ			0,0025
2,5	10 МГц			0,025
2,5	100 кГц			0,25
2,5	1 мВ			2,5
2,5	10 МГц			25

Таблица 9-13. Проверка времени активности фронта модуля SC600

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (%)	Отклонение (от 50%)	1-годовые тех. х-ки (%)
2,5	1 мВ			5

Таблица 9-14. Проверка времени нарастания фронта модуля SC600

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (с)	Отклонение (нс)	1-годовые тех. х-ки (нс)
0,25	1 мВ			0,3 нс
0,25	100 кГц			0,3 нс
0,25	10 МГц			0,3 нс
0,5	1 мВ			0,3 нс
0,5	100 кГц			0,3 нс
0,5	10 МГц			0,3 нс
1	1 мВ			0,3 нс
1	100 кГц			0,3 нс
1	10 МГц			0,3 нс
2,5	1 мВ			0,3 нс
2,5	100 кГц			0,3 нс
2,5	10 МГц			0,3 нс

Табл. 9-15. Проверка генератора туннельного диода модуля SC600

Номинальное значение (В р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В, р-р)
11	100			0,2202
11	10000			0,2202
55	100			1,1002
55	10000			1,1002
100	100			2,0002
100	10000			2,0002

Таблица 9-16. Проверка генератора маркеров модуля SC600

Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годичные тех. х-ки (с)
5			0,0251 с
2			0,00405 с
0,05			3.75E-06 с
0,02			5E-8
0,01			2.5E-8
1e-7			2.5E-13
5e-8			1.25E-13
2e-8			5E-14
1e-8			2.5E-14
5e-9			1.25E-14
2e-9			5E-15

Таблица 9-17. Проверка периода генератора импульсов модуля SC600

Номинальное значение (В, p-p)	Ширина импульса (с)	Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годичные тех. х-ки (с)
2,5	8E-08	2E-06			5E-12
2,5	0,0000005	0,01			2.5E-08
2,5	0,0000005	0,02			5E-08

Таблица 9-18. Проверка ширины импульса генератора импульсов модуля SC600

Номинальное значение (В, p-p)	Ширина импульса (с)	Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годичные тех. х-ки типичное (с)
2,5	4.0E-09	2.0E-06			6.2E-9
2,5	4.0E-09	2.0E-05			6.2E-9
2,5	4.0E-09	2.0E-04			6.2E-9
2,5	4.0E-08	2.0E-03			4.4E-8

Таблица 9-19. Проверка входного полного сопротивления модуля SC600

Номинальное значение (Ω)	Измеренное значение (Ω)	Отклонение (Ω)	X-ка 1 года (Ω)
40 Ω			0,04 Ω
50 Ω			0,05 Ω
60 Ω			0,06 Ω
600000 Ω			600 Ω
1000000 Ω			1000 Ω
1500000 Ω			1500 Ω

Таблица 9-20. Проверка входного полного сопротивления: Емкость, модуль SC600

Номинальное значение (пФ)	Измеренное значение (пФ)	Отклонение (пФ)	1-годовые тех. х-ки (пФ)
5 пФ			0,75 пФ
29 пФ			1,95 пФ
49 пФ			2,95 пФ

Модуль калибровки осциллографов SC300

Наименование	Страница
Введение	10-3
Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC300	10-4
Характеристики функции напряжения	10-4
Характеристики функции Edge	10-5
Функция сглаженной синусоиды Технические характеристики	10-5
Характеристики функции маркера времени	10-6
Характеристики генератора колебаний	10-6
Характеристики сигнала запуска для функции маркера времени	10-6
Характеристики сигнала запуска для функции фронта	10-6
Подключения осциллографа	10-7
Запуск модуля калибровки осциллографа	10-8
Выходной сигнал	10-8
Настройка выходного сигнала	10-9
Ввод значения	10-9
Настройка значений поворотной кнопкой	10-9
Используйте  и 	10-10
Сброс модуля осциллографа	10-10
Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе	10-11
Функция напряжения	10-11
Меню V/DIV	10-12
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений	10-13
Процедура калибровки амплитуды для осциллографа	10-13
Калибровка импульсного и частотного диапазона на осциллографе	10-14
Функция фронта	10-14
Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа	10-15
Функция сглаженной синусоиды	10-16
Комбинации клавиш для установки частоты и напряжения	10-17
Меню MORE OPTIONS	10-18
Развертка через диапазон частот	10-19
Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа	10-20
Калибровка временной развертки осциллографа	10-22
Функция маркера времени	10-22

Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа	10-23
Тестирование триггера	10-24
Список команд и запросов	10-25
Проверочные таблицы	10-28

Введение

Модуль калибровки осциллографов SC300 (модуль SC300) обладает функциями, которые помогают сохранять точность осциллографа путем проверки и калибровки следующих свойств осциллографа:

- Калибровка и проверка характеристик вертикального отклонения. Функция напряжения (VOLT) позволяет сопоставить усиление по напряжению с сеткой линий на осциллографе.
- Калибровка и проверка переходных импульсных характеристик, проверка точности осциллографических измерений импульсных переходных явлений с помощью функции EDGE.
- Частотная характеристика проверяется путем сличения полосы пропускания с помощью функции сглаженной синусоиды LEVSINE. Вертикальное отклонение проверяется до тех пор, пока на экране осциллографа наблюдается точка -3 дБ.
- Калибровка и проверка горизонтального отклонения осциллографа (временная развертка) с помощью функции маркера времени MARKER. Процедура калибровки похожа на процедуру проверки вертикального отклонения, но только на горизонтальной оси.
- Питание для срабатывания различных форм сигнала проверяется функцией генератора колебаний осциллографа.

Меню, в которых реализованы эти функции, также включают параметры для смены порядка реагирования выходного сигнала на настройки напряжения, частоты и времени. Это обеспечивает контроль над сигналом при калибровке, и дополнительные методы наблюдения свойств сигнала.

Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC300

Эти технические характеристики относятся только к модулю калибровки осциллографа SC300. Общие сведения о Калибраторе 5502A приведены в Главе 1. Характеристики верны для 5502A, эксплуатируемого в условиях, рассмотренных в Главе 1, при прогреве не менее чем в два раза больше времени выключения Калибратора, до 30 минут.

Характеристики функции напряжения

Функция напряжения	Сигнал пост. тока		Прямоугольный сигнал	
	Ко входу 50 Ω	Ко входу 1 МΩ	Ко входу 50 Ω	Ко входу 1 МΩ
Амплитудные характеристики				
Диапазон	от 0 В до ± 2,2 В	от 0 В до ± 33 В	от 1,8 мВ до 2,2 В р-р	От 1,8 мВ до 105 В амп. ^[1]
Разрешение	< 100 В: 4 знака или 10 мкВ, какая бы из величин не была большей <100 мВ: 5 знаков			
Диапазон настройки	Непрерывный ^[1]			
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	± (0,25% от выхода + 100 (В)) ^{[2] [3]}			
Последовательность	1-2-5 (например, 10 мВ, 20 мВ, 50 мВ)			
Частотные характеристики прямоугольного сигнала				
Диапазон	от 10 Гц до 10 кГц			
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	± (25 имп./м настройки + 15 мГц)			
Типичное искажение в пределах 20 с от переднего фронта	< (2% выходного значения+ 100 (В)			
[1] Прямоугольная волна в 1 МΩ – это положительное прямоугольное колебание от 1,8 мВ до 55 В амп. Ее выход – это прямоугольный волнообразный сигнал, который колеблется негативным и позитивными пиковыми значениями с осевой в –10 В. Сигналы от 55 В и 95 В амп. недоступны. [2] Неопределенность нагрузок 50 Ω не включает в себя ошибку входного сопротивления осциллографа. Сигналы прямоугольного колебания ниже 4,5 мВ амп. имеют погрешность в ± (0,25% выхода + 200 мкВ). [3] Сигналы от 95 до 105 В амп. имеют погрешность в 0,5% выхода в частотном диапазоне от 100 Гц до 1 кГц. Типичная погрешность составляет 1,5% от выхода для 95 В до 105 В р-р сигналов в частотном диапазоне от 10 Гц до 100 Гц, и 0,5% выхода в частотном диапазоне от 1 кГц до 10 кГц.				

Характеристики функции Edge

Характеристики фронта на входе с нагрузкой 50 Ω		Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^\circ C$
Амплитуда		
Диапазон (p-p)	от 4,5 мВ до 2,75 В	$\pm(2\% \text{ выходного значения} + 200 \text{ В})$
Разрешение	4 знака	
Диапазон настройки	$\pm 10\%$ вокруг каждого значения последовательности (указанного ниже)	
Последовательность	5 мВ, 10 мВ, 25 мВ, 50 мВ, 100 мВ, 250 мВ, 500 мВ, 1 В, 2,5 В	
Другие характеристики фронта		
Частотный диапазон	от 1 кГц до 1 МГц	$\pm(25 \text{ имп./м настройки} + 5 \text{ мГц})$
Время нарастания импульса	< 400 пс	
Искажение фронта	в пределах 10 нс	< (3% выхода + 2 мВ)
	10-30 нс	< (1% выхода + 2 мВ)
	после 30 нс	< (0,5% выхода + 2 мВ)
Типичная продолжительность включения	От 45 до 55%	

Функция сглаженной синусоиды Технические характеристики

Сглаженная синусоида	Частотный диапазон		
Характеристики входа 50 Ω	Эталон 50 кГц	50 кГц – 100 МГц	от 100 до 300 МГц ^[1]
Амплитудные характеристики			
Диапазон (амп.)	от 5 мВ до 5,5 В ^[1]		
Разрешение	<100 мВ: 3 знака ε100 мВ: 4 знака		
Диапазон настройки	плавно регулируемый		
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(2% выходного значения + 200 В)	±(3,5% выходного значения + 300 В)	± (4% выходного значения + 300 В)
Плоскостность (относительно 50 кГц)	не применимо	±(1,5% выходного значения + 100 В)	±(2,0% выходного значения + 100 В)
Кратковременная стабильность	δ 1% ^[2]		
Частотные характеристики			
Разрешение	10 Гц	10 кГц ^[3]	10 МГц
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(25 ед./млн. + 15 МГц)	±25 ед./млн. ^[4]	±25 ед./млн.
Характеристики искажения			
2-я гармоника	δ-35 дБн		
3я и более высокая гармоника	δ-40 дБн		
[1] [2] [3] [4]			

Характеристики функции маркера времени

Таймер времени входа 50 Ω	от 5 с до 100 мкСм	от 50 мкСм до 2 мкСм	от 1 мкСм до 20 нс	От 10 нс до 2 нс
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(25 + t *1000) ед./млн. ^[1]	±(25 + t *15 000) ед./млн. ^[1]	±25 ед./млн.	±25 ед./млн.
Форма колебания	пилообразный импульс	пилообразный импульс	пилообразный импульс	синусоидальная
Типичный уровень выхода	> 1 В пик	> 1 В пик	> 1 В пик	>1 В p-p ^[2]
Последовательность	5-2-2 от 5 с до 2 нс (например, 500 мс, 200 мс, 100 мс)			
Диапазон настройки	Не менее ±10% от каждого значения последовательности, указанного выше.			
Разрешение	4 знака			
[1] t – время в секундах.				
[2] 2 нс маркера времени, как правило > 0,5 В p-p.				

Характеристики генератора колебаний

Характеристики генератора колебаний	Прямоугольный сигнал, синусоидальный и пилообразный на входе 50 Ω или 1 МΩ
Амплитуда	
Диапазон	на входе 1 МΩ: 1,8 мВ до 55 В p-p на входе 50 Ω: 1,8 мВ до 2,2 В p-p
Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$, 10 Гц до 10 кГц	$\pm(3\% \text{ от p-p выхода} + 100 \text{ мкВ})$
Последовательность	1-2-5 (например, 10 мВ, 20 мВ, 50 мВ)
Типичный диапазон смещения постоянного напряжения	от 0 до $\pm(40\% \text{ пиковой амплитуды})$ ^[1]
Частота	
Диапазон	От 10 Гц до 100 кГц
Разрешение	4 или 5 знаков в зависимости от частоты
Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$	$\pm(25 \text{ ppm} + 15 \text{ мГц})$
^[1] Смещение постоянного тока плюс сигнал не должны превышать 30 В среднеквадратичной величины	

Характеристики сигнала запуска для функции маркера времени

Период маркера времени	Коэффициент деления ^[1]	Амплитуда на входе 50 Ω (p-p)	Типичное время нарастания импульса
от 5 до 1 с	откл./1	≤ 1 В	≤ 2 нс
от 0,5 до 0,1 с	откл./1/10	≤ 1 В	≤ 2 нс
От 50 мс до 100 нс	откл./1/10/100	≤ 1 В	≤ 2 нс
50-10 нс	откл./10/100	≤ 1 В	≤ 2 нс
5-2 нс	откл./100	≤ 1 В	≤ 2 нс
^[1] Делитель внутренне ограничен во избежание выхода триггера за частоты, которые ниже 0,2 Гц (период 5 с) или выше 10 МГц.			

Характеристики сигнала запуска для функции фронта

Частота сигнала фронта	Коэффициент деления	Амплитуда на входе 50 Ω (p-p)	Типичное время нарастания импульса
от 1 кГц до 1 МГц	откл./1	≤ 1 В	≤ 2 нс

Подключения осциллографа

Используя кабель, поставляемый с модулем калибровки осциллографа, подключите разъем SCOPE на 5502A к одному из канальных разъемов осциллографа (см. рисунок 8-3).

Чтобы воспользоваться внешним триггером, подключите разъем TRIG на 5502A к разъему внешнего триггера осциллографа. Чтобы использовать внешний пусковой сигнал и отобразить его с помощью сигнала Калибратора, подсоедините разъем TRIG к другому каналу. Информация о соединениях и просмотре внешнего пускового сигнала приведена в руководстве к осциллографу.

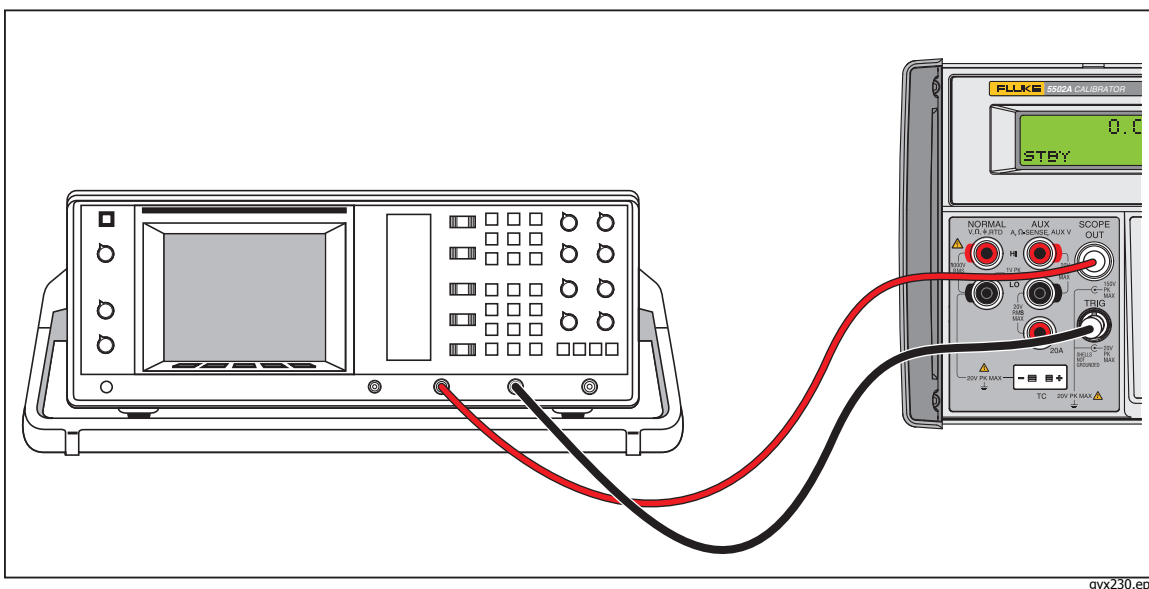
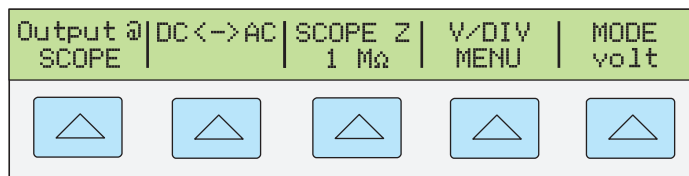


Рисунок 10-1. Подключение осциллографа: канал и внешний триггер

Запуск модуля калибровки осциллографа

Нажмите **SCOPE**, чтобы запустить модуль калибровки осциллографа. В дисплее управления откройте меню напряжения, показанное ниже, которое содержит варианты для калибровки вертикального усиления на вашем осциллографе. Это первые пять меню калибровки, которые можно прокрутить. Нажмите функциональную кнопку под MODE. Каждое меню рассмотрено в этой главе, см. ниже.

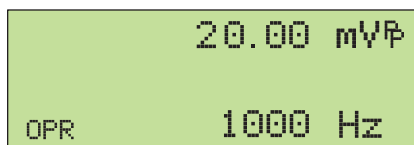


gl021i.eps

Выходной сигнал

Расположение выходного сигнала показывается на дисплее управления (дисплей с правой стороны). Если 5502A подключен, но выходной сигнал на осциллографе не появляется, 5502A может быть в режиме ожидания.

Настройки выходного сигнала показаны на дисплее выходного сигнала (дисплей с левой стороны). В следующем примере показаны установки по умолчанию для режима напряжения, которые настроены, когда вы запускаете модуль калибровки осциллографа, см. ниже.



gl022i.eps

Если отображается STBY, нажмите клавишу **OPR**. На дисплее выхода будет выведено OPR, и на осциллографе должен появиться выходной сигнал.

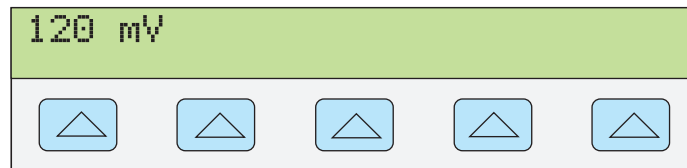
Настройка выходного сигнала

5502A предоставляет несколько возможностей изменить настройки для выходного сигнала в ходе калибровки. Поскольку для калибровки осциллографа необходимо множество настроек выходного сигнала, далее приведено три метода изменения этих настроек для калибровки осциллографа. Эти методы позволяют переходить к новому значению или просматривать множество разных значений.

Ввод значения

Чтобы ввести определенное значение непосредственно в Калибратор с передней панели:

1. Наберите значение, которое требуется ввести, включая единицы и приставки. Например, для ввода 120 мВ нажмите . На дисплее управления отобразится:



gl002i.eps

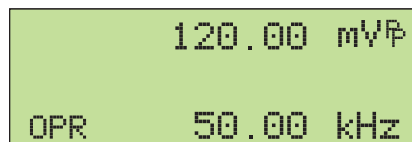
Примечание

Доступ к единицам и приставкам, указанным пурпурным цветом в верхнем левом углу клавиш, можно получить через кнопку . Например, для записи 200 /с, нажмите

.

В случае ошибки нажмите , чтобы очистить дисплей управления и вернуться в меню.

2. Нажмите , чтобы активировать значение и перенести его на дисплей выхода.



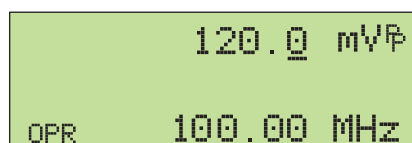
gl023i.eps

Другие настройки на этом дисплее останутся неизменными, если только не вводится новое значение и для него не определяются единицы.

Настройка значений поворотной кнопкой

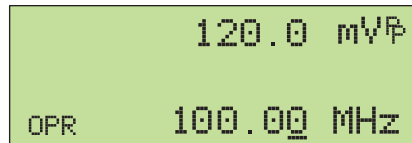
Чтобы настроить значение на дисплее выхода, используя поворотную кнопку:

1. Поверните кнопку. На дисплее выхода под самым нижним знаком появится курсор, который начнет менять выбранный знак. Если курсор требует перевести в поле без изменения цифры, нажмите , см. ниже.



gl003i.eps

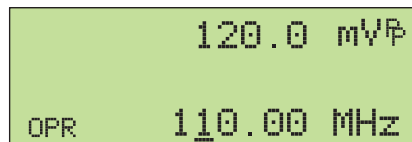
2. Чтобы переместить курсор между полями напряжения и частоты, нажмите **EDIT FIELD**, см. ниже.



gl004i.eps

3. Используйте клавиши **◀** и **▶**, чтобы передвинуть курсор к знаку, который вы хотите изменить.
4. Поверните кнопку, чтобы изменить значение.

При использовании ручки в режиме напряжения или маркера дисплей управления показывает процентное изменение нового значения по сравнению с эталонным значением. Эта процедура применяется для определения процента ошибки на осциллографе. Можно установить новое значение для эталонного показателя. Нажмите **NEW REF**, см. ниже.



gl005i.eps

5. Нажмите **ENTER**, чтобы убрать курсор с дисплея выходного сигнала и сохранить новое значение как эталон.

Примечание

При попытке использовать поворотную кнопку для настройки значения до уровня, недопустимого для используемой функции, или выходящего за пределы, разрешенные для этого значения, то данное значение останется неизменным, а устройство 5502A подаст звуковой сигнал. Если требуется доступ к другому диапазону значений, быстро прокрутите кнопку, чтобы перейти к новому диапазону.

Используйте **MULT X** и **DIV ÷**

Клавиши **MULT X** и **DIV ÷** заставляют текущее значение сигнала переключиться на заранее определенное кардинальное значение. Это значение определяется текущей функцией. Более подробное описание этих клавиш см. в описании каждой функции.

Сброс модуля осциллографа

Все параметры 5502A можно вернуть на значения по умолчанию во время работы с передней панелью. Нажмите **RESET** на передней панели.

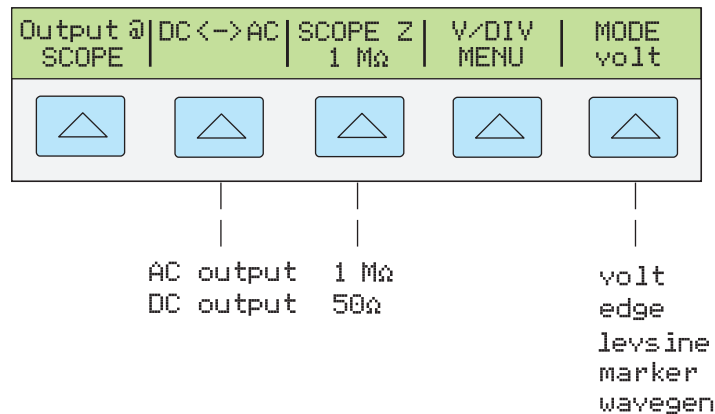
После сброса настроек 5502A, нажмите **SCOPE**, чтобы вернуться к модулю калибровки осциллографа (появится меню Volt). Нажмите **OPR**, чтобы вновь подключить выходной сигнал.

Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе

Усиление напряжения осциллографа калибруется применением низкочастотного прямоугольного импульсного сигнала и настройкой его усиления на высоту, определенную для различных уровней напряжения, назначенную делениями координатной сетки на осциллографе. Сигнал подается от 5502A в режиме напряжения (Volt). Напряжения, которые должны использоваться для калибровки, и деления сетки на осциллографе, которые обязательно должны совпадать, различаются в разных моделях осциллографов. Они описаны в руководстве по техническому обслуживанию осциллографа.

Функция напряжения

Усиление напряжения калибруется с помощью функции напряжения. Доступ к этой функции осуществляется через меню Volt, которое появляется, когда вы запускаете опцию SCOPE, или когда нажимаете функциональную клавишу MODE, чтобы прокрутить меню калибровки осциллографа.



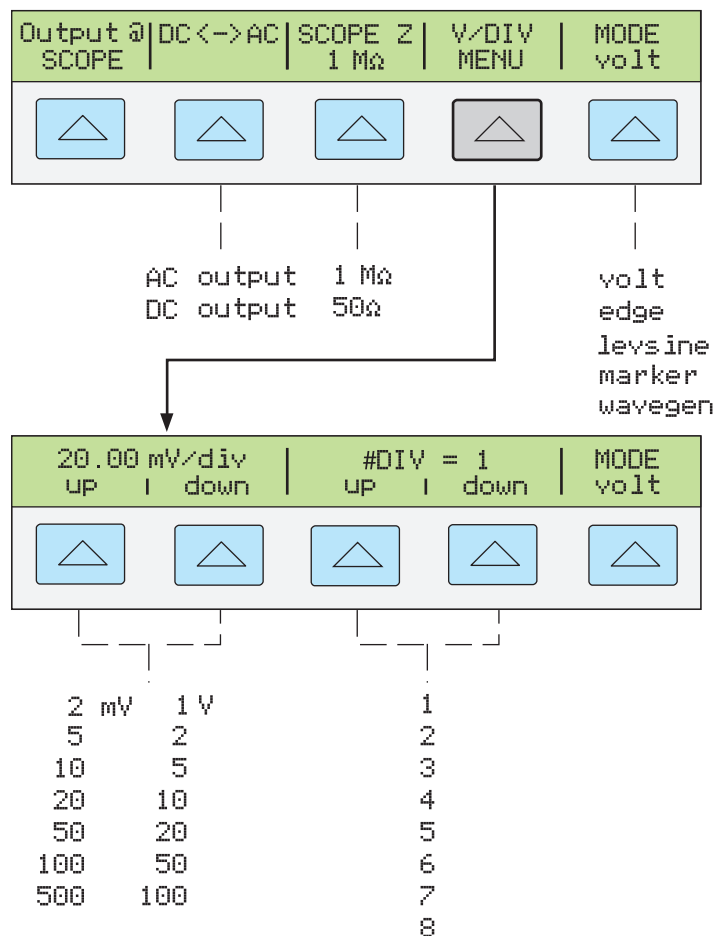
gl024i.eps

Далее приведено описание каждого пункта меню:

- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **DC <-> AC** Переключение между сигналами постоянного или переменного тока. Нажатие функциональной клавиши во время сигнала переменного тока включает эквивалентный выход постоянного тока.
- **SCOPE Z** Переключает настройку выходного полного сопротивления Калибратора между 1 MΩ и 50 Ω.
- **V/DIV MENU** Открывает меню масштабирования напряжения, из которого можно выбирать масштаб сигнала в вольтах на деление. Это меню подробно описывается далее в разделе "Меню V/DIV".
- **MODE** Указывает, что прибор находится в режиме напряжения (volt). Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

Меню V/DIV

Меню V/DIV, показанное ниже, задает значение напряжения на каждое деление экрана осциллографа. Данное меню предоставляет альтернативные способы изменения выходной амплитуды, которые могут быть более удобными для определенных применений осциллографа. Чтобы войти в меню V/DIV, нажмите V/DIV в меню Volt, см. ниже.



gl025i.eps

Каждый пункт в меню V/DIV описывается ниже.

- **V/div** Меняет шкалу дисплея выхода, изменяя значение напряжения на каждое деление экрана осциллографа. Доступные настройки, показанные на рисунке выше, даются с пошаговым приращением 1-2-5. Для увеличения значения в вольтах на деление нажмите эту функциональную кнопку после выбора UP. Для уменьшения значения в вольтах на деление нажмите функциональную клавишу после выбора DOWN.
- **# DIV** Определяет количество делений, которое устанавливает значение имп./м для колебательного сигнала. Для этого значения можно задавать от одного до восьми делений. Число, определяемое каждым делением, отображается в поле V/div. Нажмите функциональную клавишу UP, чтобы увеличить высоту сигнала, либо DOWN, чтобы ее уменьшить.

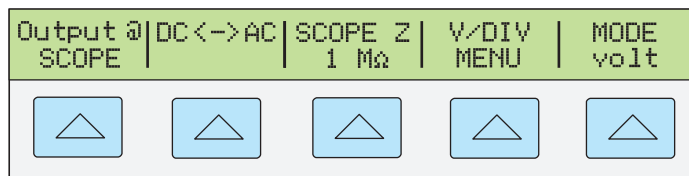
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений

С помощью клавиш **MULT** и **DIV** можно пошагово выбирать значения напряжения, используя значения кардинальных точек осциллографа в последовательности 1-2-5. Если, например, напряжение равно 40 мВ, то после нажатия **MULT** напряжение будет увеличено до ближайшей кардинальной точки 50 мВ. Нажатием **DIV** напряжение будет понижено до ближайшей кардинальной точки 20 мВ.

Процедура калибровки амплитуды для осциллографа

В этом примере процедуры калибровки показано, как с помощью меню Volt откалибровать усиление амплитуды осциллографа. В процессе калибровки потребуются задать различные напряжения и проверить, соответствует ли это усиление координатным линиям на осциллографе, указанным в его технических характеристиках. Рекомендованные настройки калибровки и соответствующие значения усиления см. в инструкции к осциллографу.

Прежде чем приступить к данной процедуре, убедитесь, что осциллограф работает в режиме Volt. Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню, см. ниже.

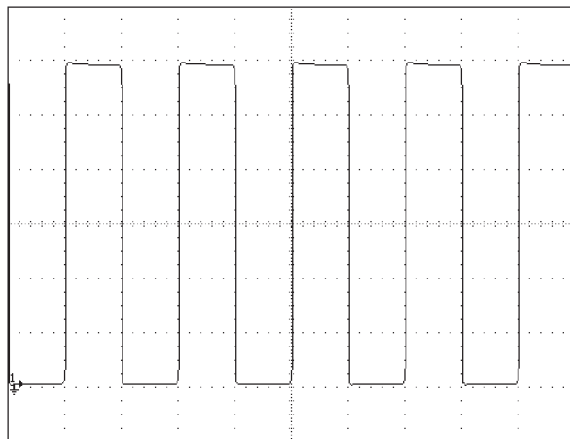


gl026i.eps

Чтобы откалибровать усиление сигнала по вертикали, выполните следующую процедуру выборки.

1. Подключите Калибратор к каналу 1 на осциллографе. Убедитесь, что на осциллографе задано правильное значение полного сопротивления (в этом примере - 1 МΩ). Убедитесь, что клавиша **OFF** на 5502A горит. Это означает, что сигнал подключен.
2. Введите уровень напряжения, рекомендованный для вашего осциллографа. Например, для записи 20 мВ, нажмите **2** **0** **μmV**, затем нажмите **ENTER**. См. раздел "Ввод значения" в этой главе.
3. Выполните необходимые настройки осциллографа. Форма сигнала должна быть аналогичной той, что представлена ниже, а значение усиления должно точно совпадать со значением, заданным в настройках калибровки для вашего осциллографа.

Данный пример показывает увеличение на 20 мВ, проделываемое по 4 делениям, по 5 мВ на деление.



gl006i.bmp

4. Смените напряжение Калибратора на следующее значение, рекомендованное для данной модели осциллографа, и повторите эту процедуру на новом уровне напряжения. Убедитесь, что усиление было выбрано в соответствии с техническими характеристиками, приведенными в руководстве пользователя.
5. Повторите эту процедуру для каждого канала.

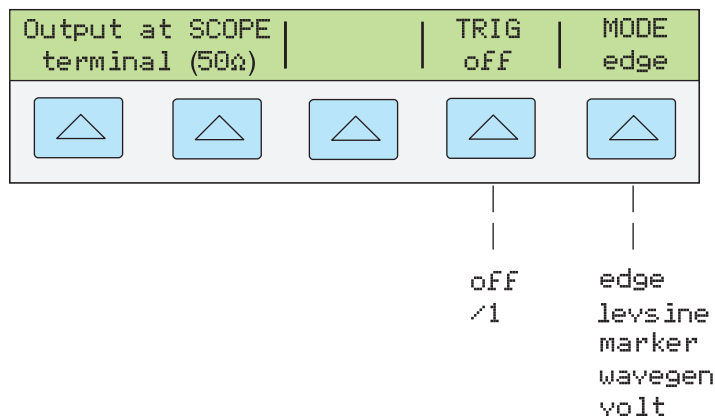
Калибровка импульсного и частотного диапазона на осциллографе

Калибровка импульсной характеристики выполняется с помощью сигнала прямоугольной формы, отличающегося коротким временем нарастания переднего фронта. Используя этот сигнал, можно подбирать необходимое время нарастания и искажение импульса в соответствии с техническими характеристиками.

После проверки импульсной характеристики проверяется диапазон частот. Для этого применяется сглаженная синусоида и считывается показание частоты в точке -3 дБ, когда амплитуда падает примерно на 30%.

Функция фронта

Функция фронта (Edge) используется для калибровки импульсной характеристики осциллографа. Чтобы войти в меню функции Edge, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не высветится индикация "edge".



gl027i.eps

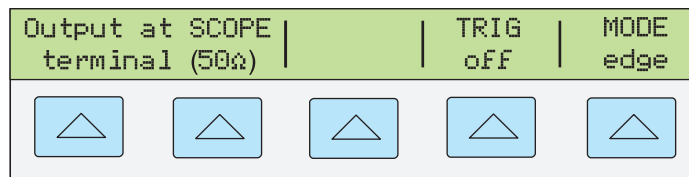
Каждый пункт в меню фронта описывается ниже.

- **Клемма OUTPUT @ SCOPE (50Ω)** указывает расположение и полное сопротивление выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
В режиме EDGE изменение полного сопротивления выходного сигнала невозможно.
- **TRIG** Если вы используете внешний триггер, воспользуйтесь этой клавишей для включения и выключения триггера. Во включенном состоянии на дисплее отобразится показание "/1". Это означает, что внешний триггер работает на той же частоте, что и выходной фронт.
Триггер можно также включать и отключать нажатием . Внешний триггер применяется во многих цифровых осциллографах, где возникают сложности при запуске сигналов с быстрым временем нарастания.
- **MODE** указывает, что вы находитесь в режиме фронта (EDGE). Используйте функциональную клавишу, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных трех режимов калибровки осциллографа.

Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа

В этой процедуре показано, как проверить импульсную характеристику осциллографа. Прежде чем проверить осциллограф, прочтите информацию о настройках, рекомендованных для вашего осциллографа, в руководстве пользователя.

До начала процедуры проверьте, чтобы осциллограф работал в режиме фронта (Edge). Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню.



gl028i.eps

Чтобы калибровать импульсную характеристику, выполните следующую процедуру.

1. Подключите 5502A к каналу 1 на осциллографе. Выберите полное сопротивление 50 Ω или используйте внешнее прерывание 50 Ω непосредственно на входе осциллографа. Убедитесь, что клавиша **OPR** горит. Это означает, что сигнал подключен.
2. Измените настройку напряжения для сигнала так, чтобы он соответствовал значению амплитуды, рекомендованному производителем осциллографа для калибровки характеристики фронта. Установка по умолчанию равна 25 мВ при 1 МГц.
Например, на осциллографе Fluke PM3392A начните с сигнала в 1 В на 1 МГц.
3. Настройте шкалу на осциллографе для получения хорошего изображения фронта. Например, на осциллографе Fluke PM3392A с сигналом 1 В на 1 МГц используйте 200 мВ/дел.

- Установите временную развертку на осциллографе на самое быстрое из доступных положений (от 20,0 до 50,0 нс/дел.), см. ниже.



- Убедитесь, что осциллограф отображает правильное время нарастания и характеристики искажения импульса.
- Для удаления входящего сигнала нажмите **STBY**.

gze007i.eps

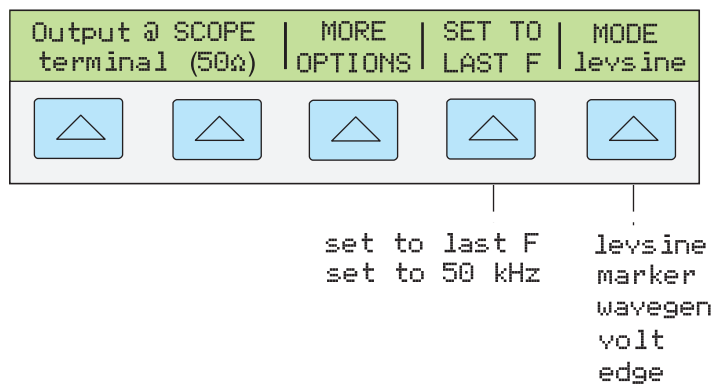
Функция сглаженной синусоиды

Функция сглаженной синусоиды (Levsine) использует сглаженную синусоиду, амплитуда которой остается относительно постоянной в некотором диапазоне частот, чтобы проверить ширину полосы частот осциллографа. При проверке осциллографа нужно изменять частоту, пока амплитуда, отображаемая на осциллографе не падает на 30%, что представляет собой амплитуду, соответствующую точке -3 дБ.

Чтобы войти в меню функции Levsine, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не высветится индикация "Levsine".

Примечание

Убедитесь, что при использовании функции Levsine к TRIG не подключен никакой кабель.



gl029i.eps

Каждый пункт в меню Levsine описывается ниже.

- **Клемма OUTPUT @ SCOPE (50Ω)** указывает расположение и полное сопротивление выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**. Вы не можете изменить полное сопротивление, пока находитесь в режиме Levsine.
- **MORE OPTIONS** Позволяет получить доступ к другим пунктам меню, которые приведены в разделе "Меню MORE OPTIONS".
- **SET TO LAST F** Переключает между текущей настройкой частоты и эталонным значением в 50 кГц. Данная опция полезна для возврата к эталону, чтобы проверить выход после настроек на другой частоте.
- **MODE** указывает, что вы находитесь в режиме Levsine. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки.

Примечание

Если на дисплее выхода отображается знак вопроса, то для данной используемой частоты характеристики недоступны. Это происходит на частотах выше 250 МГц.

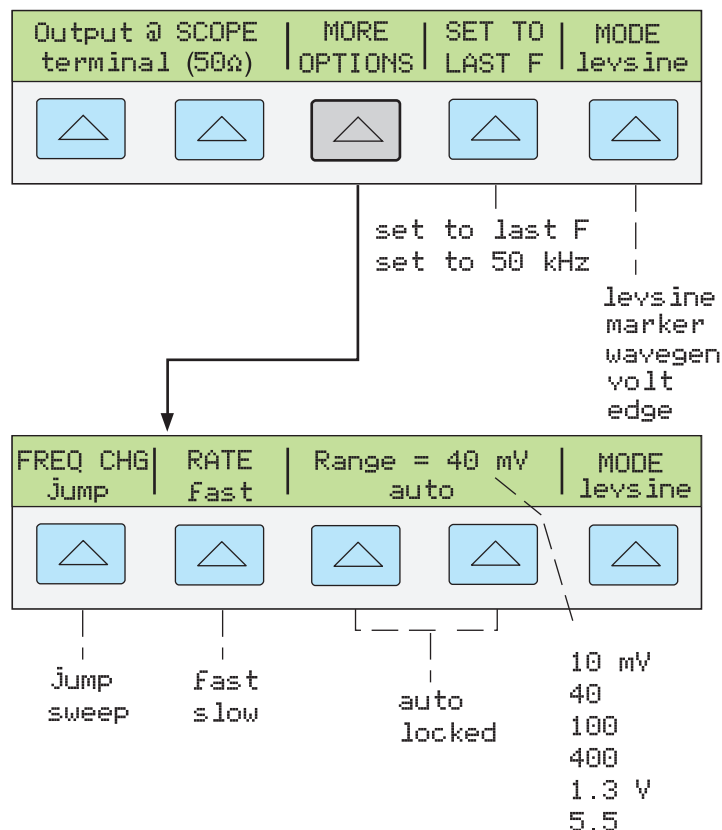
Комбинации клавиш для установки частоты и напряжения

Эти опции доступны для управления настройками синусоиды.

- **SET TO LAST F** Переключает между текущей настройкой частоты и эталонным значением в 50 кГц. Это позволяет осмотреть выход по эталону после применения изменений на другой частоте.
- **MORE OPTIONS** Позволяет использовать автоматическую частотную развертку и при необходимости блокировать диапазон напряжения. В следующем разделе это меню подробно рассмотрено.
- **Кнопки **MULT** и **DIV** и пошагово** поднимают и опускают частоты на значения, которые позволяют быстро переходить к новому набору частот. Например, если значение равняется 250 кГц, **MULT** меняет его на 300 кГц, а **DIV** на 200 кГц. Для значений напряжения **MULT** and **DIV** проводят через значения кардинальных точек в последовательности 1,2-3-6.

Меню MORE OPTIONS

При выборе MORE OPTIONS открываются параметры, которые дают вам больше контроля над частотой и напряжением. Для входа в меню MORE OPTIONS нажмите функциональную клавишу MORE OPTIONS в меню LEVSINE.



gl030i.eps

Каждый пункт в меню MORE OPTIONS описывается ниже.

- FREQ CHANGE** Переключает между двумя настройками, контролирующими способ, которым выходной сигнал настраивается на новую частоту. Это установка по умолчанию.
 "Jump" заставляет выходной сигнал немедленно перейти на новую настройку частоты. "Sweep" заставляет сигнал проходить через ряд значений частоты по выбранному вами диапазону. Используйте эту функцию развертки, чтобы наблюдать, как сигнал постепенно меняется по заданной ширине диапазона, и определить точку, в которой меняется его амплитуда. Подробнее о функции развертки см. раздел "Развертка через диапазон частот".
- RATE** Используется, когда FREQ CHANGE устанавливается на "sweep", чтобы переключать скорость развертки между "fast" и "slow." Низкая скорость составляет одну десятую от быстрой.
 Низкая скорость развертки позволяет вам наблюдать за тем, как частота меняется очень медленно. После быстрой развертки может потребоваться просмотреть определенную частоту с помощью медленной развертки по подпространству диапазона предыдущей частоты.

- **RANGE** Функциональная клавиша переключает между двумя установками: "auto," которая настраивает предел диапазона автоматически в соответствии с уровнем напряжения, и "locked," которая настраивает имеющиеся уровни напряжения на один диапазон.

В режиме Levsine имеется шесть пределов диапазона: 10 мВ, 40 мВ, 100 мВ, 400 мВ, 1,3 В и 5,5 В. При настройке на "auto" Калибратор использует вашу настройку напряжения, чтобы автоматически установить предел диапазона, который обеспечивает наиболее точный выход. При установке "locked" предел диапазона остается фиксированным и в пределах любого диапазона вы можете уменьшить напряжение на 0 В.

Например, предположим, что предел диапазона равен 40 мВ. При установке диапазона 40 мВ на "auto" и ввода 1 мВ, калибратор настроит предел диапазона на 10 мВ и будет выводить 1 мВ в диапазоне 10 мВ. Если вы устанавливаете диапазон 40 мВ на "locked", а затем вводите 1 мВ, Калибратор будет выдавать 1 мВ из диапазона в 40 мВ.

По умолчанию для установки диапазона выбрана настройка "auto", которая должна быть неизменной, за исключением случаев устранения ошибок вертикального усиления вашего осциллографа. Установка диапазона всегда переходит в режим "auto" при выходе из режима Levsine.

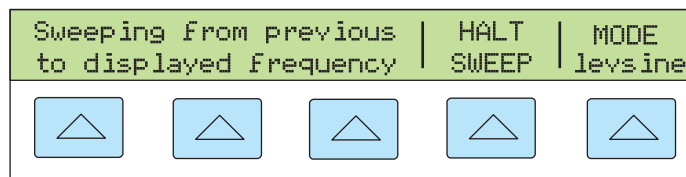
Развертка через диапазон частот

При изменении частоты методом развертки частота выходного синусоидального сигнала меняется в определенном диапазоне частот. Это позволяет идентифицировать частоту, на которой сигнал осциллографа показывает особое поведение (например, меняет амплитуду). Прежде чем начать эту процедуру, убедитесь в том, что вы находитесь в меню MORE OPTIONS, а на дисплее осциллографа выводится синусоида.

Для развертки по частотам выполните следующую процедуру:

1. Убедитесь в том, что выходной сигнал показывает начальную частоту. Если нет, то введите начальную частоту; затем нажмите **ENTER**.
2. Переведите FREQ CHANGE в положение "sweep". Переключите RATE на "slow", если хотите наблюдать очень медленную развертку по небольшому диапазону.
3. Введите конечную частоту; затем нажмите **ENTER**.

После нажатия **ENTER**, сигнал развертывается по частотам между двумя введенными вами значениями и на дисплее управления появляется меню развертки, показанное ниже.



gl031i.eps

4. Можно установить развертку сигнала по всему диапазону или остановить развертку, если требуется записать частоту в определенной точке. Чтобы прервать развертку, нажмите функциональную клавишу под HALT SWEEP. Текущая частота появится на дисплее выхода, а на дисплее управления вновь появится меню MORE OPTIONS.

Примечание

При прерывании частотной развертки нажатием функциональной клавиши HALT SWEEP, метод FREQ CHANGE меняется на "jump".

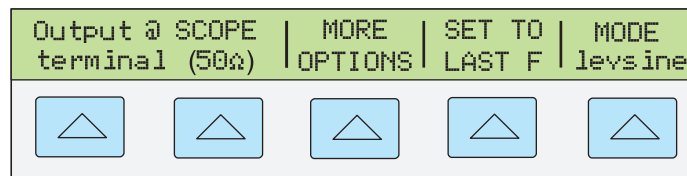
- Если необходимо, повторите процедуру. Если, например, установлена быстрая развертка, можно просмотреть определенную частоту с помощью медленной развертки по подпространству диапазона предыдущей частоты.

Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа

Эта процедура отбора, которая проверяет частотный отклик на осциллографе, обычно проводится после проверки импульсного отклика.

Данная процедура проверяет пропускную способность путем нахождения для осциллографа частоты, соответствующей точке -3 дБ. Эталонная синусоида в этой процедуре имеет амплитуду 6 делений, и таким образом точка -3 дБ может быть найдена, когда амплитуда падает до деления 4,2.

До начала выполнения этой примерной процедуры проверьте, чтобы осциллограф работал в режиме Levsine. Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню, см. ниже.

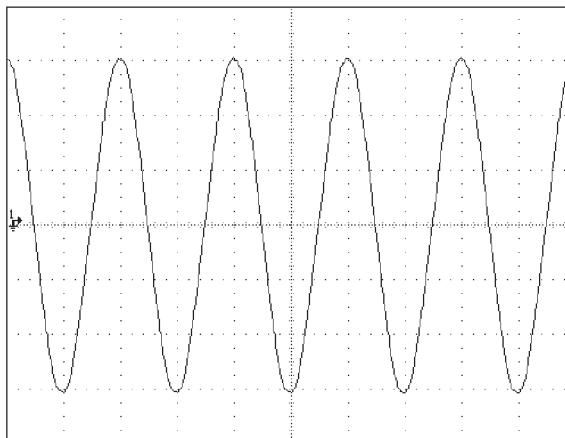


gl032i.eps

Чтобы калибровать частотный отклик, сделайте следующую процедуру отбора.

- Нажмите клавишу **OPR** на 5502A, чтобы переключить сигнал. Выберите полное сопротивление 50 Ω или используйте внешнее прерывание 50 Ω непосредственно на входе осциллографа
- Настройте установки синусоиды на дисплее выхода согласно рекомендациям по калибровке в инструкции к осциллографу. Например, для осциллографа Fluke PM3392A начните с 120 мВ @ 50 кГц. Для ввода 120 мВ, нажмите **1** **2** **0** **μ m** **V**, а затем нажмите **ENTER**.
- Выполните необходимые настройки осциллографа. Синусоида должна появиться точно в шести делениях, ампл., как показано ниже.

При необходимости проведите небольшие настройки в амплитуде напряжения, чтобы волна точно соответствовала шести делениям. Для подстройки напряжения нажмите **EDIT FIELD**, чтобы вывести курсор на дисплей выхода, сдвиньте курсор с помощью кнопки **◀** и вращайте ручку, чтобы настроить значение. (Смотрите раздел "Подстройка значений" ранее в этой главе.)

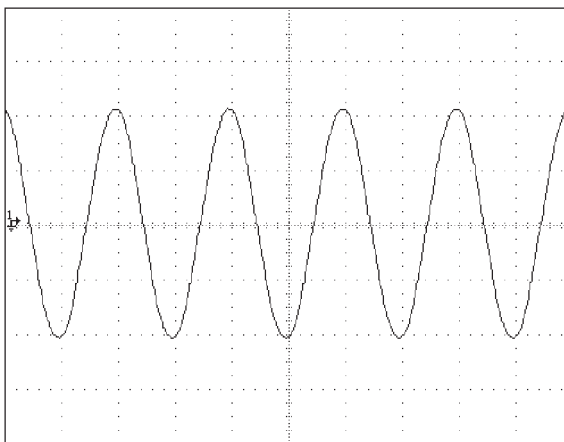


gl009i.bmp

4. Поднимите частоту до 60 МГц (для инструментов на 100 МГц) или 150 МГц (для инструментов на 200 МГц). Для ввода 60 МГц, нажмите и , затем нажмите .
5. Медленно продолжайте повышать частоту, пока сигнал не уменьшится до 4,2 делений, как показано ниже.

Для медленного повышения частоты выполните точную настройку с помощью поворотной кнопки. Для этого нажмите кнопку для перевода курсора на дисплей выхода. Снова нажмите , чтобы поместить его в поле частоты, и используйте клавиши и , чтобы сместить его к знаку, который вы хотите изменить. Поверните кнопку, чтобы изменить значение.

Продолжайте понемногу увеличивать частоту, пока сигнал не упадет до 4,2 делений. На 4,2 делениях сигнал представляет собой частоту, которая соответствует точке -3 дБ, см. ниже.



gl010i.bmp

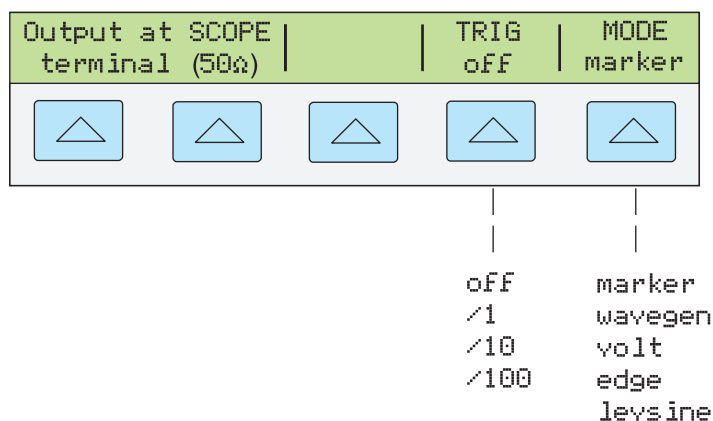
6. Нажмите для удаления входящего сигнала.
7. Повторно выполните эту процедуру для каналов на осциллографе, которые не были выполнены.

Калибровка временной развертки осциллографа

Горизонтальное отклонение (временная развертка) осциллографа калибруется с помощью метода, сходного с калибровкой вертикального усиления. Сигнал маркера времени генерируется Калибратором, а пиковые значения сигнала совпадают с делениями сетки на осциллографе.

Функция маркера времени

Функция маркера времени, которая доступна в меню Marker, позволяет калибровать временной отклик вашего осциллографа. Чтобы войти в меню функции Marker, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не высветится индикация "marker".



gl033i.eps

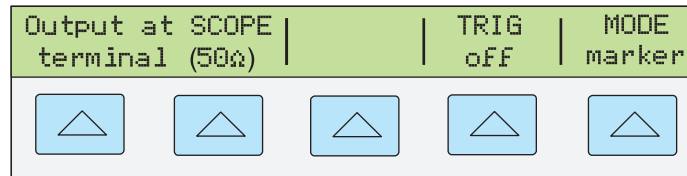
Каждый пункт в меню маркера описывается ниже.

- **Клемма OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выхода сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **TRIG** Если вы применяете внешний триггер, используйте эту кнопку для перемещения по настройкам триггера. Доступные настройки триггера: выкл., /1 (сигнал триггера появляется на каждом маркере), /10 (сигнал триггера появляется на каждом десятом маркере) и /100 (сигнал триггера появляется на каждом сотом маркере).
Триггер можно также включать и отключать нажатием **TRIG OUT**.
- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме Marker. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки осциллографа.

Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа

Эта процедура отбора использует функцию маркера времени для проверки горизонтального отклонения (временной развертки) вашего осциллографа. Рекомендованные значения временной развертки приведены в руководстве пользователя осциллографом.

Прежде чем начать процедуру, убедитесь в том, что находитесь в режиме маркера. Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню, см. ниже.



gl034i.eps

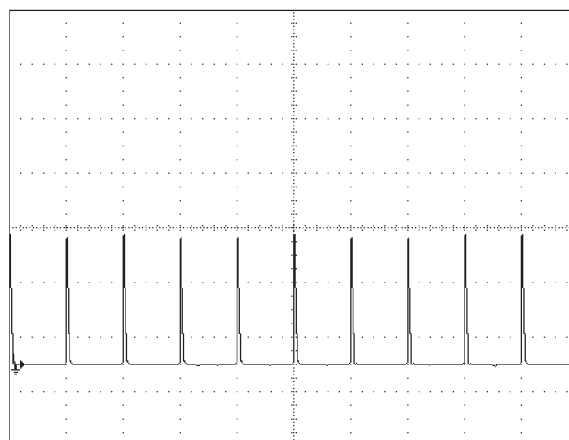
Чтобы калибровать временную развертку, проделайте следующую процедуру отбора.

1. Подключите Калибратор к каналу 1 на осциллографе. Выберите полное сопротивление 50Ω или используйте внешнее прерывание 50Ω . Убедитесь в том, что осциллограф связан по постоянному току.
2. Примените значение маркера времени. Рекомендованные настройки калибровки приведены в руководстве пользователя осциллографом. Например, для ввода 200 нс, нажмите **2** **0** **0** **SHIFT** **н** **к** **SHIFT** **ns** **Hz**, а затем нажмите **ENTER**.

Примечание

Эквивалентную частоту можно записать как альтернативную значению маркера времени. Например, как альтернативу 200 нс, можно записать 5 МГц.

3. Установите временную развертку осциллографа на 10 маркеров времени. Маркеры времени должны совпадать с делениями осциллографа, как показано в примере ниже. Для точного определения, выровняйте пиковые значения сигнала по центру горизонтальной оси, см. ниже.



Пиковые значения
выравниваются по
центральной оси

gze11i.eps

4. Повторите эту процедуру для всех значений маркера времени, рекомендованных для вашего осциллографа. По необходимости повторите эту процедуру для цифрового и аналогового режимов. При калибровке в аналоговом режиме на некоторых осциллографах может возникнуть необходимость изменения увеличения.
5. Удалите сигнал нажатием STBY.

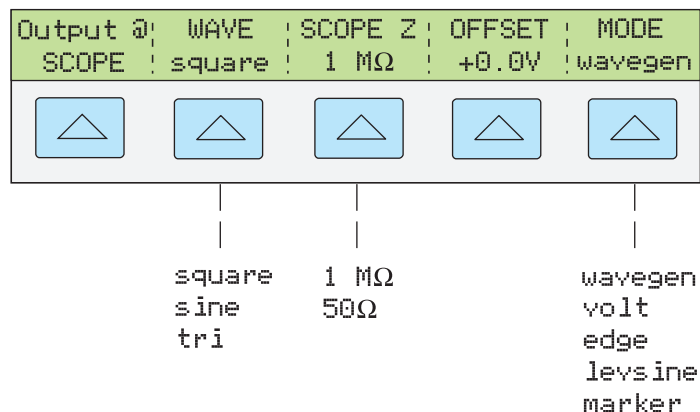
Тестирование триггера

Осциллограф может служить триггером для срабатывания различных форм сигнала. Данную функцию можно проверить генератором колебаний. При использовании генератора колебаний выполняется передача прямоугольного, синусоидального или пилообразного сигнала, а для тестирования возможностей запуска при различных уровнях можно выбирать различные значения полного сопротивления на выходе, смещения и напряжения.

Примечание

Генератор колебаний не следует использовать для проверки точности вашего осциллографа. Вопросительный знак на дисплее вывода показывает, что значения амплитуды недостаточно точны для этой функции.

Перейти к генератору колебаний можно через меню Wavegen, показанное ниже. Чтобы войти в меню этой функции, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не высветится "wavegen".



gl035i.eps

Далее описывается каждый пункт в меню Wavegen.

- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **[OPR]**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **[STBY]**.
- **WAVE** Проклистывание списка из трех доступных типов форм сигнала. Для выходного сигнала можно выбрать любую форму сигнала – прямоугольную, синусоидальную или пилообразную.
- **SCOPE Z** Переключает настройку выходного полного сопротивления Калибратора между 50Ω и 1 MΩ.
- **OFFSET** Отображает смещение генерированного колебания. Чтобы изменить значение смещения, введите новое значение и нажмите **[ENTER]**. Значение смещения не меняется при вращении поворотной кнопки - меняется только фактическое значение выходного напряжения.
При изменении значения смещения необходимо не выходить за определенные пределы во избежание срезания пиков. Ограничение определяется значением имп./м сигнала. Максимальное отклонение от пиков равно сумме смещения и половины межпикового значения формы сигнала. См. "Характеристики генератора колебаний" в этой главе.
- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме Wavegen. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки осциллографа.

Список команд и запросов

Данный раздел описывает команды и запросы, которые используются специально для опции калибровки осциллографа. В описании каждой команды указывается, может ли она использоваться с удаленными интерфейсами IEEE-488 и RS-232, а также указывается, является ли данная команда Sequential, Overlapped или Coupled.

Возможность использования с интерфейсами IEEE-488 (GPIB) и RS-232

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 Для каждой команды и запроса имеется поле с флажком, указывающее на возможность использования для удаленного обмена данными через интерфейсы IEEE-488 (интерфейсная шина общего назначения или GPIB) и RS-232.

Последовательные команды ☒ Sequential Команды, исполняемые немедленно после их появления в потоке данных, называются последовательными командами. Дополнительную информацию см. в разделе «Последовательные команды» Главы 5.

Перекрывающиеся команды ☒ Overlapped Команды SCOPE, TRIG и OUT_IMP называются перекрывающимися, поскольку их исполнение может преждевременно прерываться (перекрываться) следующей командой. В случае прерывания исполнения перекрывающейся команды потребоваться больше времени на ее завершение, поскольку она ожидает запуска других команд. Во избежание прерывания перекрывающейся команды в процессе ее исполнения используйте команды *OPC, *OPC? или *WAI. Эти команды предотвращают прерывания, пока они не зарегистрируют, что команда завершена. Дополнительную информацию см. в разделе «Перекрывающиеся команды» Главы 5.

Связанные команды ☒ Coupled SCOPE и OUT_IMP называются связанными командами, так как их можно связывать (объединять) с другими командами и создавать последовательности команд. Следует предпринимать меры безопасности, чтобы убедиться, что команды не перекрываются, т.к. в этом случае они могут отключить друг друга и это может привести к сбою. Дополнительную информацию см. в разделе «Связанные команды» Главы 5

SCOPE ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Программирует аппаратную часть модуля калибровки осциллографов, если установлен. Настройки прибора регистрируются данным параметром этой команды. Не выходя из режима SCOPE, запрограммируйте новое выходное значение с помощью команды OUT.

OPER, STBY, *OPC, *OPC?, and *WAI функционируют, как описано в главе 6. Состояние выходного сигнала осциллографа в режиме SCOPE определяется битом в команде ISR, присваиваемым команде SETTLED.

В результате выполнения запроса FUNC? запросы отображают SDCV, SACV, LEVSINE, MARKER, EDGE и WAVEGEN для соответствующих режимов осциллографа.

Параметры:	OFF	Отключают аппаратную часть осциллографа. Программирование выходных значений 0 В, 0 Гц на клеммах NORMAL, в режиме ожидания.
	VOLT	Режим пер.тока и пост. тока осциллографа. Программирует 20 мВ ампл., 1 кГц, выход на SCOPE BNC, полное выходное сопротивление 1 МΩ режим ожидания, если из OFF или ранее в режиме ожидания.
	EDGE	Режим фронта (Edge) осциллографа. Программирует 25 мВ ампл., 1 МГц, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из OFF или ранее в режиме ожидания.
	LEVSINE	Режим сглаженной синусоиды осциллографа. Программирует 30 мВ ампл., 50 кГц, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из OFF или ранее в режиме ожидания.
	MARKER	Режим маркера осциллографа. Программируется период до 1 мс, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из OFF или ранее в режиме ожидания.
	WAVEGEN	Режим Wavegen осциллографа. Программирует 20 мВ межпикового значения, прямоугольная волна, 1 кГц, без смещения, полное выходное сопротивление 1 МΩ режим ожидания, если из состояния OFF или если до этого находился в режиме ожидания.

Пример:	SCOPE VOLT;	OUT -2 V, 0 Hz	(пост. напряжение, -2 В)
	SCOPE VOLT;	OUT 4 V, 1 kHz	(пер. ток, 4 В ампл., 1 кГц)
	SCOPE EDGE;	OUT 0,5 kHz, 5 kHz	(контур, 0,5 В ампл., 5 кГц)
	SCOPE LEVSINE;	OUT 1 V, 20 kHz	(Сглаженная синусоида, 2 В межпиковое, 20 кГц.)
	SCOPE MARKER;	OUT 2 MS	(период маркера в 2 мс)
	SCOPE WAVEGEN;	OUT 1 V, 1 kHz	(Генератор колебаний, 1 В межпиковое, 1 кГц.)

SCOPE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Отображает текущий режим работы осциллографа. Возвращает OFF , если осциллограф выключен.

Параметр: (Нет)

Отклик: <character> (Возвращает OFF, VOLT, EDGE, LEVSINE, MARKER или WAVEGEN.)

TRIG ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

Программирует BNC выход триггера осциллографа.

Параметры: OFF (Возвращает отключенное состояние триггера.)
 DIV1 (Включает выход триггера. Частота та же, что и у сигнала на выходе SCOPE.)
 DIV10 (Включает выход триггера. Частота равна 1/10 сигнала на выходе SCOPE.)
 DIV100 (Включает выход триггера. Частота равна 1/100 сигнала на выходе SCOPE .)

TRIG? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Программирует настройку вывода триггера осциллографа.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Возвращает OFF, DIV1, DIV10 или DIV100.)

OUT_IMP ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Программирует полное выходное сопротивление осциллографа.

Параметры: Z50 (программируют полное выходное сопротивление осциллографа на 50Ω.)
 Z1M (программируют полное выходное сопротивление осциллографа на 1 MΩ.)

OUT_IMP? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

Отображает настройку выходного полного сопротивления осциллографа.

Параметры: (Нет)

Отклик: <символ> (показывает Z50 или Z1M.)

Проверочные таблицы

На заводе Fluke Calibration, модуль SC300 проверяется согласно его характеристикам в следующих проверочных точках. Проверочные точки проверки приводятся здесь в качестве руководства на случай необходимости повторной проверки.

Табл. 10-1. Проверка функции напряжения: пер. ток в 1 МΩ Нагрузка

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
5,0 мВ	10 Гц			0,11 мВ
5,0 мВ	100 Гц			0,11 мВ
5,0 мВ	1 кГц			0,11 мВ
5,0 мВ	5 кГц			0,11 мВ
5,0 мВ	10 кГц			0,11 мВ
10,0 мВ	10 кГц			0,12 мВ
20,0 мВ	100 Гц			0,15 мВ
20,0 мВ	1 кГц			0,15 мВ
20,0 мВ	10 кГц			0,15 мВ
50,0 мВ	10 кГц			0,23 мВ
89,0 мВ	10 Гц			0,32 мВ
89,0 мВ	10 кГц			0,32 мВ
100,0 мВ	10 кГц			0,35 мВ
200,0 мВ	100 Гц			0,60 мВ
200,0 мВ	1 кГц			0,60 мВ
200,0 мВ	10 кГц			0,60 мВ
500,0 мВ	10 кГц			1,35 мВ
890,0 мВ	10 Гц			2,32 мВ
890,0 мВ	10 кГц			2,32 мВ
1,0 В	100 Гц			2,60 мВ
1,0 В	1 кГц			2,60 мВ
1,0 В	10 кГц			2,60 мВ
2,0 В	10 кГц			5,10 мВ
5,0 В	10 Гц			12,60 мВ
5,0 В	10 кГц			12,60 мВ
10,0 мА	10 кГц			25,10 мВ
20,0 В	10 кГц			50,10 мВ

Таблица 10-1. Проверка функции напряжения: пер. ток в 1 МΩ Нагрузка (прод.)

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
50,0 В	10 Гц			125,10 мВ
50,0 В	100 Гц			125,10 мВ
50,0 В	1 кГц			125,10 мВ
50,0 В	10 кГц			125,10 мВ
105,0 В	100 Гц			262,60 мВ
105,0 В	1 кГц			262,60 мВ

Таблица 10-2. Проверка функции напряжения: пер. ток в 50 Ω Нагрузка

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
5,0 мВ	10 Гц			0,11 мВ
5,0 мВ	100 Гц			0,11 мВ
5,0 мВ	1 кГц			0,11 мВ
5,0 мВ	5 кГц			0,11 мВ
5,0 мВ	10 кГц			0,11 мВ
10,0 мВ	100 Гц			0,12 мВ
10,0 мВ	1 кГц			0,12 мВ
10,0 мВ	10 кГц			0,12 мВ
20,0 мВ	10 кГц			0,15 мВ
44,9 мВ	10 Гц			0,21 мВ
44,9 мВ	10 кГц			0,21 мВ
50,0 мВ	10 кГц			0,23 мВ
100,0 мВ	100 Гц			0,35 мВ
100,0 мВ	1 кГц			0,35 мВ
100,0 мВ	10 кГц			0,35 мВ
200,0 мВ	10 кГц			0,60 мВ
449,0 мВ	10 Гц			1,22 мВ
449,0 мВ	10 кГц			1,22 мВ
500,0 мВ	10 кГц			1,35 мВ
1,0 В	100 Гц			2,60 мВ
1,0 В	1 кГц			2,60 мВ
1,0 В	10 кГц			2,60 мВ
2,0 В	10 Гц			5,10 мВ

Таблица 10-2. Проверка функции напряжения: пер. ток в 50 Ω Нагрузка (прод.)

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
2,0 В	100 Гц			5,10 мВ
2,0 В	1 кГц			5,10 мВ
2,0 В	5 кГц			5,10 мВ
2,0 В	10 кГц			5,10 мВ

Табл. 10-3. Проверка функции напряжения: пост. ток в 50 Ω Нагрузка

Номинальное значение (пост. ток)	Измеренное значение (пост. ток)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
0,0 мВ			0,10 мВ
5,0 мВ			0,11 мВ
-5,0 мВ			0,11 мВ
10,0 мВ			0,12 мВ
-10,0 мВ			0,12 мВ
22,0 мВ			0,15 мВ
-22,0 мВ			0,15 мВ
25,0 мВ			0,16 мВ
-25,0 мВ			0,16 мВ
55,0 мВ			0,24 мВ
-55,0 мВ			0,24 мВ
100,0 мВ			0,35 мВ
-100,0 мВ			0,35 мВ
220,0 мВ			0,65 мВ
-220,0 мВ			0,65 мВ
250,0 мВ			0,72 мВ
-250,0 мВ			0,72 мВ
550,0 мВ			1,47 мВ
-550,0 мВ			1,47 мВ
700,0 мВ			1,85 мВ
-700,0 мВ			1,85 мВ
2,2 В			5,60 мВ
-2,2 В			5,60 мВ

Табл. 10-4. Проверка функции напряжения: пост. ток в 1 МΩ Нагрузка

Номинальное значение (пост. ток)	Измеренное значение (пост. ток)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
0,0 мВ			0,10 мВ
5,0 мВ			0,11 мВ
-5,0 мВ			0,11 мВ
22,0 мВ			0,15 мВ
-22,0 мВ			0,15 мВ
25,0 мВ			0,16 мВ
-25,0 мВ			0,16 мВ
45,0 мВ			0,21 мВ
-45,0 мВ			0,21 мВ
50,0 мВ			0,23 мВ
-50,0 мВ			0,23 мВ
220,0 мВ			0,65 мВ
-220,0 мВ			0,65 мВ
250,0 мВ			0,72 мВ
-250,0 мВ			0,72 мВ
450,0 мВ			1,22 мВ
-450,0 мВ			1,22 мВ
500,0 мВ			1,35 мВ
-500,0 мВ			1,35 мВ
3,3 В			8,35 мВ
-3,3 В			8,35 мВ
4,0 В			10,10 мВ
-4,0 В			10,10 мВ
33,0 В			82,60 мВ
-33,0 В			82,60 мВ

Табл. 10-5. Проверка функции фронта

Номинальное значение (амп.)	Частота	Длительность импульсной характеристики (нс)	1 год погр.
25,0 мВ	1 мВ		400 пс
250,0 мВ	1 мВ		400 пс
250,0 мВ	10 кГц		400 пс
250,0 мВ	100 кГц		400 пс
250,0 мВ	1 мВ		400 пс
2,5 В	1 МГц		400 пс

Табл. 10-6. Проверка функции генератора колебаний: 1 МΩ Нагрузка

Форма волны	Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
Прямоугольная	5,0 мВ	10 кГц			0,25 мВ
Прямоугольная	20,0 мВ	10 кГц			0,70 мВ
Прямоугольная	89,0 мВ	10 кГц			2,77 мВ
Прямоугольная	219,0 мВ	10 кГц			6,67 мВ
Прямоугольная	890,0 мВ	10 кГц			26,80 мВ
Прямоугольная	6,5 В	10 кГц			195,10 мВ
Прямоугольная	55,0 В	10 кГц			1,65 В
Синусоида	5,0 мВ	10 кГц			0,25 мВ
Синусоида	20,0 мВ	10 кГц			0,70 мВ
Синусоида	89,0 мВ	10 кГц			2,77 мВ
Синусоида	219,0 мВ	10 кГц			6,67 мВ
Синусоида	890,0 мВ	10 кГц			26,80 мВ
Синусоида	6,5 В	10 кГц			195,10 мВ
Синусоида	55,0 В	10 кГц			1,65 В
Треугольник	5,0 мВ	10 кГц			0,25 мВ
Треугольник	20,0 мВ	10 кГц			0,70 мВ
Треугольник	89,0 мВ	10 кГц			2,77 мВ
Треугольник	219,0 мВ	10 кГц			6,67 мВ
Треугольник	890,0 мВ	10 кГц			26,80 мВ
Треугольник	6,5 В	10 кГц			195,10 мВ
Треугольник	55,0 В	10 кГц			1,65 В

Табл. 10-7. Проверка функции генератора колебаний: 50 Ω Нагрузка

Форма волны	Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
Прямоугольная	5,0 мВ	10 кГц			0,25 мВ
Прямоугольная	10,9 мВ	10 кГц			0,43 мВ
Прямоугольная	44,9 мВ	10 кГц			1,45 мВ
Прямоугольная	109,0 мВ	10 кГц			3,37 мВ
Прямоугольная	449,0 мВ	10 кГц			13,57 мВ
Прямоугольная	1,1 В	10 кГц			32,50 мВ
Прямоугольная	2,2 В	10 кГц			66,10 мВ
Синусоида	5,0 мВ	10 кГц			0,25 мВ
Синусоида	10,9 мВ	10 кГц			0,43 мВ
Синусоида	44,9 мВ	10 кГц			1,45 мВ
Синусоида	109,0 мВ	10 кГц			3,37 мВ
Синусоида	449,0 мВ	10 кГц			13,57 мВ
Синусоида	1,1 В	10 кГц			32,50 мВ
Синусоида	2,2 В	10 кГц			66,10 мВ
Треугольник	5,0 мВ	10 кГц			0,25 мВ
Треугольник	10,9 мВ	10 кГц			0,43 мВ
Треугольник	44,9 мВ	10 кГц			1,45 мВ
Треугольник	109,0 мВ	10 кГц			3,37 мВ
Треугольник	449,0 мВ	10 кГц			13,57 мВ
Треугольник	1,1 В	10 кГц			32,50 мВ
Треугольник	2,2 В	10 кГц			66,10 мВ

Табл. 10-8. Проверка функции сглаженной синусоиды: Амплитуда

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
5,0 мВ	50 кГц			0,300 мВ
10,0 мВ	50 кГц			0,400 мВ
20,0 мВ	50 кГц			0,600 мВ
40,0 мВ	50 кГц			1,000 мВ
50,0 мВ	50 кГц			1,200 мВ
100,0 мВ	50 кГц			2,200 мВ
200,0 мВ	50 кГц			4,200 мВ

Таблица 10-8. Проверка функции сглаженной синусоиды: Амплитуда (прод.)

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (р-р)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
400,0 мВ	50 кГц			8,200 мВ
500,0 мВ	50 кГц			1,200 мВ
1,3 В	50 кГц			26,200 мВ
2,0 В	50 кГц			40,200 мВ
5,5 В	50 кГц			110,200 мВ

Таблица 10–9. Проверка функции сглаженной синусоиды: Плоскостность

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
5,0 мВ	500 кГц			0,17 мВ
5,0 мВ	1 мВ			0,17 мВ
5,0 мВ	1 мВ			0,17 мВ
5,0 мВ	2 МГц			0,17 мВ
5,0 мВ	5 МГц			0,17 мВ
5,0 мВ	10 мВ			0,17 мВ
5,0 мВ	20 МГц			0,17 мВ
5,0 мВ	50 кГц			0,17 мВ
5,0 мВ	100 кГц			0,17 мВ
5,0 мВ	125 МГц			0,20 мВ
5,0 мВ	160 МГц			0,20 мВ
5,0 мВ	200 МГц			0,20 мВ
5,0 мВ	220 МГц			0,20 мВ
5,0 мВ	235 МГц			0,20 мВ
5,0 мВ	250 МГц			0,20 мВ
10,0 мВ	500 кГц			0,25 мВ
10,0 мВ	1 мВ			0,25 мВ
10,0 мВ	1 мВ			0,25 мВ
10,0 мВ	2 МГц			0,25 мВ
10,0 мВ	5 МГц			0,25 мВ
10,0 мВ	10 мВ			0,25 мВ
10,0 мВ	20 МГц			0,25 мВ
10,0 мВ	50 кГц			0,25 мВ
10,0 мВ	100 кГц			0,25 мВ
10,0 мВ	125 МГц			0,30 мВ

Таблица 10-9. Проверка функции сглаженной синусоиды: Плоскостность (прод.)

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
10,0 мВ	160 МГц			0,30 мВ
10,0 мВ	200 МГц			0,30 мВ
10,0 мВ	220 МГц			0,30 мВ
10,0 мВ	235 МГц			0,30 мВ
10,0 мВ	250 МГц			0,30 мВ
40,0 мВ	500 кГц			0,70 мВ
40,0 мВ	1 мВ			0,70 мВ
40,0 мВ	1 мВ			0,70 мВ
40,0 мВ	2 МГц			0,70 мВ
40,0 мВ	5 МГц			0,70 мВ
40,0 мВ	10 мВ			0,70 мВ
40,0 мВ	20 МГц			0,70 мВ
40,0 мВ	50 кГц			0,70 мВ
40,0 мВ	100 кГц			0,70 мВ
40,0 мВ	125 МГц			0,90 мВ
40,0 мВ	160 МГц			0,90 мВ
40,0 мВ	200 МГц			0,90 мВ
40,0 мВ	220 МГц			0,90 мВ
40,0 мВ	235 МГц			0,90 мВ
40,0 мВ	250 МГц			0,90 мВ
100,0 мВ	500 кГц			1,60 мВ
100,0 мВ	1 мВ			1,60 мВ
100,0 мВ	1 мВ			1,60 мВ
100,0 мВ	2 МГц			1,60 мВ
100,0 мВ	5 МГц			1,60 мВ
100,0 мВ	10 мВ			1,60 мВ
100,0 мВ	20 МГц			1,60 мВ
100,0 мВ	50 кГц			1,60 мВ
100,0 мВ	100 кГц			1,60 мВ
100,0 мВ	125 МГц			2,10 мВ
100,0 мВ	160 МГц			2,10 мВ
100,0 мВ	200 МГц			2,10 мВ

Таблица 10-9. Проверка функции сглаженной синусоиды: Плоскостность (прод.)

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
100,0 мВ	220 МГц			2,10 мВ
100,0 мВ	235 МГц			2,10 мВ
100,0 мВ	250 МГц			2,10 мВ
400,0 мВ	500 кГц			6,10 мВ
400,0 мВ	1 мВ			6,10 мВ
400,0 мВ	1 мВ			6,10 мВ
400,0 мВ	2 МГц			6,10 мВ
400,0 мВ	5 МГц			6,10 мВ
400,0 мВ	10 мВ			6,10 мВ
400,0 мВ	20 МГц			6,10 мВ
400,0 мВ	50 кГц			6,10 мВ
400,0 мВ	100 кГц			6,10 мВ
400,0 мВ	125 МГц			8,10 мВ
400,0 мВ	160 МГц			8,10 мВ
400,0 мВ	200 МГц			8,10 мВ
400,0 мВ	220 МГц			8,10 мВ
400,0 мВ	235 МГц			8,10 мВ
400,0 мВ	250 МГц			8,10 мВ
1,3 В	500 кГц			19,60 мВ
1,3 В	1 мВ			19,60 мВ
1,3 В	1 мВ			19,60 мВ
1,3 В	2 МГц			19,60 мВ
1,3 В	5 МГц			19,60 мВ
1,3 В	10 мВ			19,60 мВ
1,3 В	20 МГц			19,60 мВ
1,3 В	50 кГц			19,60 мВ
1,3 В	100 кГц			19,60 мВ
1,3 В	125 МГц			26,10 мВ
1,3 В	160 МГц			26,10 мВ
1,3 В	200 МГц			26,10 мВ
1,3 В	220 МГц			26,10 мВ
1,3 В	235 МГц			26,10 мВ

Таблица 10-9. Проверка функции сглаженной синусоиды: Плоскостность (прод.)

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренное значение (амп.)	Отклонение (мВ)	1 год погр.
1,3 В	250 МГц			26,10 мВ
5,5 В	500 кГц			82,5 мВ
5,5 В	1 мВ			82,5 мВ
5,5 В	1 мВ			82,5 мВ
5,5 В	2 МГц			82,5 мВ
5,5 В	5 МГц			82,5 мВ
5,5 В	10 мВ			82,5 мВ
5,5 В	20 МГц			82,5 мВ
5,5 В	50 кГц			82,5 мВ
5,5 В	100 кГц			82,5 мВ
5,5 В	125 МГц			110,00 мВ
5,5 В	160 МГц			110,00 мВ
5,5 В	200 МГц			110,00 мВ
5,5 В	220 МГц			110,00 мВ
5,5 В	235 МГц			110,00 мВ
5,5 В	250 МГц			110,00 мВ

Таблица 10–10. Проверка функции сглаженной синусоиды: Частота

Номинальное значение (амп.)	Частота	Измеренная частота	Отклонение	1 год погр.
1,3 В	50 кГц			0,0013 кГц
1,3 В	10 мВ			0,0003 МГц
1,3 В	250 МГц			0,0063 МГц

Таблица 10-11. Проверка функции генератора маркера

Номинальный интервал	Измеренный интервал	Отклонение	1 год погр.
5 с			25,12 мс
2,00 с			4,05 мс
1 с			1,03 мс
500,00 мс			262,50 мкс
200,00 мс			45,00 мкс
100,00 мс			12,50 мкс
50,00 мс			3,75 мкс
20,00 мс			900,000 нс
10,00 мс			350,00 нс
5,00 мс			150,00 нс
2,00 мс			54,000 нс
1,00 мс			26,000 нс
500,00 мкс			12,750 нс
200,00 мкс			5,040 нс
100,00 мкс			2,510 нс
50,00 мкс			1,287 нс
20,00 мкс			0,506 нс
10,00 мкс			0,252 нс
5,00 мкс			0,125 нс
2,00 мкс			0,050 нс
1,00 мкс			0,025 нс
500,000 нс			0,013 нс
200,000 нс			5,000 пс
100,000 нс			2,500 пс
50,000 нс			1,250 пс
20,000 нс			0,500 пс
10,000 нс			0,250 пс
5,000 нс			0,125 пс
2,000 нс			0,050 пс

Приложение А

Глоссарий

ацп (аналого-цифровой преобразователь)

Устройство или схема для преобразования аналогового сигнала в цифровой.

абсолютная погрешность

Значение погрешности, которое включает ошибку, вклад в которую вносят все виды оборудования и стандарты, используемые при калибровке прибора. Абсолютная погрешность имеет числовое значение, по сравнению с которым определяется относительная погрешность испытываемого устройства.

точность

Степень отклонения измеренного значения величины от действительного значения этой величины. Например, прибор с погрешностью $\pm 1\%$ имеет точность 99%.

полная мощность

Получаемое значение мощности при умножении переменного тока на переменное напряжение в цепи без учета фазовых соотношений между двумя формами сигнала. (См. «активная мощность» для сравнения.)

установка

Установка цифрового сигнала в состояние логической истины.

зч (звуковая частота)

Диапазон частот, слышимых человеком, обычно 15000—20000 Гц.

Искусственный стандарт

Объект, который воссоздает или содержит в себе стандартизуемую физическую величину, например, стандарт постоянного напряжения Fluke 732A.

основные единицы

Единицы системы СИ, которые не зависят от размерности. Все другие единицы являются производными от основных. Единственной основной электрической единицей является ампер.

буфер

1. Область цифровой памяти для временного хранения данных.
2. Каскад усиления перед окончательным усилителем.

нагрузка по напряжению

Максимальное продолжительное напряжение, приложенное к клеммам нагрузки.

выходное напряжение

Максимальное напряжение, которое может обеспечить источник постоянного тока.

контрольный график

График, создаваемый для мониторинга одной или более процедур для регистрации радикального отклонения от необходимого значения компонента или процедуры.

пик-фактор

Отношение пикового напряжения к эффективному напряжению волнового сигнала (после вычитания постоянной составляющей).

цап (цифро-аналоговый преобразователь)

Устройство для преобразования оцифрованной волны в аналоговое напряжение.

дБм

Уровень мощности относительно 1 мВт, выраженный в децибелах.

производные единицы

Единицы системы СИ, полученные с помощью основных единиц. Вольты, омы и ватты являются производными единицами, полученными на основе ампера и прочих основных и производных единиц.

коэффициент сдвига мощности

Коэффициент мощности при сдвиге фаз, отношение активной мощности основной гармоники, в ваттах, к полной мощности основной гармоники, в вольт-амперах.

искажения

Нежелательное изменение формы сигнала. Гармонические искажения изменяют исходное соотношение между частотой и другими естественно связанными с ней частотами. Интермодуляционные искажения приводят к появлению новых частот в результате смешивания двух или более исходных частот. Другими типами искажений являются фазовые искажения и переходные искажения.

погрешности

Различными типами погрешности, описанными в глоссарии являются «погрешность смещения», «погрешность нелинейности», «случайная погрешность», «погрешность шкалы», «систематические погрешности» и «погрешность передачи».

неравномерность

Мера изменения реального выходного переменного напряжения источника на различных частотах при установке одинакового номинального уровня выходного напряжения. Источник линейного напряжения обладает очень малой погрешностью во всем диапазоне частот.

фон

Часть погрешности прибора, обычно состоящая из постоянного смещения и шумов. Фон можно выразить в единицах, таких как микровольты, или учитывать только значащие цифры. Для Калибратора 5502A фон объединяется с фиксированным диапазоном ошибок для определения общей погрешности.

полная шкала

Максимальные показания диапазона измерительного прибора, аналого-цифрового преобразователя или другого измерительного устройства, или максимальное значение диапазона выходного сигнала калибратора.

погрешность усиления

Тоже, что и погрешность шкалы. Ошибка шкалы или усиления возникает, когда кривая отклика измерительного прибора не точно равна 1. Измерительный прибор, имеющий только погрешность усиления (погрешность смещения и нелинейности отсутствует), будет показывать 0 В при напряжении 0 В, но что-либо отличное от 10 В при напряжении 10 В.

земля

Точка, относительно которой измеряются напряжения в схеме. Заземление это соединение с заземляющим стержнем или другим заземляющим проводником, обычно с заземляющим проводом в сетевой розетке переменного тока.

паразитный контур заземления

Нежелательный ток, возникающий при наличии в измерительной системе нескольких точек заземления шасси с различными потенциалами. Паразитные контуры заземления можно свести к минимуму, подключая все приборы системы к одной общей точке заземления.

защита

См. "Защита по напряжению".

гармоники

Частоты, кратные основной частоте. Например, частота в два раза превышающая основную, называется второй гармоникой.

IPTS-68 (Международная практическая температурная шкала)

Международная практическая температурная шкала (1968), на смену которой пришла Международная температурная шкала (1990). Дает определение температурному стандарту в градусах °C.

ITS-90

Международная температурная шкала (1990), которая сменила Международную практическую температурную шкалу (1968). Дает определение температурному стандарту в градусах °C.

Международная система единиц

Тоже самое, что и «Система единиц СИ», общепринятая система единиц. См. также «единицы», «основные единицы» и «производные единицы».

стандартные единицы

Надстройка в системе единиц, например, вольты национального бюро стандартов США.

стоимость периода эксплуатации

Стоимость всех элементов, необходимых для эксплуатации прибора в течение его срока службы. Это включает стоимость приобретения, расходы на сервисное и техническое обслуживание, а также стоимость дополнительного оборудования.

линейность

Соотношение двух величин, когда изменение первой величины прямо пропорционально изменению второй величины.

погрешность нелинейности

Погрешность нелинейности возникает, когда кривая отклика измерительного прибора не является точно прямой линией. Этот тип погрешности измеряется методом фиксации двух точек на кривой отклика, проведением через эти точки прямой и, затем, измерением величины отклонения кривой от прямой линии в различных точках кривой отклика.

MAP (Measurement Assurance Program)

Программа метрологического обеспечения. Программа MAP предоставляет информацию по общей погрешности измерений (данных), включая и случайную погрешность и систематические компоненты относительной погрешности по национальным или другим специальным стандартам, если они поддаются измерению, и достаточно малы, чтобы удовлетворять требованиям.

MTBF (Среднее время безотказной работы)

Предполагаемый период времени в часах, в течение которого оборудование работает без отказа. MTBF может быть определено непосредственным наблюдением, или определено математически методом экстраполяции.

MTTF (Среднее время между отказами)

Предполагаемый период времени в часах, в течение которого оборудование работает до первого отказа. MTTF может быть определено непосредственным наблюдением, или определено математически методом экстраполяции.

MTTR (Среднее время ремонта)

Среднее время в часах, необходимое для ремонта отказавшего оборудования.

метрология

Наука и область знаний об измерениях.

минимальные технические характеристики

Набор технических характеристик, которые удовлетворяют требованиям калибровки измерительной системы или устройства. Минимальные технические характеристики обычно определяются при проведении специальных испытаний относительной погрешности методом сравнения показаний калибровочного оборудования и испытываемого устройства во время испытаний.

шумы

Сигнал, не несущий полезной информации, который накладывается на желаемый или ожидаемый сигнал.

нормальные шумы

Нежелательный сигнал, который появляется между клеммами устройства.

погрешность смещения

То же, что и погрешность нуля. Отличие от нуля показаний измерительного прибора при подаче на его вход нулевого сигнала называется погрешностью смещения или нуля.

параметры

Независимые переменные в процедуре измерения, такие как температура, влажность, сопротивление щупов и пр.

коэффициент мощности

Отношение активной мощности в цепи, выраженной в ваттах, к отдаваемой источником мощности, выраженной в вольт-амперах.

точность

Точность измерительного процедуры это согласованность, или близость к одному результату всех результатов измерения. Высокая точность, например, приводит к близкому расположению попаданий стрел в мишень, независимо от того, в какую часть мишени они попали.

предсказуемость

Предполагаемая степень точности выходного значения устройства спустя известное время после калибровки. Если прибор имеет высокую стабильность, он обладает предсказуемостью. Если стабильность устройства невелика, но его значение изменяется в одинаковой степени каждый раз после калибровки, его выходной сигнал имеет большую предсказуемость, чем устройство подверженное случайным изменениям.

первичный стандарт

Стандарт, определенный и поддерживаемый некоторой авторитетной организацией, который используется для калибровки всех других вторичных стандартов.

метрологический процесс

Наблюдение за изменением точности калибровочного и другого оборудования с применением статистического анализа для коррекции факторов, выявленных во время калибровки.

случайная погрешность

Любая погрешность, которая изменяется непредсказуемым образом по абсолютной величине и знаку при измерении одного и того же значения величины в совершенно одинаковых условиях.

диапазон

Указана максимальная длительность измерения устройства. Обычно, измерительный прибор способен измерять величины в более широком диапазоне, выраженном в процентах. (Абсолютный интервал, включающий расширенный диапазон измерений, называется "масштабом"). В Калибраторе 5502 А диапазон и шкала являются идентичными.

эталон

Самый высокий стандарт в лаборатории. Стандарт, используемый для поддержания общепринятых стандартов, используемых при обычной калибровке и процедурах сравнения.

относительная погрешность

Относительная погрешность Калибратора 5502А не учитывает влияние внешних делителей и стандартов, используемых для подстройки констант диапазона. Относительная погрешность учитывает только стабильность, температурный коэффициент, шумы и линейность самого Калибратора 5502А.

надежность

Определяет время безотказной работы прибора.

повторяемость

Согласованность независимых измерений величины в одинаковых условиях.

сопротивление

Свойство проводника, определяющее какой ток будет проходить по нему при действующем вдоль проводника напряжении. Сопротивление измеряется в омах. Один ом, это сопротивление, по которому под действием напряжения один вольт проходит ток один ампер.

разрешение

Минимальное изменение величины, которое может быть обнаружено измерительной системой или прибором. В данном случае, разрешение это минимальное приращение, которое может быть измерено, воспроизведено или отображено.

рч (радиочастота)

Частотный диапазон радиоволн, от 150 кГц и до инфракрасного диапазона.

эфф. (эффективное значение)

Определенное значение переменного напряжения или тока, рассеивающее на сопротивлении такую же мощность, как постоянный ток или напряжение такой же величины.

датчик эфф. значения

Устройство, которое преобразует напряжение переменного тока в напряжение постоянного тока с большой точностью. Датчики эфф. значения работают за счет измерения тепла, образующегося при прохождении напряжения через известное сопротивление (т.е. мощность). Они измеряют фактическое действующее значение напряжения.

термометр сопротивления (RTD)

Устройство, выходное сопротивление которого пропорционально температуре устройства. Для большинства термометров сопротивления приводится характеристика – их сопротивление в точке 0 °C – точке замерзания воды. В типичном случае точке замерзания воды соответствует 100 Ω при 0 °C. Зависимость сопротивления от температуры может иметь следующий вид (например): pt385 (0.00385 Ом/Ом/°C) или pt3926 (0.003926 Ом/Ом/°C).

шкала

Абсолютный интервал диапазона измерения измерительного прибора, включая расширенный диапазон измерений.

погрешность шкалы

Тоже, что и погрешность усиления. Ошибка шкалы или усиления возникает, когда кривая отклика измерительного прибора не точно равна 1. Измерительный прибор, имеющий только погрешность шкалы (погрешность смещения и нелинейности отсутствует), будет показывать 0 В при напряжении 0 В, но что-либо отличное от 10 В при напряжении 10 В.

вторичный стандарт

Стандарт, точность которого поддерживается путем сравнения с первичным стандартом.

чувствительность

Степень отклика измерительного прибора на изменение входного значения, или критерий, который определяется как способность измерительной системы или прибора реагировать на входное значение.

экран

Заземленный корпус прибора, предназначенный для защиты схем или кабеля от электромагнитных помех.

система единиц СИ

Принятая международная система единиц. См. также «единицы», «основные единицы» и «производные единицы».

технические характеристики

Точно определенный набор требований, которым удовлетворяет измерительная

система или устройство.

стабильность

Мера отсутствия произвольного изменения значений со временем и под действием других факторов, таких как температура. Следует отметить, что стабильность это не тоже самое, что погрешность.

стандарт

Устройство, которое используется как точное значение, в качестве эталона и для сравнения.

стандартный элемент

Элемент, которая служит стандартом напряжения. Под термином "стандартный элемент" часто понимается "нормальный элемент Вестона", представляющий собой влажный элемент с анодом из ртути, катодом из амальгамы кадмия и раствором сульфата кадмия в качестве электролита.

систематическая погрешность

Погрешность в результатах повторяющихся измерений, которая остается постоянной или изменяется предсказуемым образом.

температурный коэффициент

Коэффициент отклонения от номинального значения или диапазона при изменении температуры на один °C, приводящего к увеличению погрешности прибора. Эту характеристику необходимо учитывать в тепловых коэффициентах аналоговых цепей Калибратора.

отношение неопределённостей измерений

Численное отношение погрешности калибруемой измерительной системы или прибора, к погрешности измерительной системы или прибора, используемого как калибратор. (Также называется «отношение точности измерений».)

термоэдс

Напряжение, возникающее при нагревании точки контакта двух разнородных металлов.

термопара

Два различных металла, которые, если их спаять вместе, создают небольшое напряжение, зависящее от разности температур между горячим и холодным спаями.

прослеживаемость

Возможность сравнить результаты отдельных измерений с национальными стандартами или принятыми национальными измерительными системами через неразрывную цепочку сравнений, например, «контрольный журнал» калибровки.

Измерения, измерительные системы и устройства имеют __прослеживаемость к принятым стандартам, только в случае предоставления на постоянной основе научно обоснованного доказательства, свидетельствующего, что в процессе измерения получены результаты, общая погрешность которых соответствует национальным или другим принятым стандартам.

погрешность передачи

Сумма всех новых погрешностей, возникших в процессе сравнения одной величины с другой.

эталон сравнения

Любой рабочий стандарт, используемый для сравнения процесса измерения, системы или устройства в одном месте или уровне, с другим процессом измерения, системой или устройством в другом месте или уровне.

мобильный стандарт

Эталон сравнения, достаточно прочный, чтобы допускать перевозку на обычном транспорте в другое место.

активная мощность

Активная мощность производит тепло или работу. См. для сравнения «полная

мощность».

действительное значение

Также называемое легальным, принятым, согласованным, значением, например, корректным значением измеряемой величины.

погрешность

Максимальная разность между принятым, согласованным или действительным значением и измеренным значением величины. Погрешность обычно выражается в единицах ppm (миллионная часть) или в процентах.

единицы

Символы или названия, которые определяют измеряемую величину. Например, единицами являются: В, мВ, А, кВт и дБм. См. также «Система единиц СИ».

испытываемое устройство

Название прибора, который испытывается или калибруется.

вар

Вольт-амперы реактивные, единица реактивной мощности, в отличие от активной мощности в ваттах.

поверка

Когда эксплуатационные качества и погрешность прибора или стандарта проверяются без регулировок или изменений калибровочных постоянных.

вольт

Единицы эдс (электродвижущей силы) или электрической разности потенциалов в системе единиц СИ. Один вольт – это разность электрических потенциалов между двумя точками на проводнике, по которому проходит ток один ампер, а рассеиваемая между этими точками мощность составляет один ватт.

защита по напряжению

Защитный экран вокруг блока измерения напряжения внутри прибора. Защита по напряжению обеспечивает тракт с низким импедансом на землю для синфазного шума и блуждающих токов. Это удаляет погрешности, вносимые этой помехой.

ватты

Единицы измерения мощности в системе СИ. Один ватт это мощность, необходимая для выполнения работы величиной один джоуль за одну секунду. Один ватт это мощность, рассеиваемая током один ампер при прохождении по нагрузке сопротивлением один ом.

рабочий стандарт

Стандарт, который используется в обычных процедурах калибровки и сравнения в лаборатории, и поддерживается методом сравнения с эталонным стандартом.

погрешность нуля

Тоже, что и погрешность смещения. Отличие от нуля показаний измерительного прибора при подаче на его вход нулевого сигнала называется погрешностью нуля или смещения.

Приложение В
Коды шины ASCII и IEEE-488

Символ ASCII	Десятич. число	Восьмерич. число	Шестна- дцатерич. число	Двоич. число 7654 3210	№ уст-ва	Сообщение ATN="истинно"	Символ ASCII	Десятич. число	Восьмерич. число	Шестна- дцатерич. число	Двоич. число 7654 3210	№ уст-ва	Сообщение ATN="истинно"
NUL	0	000	00	0000 0000		GTL	@	64	100	40	0100 0000	0	MTA
SQH	1	001	01	0000 0001			A	65	101	41	0100 0001	1	MTA
STX	2	002	02	0000 0010			B	66	102	42	0100 0010	2	MTA
ETX	3	003	03	0000 0011			C	67	103	43	0100 0011	3	MTA
EOT	4	004	04	0000 0100		SDC PPC	D	68	104	44	0100 0100	4	MTA
ENQ	5	005	05	0000 0101			E	69	105	45	0100 0101	5	MTA
ACH	6	006	06	0000 0110			F	70	106	46	0100 0110	6	MTA
BELL	7	007	07	0000 0111			G	71	107	47	0100 0111	7	MTA
BS	8	010	08	0000 1000		GET TCT	H	72	110	48	0100 1000	8	MTA
HT	9	011	09	0000 1001			I	73	111	49	0100 1001	9	MTA
LF	10	012	0A	0000 1010			J	74	112	4A	0100 1010	10	MTA
VT	11	013	0B	0000 1011			K	75	113	4B	0100 1011	11	MTA
FF	12	014	0C	0000 1100		LLO	L	76	114	4C	0100 1100	12	MTA
CR	13	015	0D	0000 1101			M	77	115	4D	0100 1101	13	MTA
SO	14	016	0E	0000 1110			N	78	116	4E	0100 1110	14	MTA
SI	15	017	0F	0000 1111			O	79	117	4F	0100 1111	15	MTA
DLE	16	020	10	0001 0000		DCL PPU	P	80	120	50	0101 0000	16	MTA
DC1	17	021	11	0001 0001			Q	81	121	51	0101 0001	17	MTA
DC2	18	022	12	0001 0010			R	82	122	52	0101 0010	18	MTA
DC3	19	023	13	0001 0011			S	83	123	53	0101 0011	19	MTA
DC4	20	024	14	0001 0100		SPE SPD	T	84	124	54	0101 0100	20	MTA
NAK	21	025	15	0001 0101			U	85	125	55	0101 0101	21	MTA
SYN	22	026	16	0001 0110			V	86	126	56	0101 0110	22	MTA
ETB	23	027	17	0001 0111			W	87	127	57	0101 0111	23	MTA
CAN	24	030	18	0001 1000		уни- вер- саль- ные ком- анды	X	88	130	58	0101 1000	24	MTA
EM	25	031	19	0001 1001			Y	89	131	59	0101 1001	25	MTA
SUB	26	032	1A	0001 1010			Z	90	132	5A	0101 1010	26	MTA
ESC	27	033	1B	0001 1011			[	91	133	5B	0101 1011	27	MTA
FS	28	034	1C	0001 1100		адрес переда- чи	\	92	134	5C	0101 1100	28	MTA
GS	29	035	1D	0001 1101			]	93	135	5D	0101 1101	29	MTA
RS	30	036	1E	0001 1110			^	94	136	5E	0101 1110	30	MTA
US	31	037	1F	0001 1111			_	95	137	5F	0101 1111	30	UNT
SPACE	32	040	20	0010 0000	0	MLA	‘	96	140	60	0111 0000	0	MSA
!	33	041	21	0010 0001	1		a	97	141	61	0111 0001	1	MSA
"	34	042	22	0010 0010	2		b	98	142	62	0111 0010	2	MSA
#	35	043	23	0010 0011	3		c	99	143	63	0111 0011	3	MSA
\$	36	044	24	0010 0100	4	MLA	d	100	144	64	0111 0100	4	MSA
%	37	045	25	0010 0101	5		e	101	145	65	0111 0101	5	MSA
&	38	046	26	0010 0110	6		f	102	146	66	0111 0110	6	MSA
'	39	047	27	0010 0111	7		g	103	147	67	0111 0111	7	MSA
(	40	050	28	0010 1000	8	MLA	h	104	150	68	0111 1000	8	MSA
)	41	051	29	0010 1001	9		i	105	151	69	0111 1001	9	MSA
*	42	052	2A	0010 1010	10		j	106	152	6A	0111 1010	10	MSA
+	43	053	2B	0010 1011	11		k	107	153	6B	0111 1011	11	MSA
,	44	054	2C	0010 1100	12	MLA	l	108	154	6C	0111 1100	12	MSA
_	45	055	2D	0010 1101	13		m	109	155	6D	0111 1101	13	MSA
.	46	056	2E	0010 1110	14		n	110	156	6E	0111 1110	14	MSA
/	47	057	2F	0010 1111	15		o	111	157	6F	0111 1111	15	MSA
0	48	060	30	0011 0000	16	MLA	p	112	160	70	0111 0000	16	MSA
1	49	061	31	0011 0001	17		q	113	161	71	0111 0001	17	MSA
2	50	062	32	0011 0010	18		r	114	162	72	0111 0010	18	MSA
3	51	063	33	0011 0011	19		s	115	163	73	0111 0011	19	MSA
4	52	064	34	0011 0100	20	MLA	t	116	164	74	0111 0100	20	MSA
5	53	065	35	0011 0101	21		u	117	165	75	0111 0101	21	MSA
6	54	066	36	0011 0110	22		v	118	166	76	0111 0110	22	MSA
7	55	067	37	0011 0111	23		w	119	167	77	0111 0111	23	MSA
8	56	070	38	0011 1000	24	MLA	x	120	170	78	0111 1000	24	MSA
9	57	071	39	0011 1001	25		y	121	171	79	0111 1001	25	MSA
:	58	072	3A	0011 1010	26		z	122	172	7A	0111 1010	26	MSA
;	59	073	3B	0011 1011	27		{	123	173	7B	0111 1011	27	MSA
<	60	074	3C	0011 1100	28	MLA		124	174	7C	0111 1100	28	MSA
=	61	075	3D	0011 1101	29		}	125	175	7D	0111 1101	29	MSA
>	62	076	3E	0011 1110	30		~	126	176	7E	0111 1110	30	MSA
?	63	077	3F	0011 1111	30			127	177	7F	0111 1111	30	UNS

Приложение С

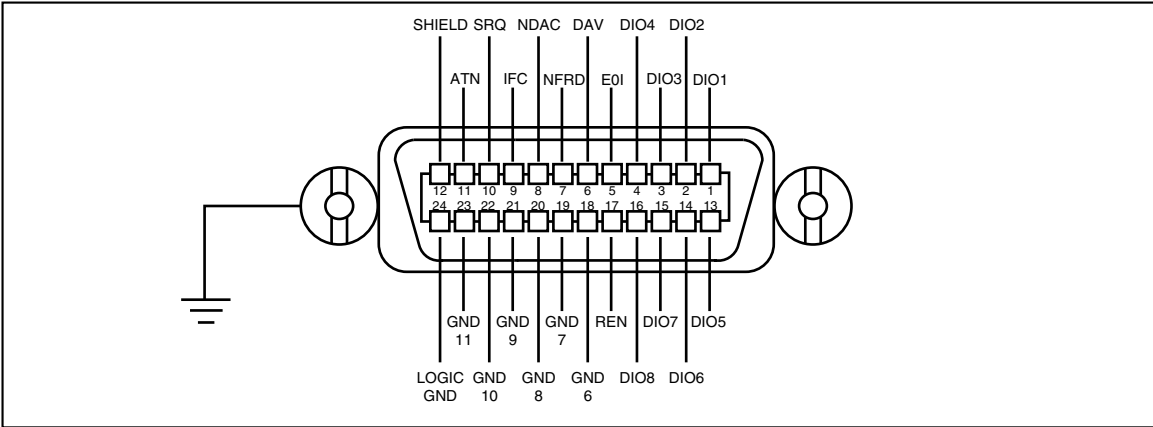
Кабели и разъемы RS-232/IEEE-488

Разъем IEEE-488

Разъем IEEE на задней панели соответствует стандартному кабелю IEEE-488. Назначение штырьков разъема IEEE-488 на задней панели показано на Рис. С-1. Соединительные кабели IEEE-488 можно приобрести в компании Fluke Calibration, см. Таблицу С-1. Информацию о заказе см. в Главе 9 «Принадлежности».

Табл. С-1. Соединительные кабели IEEE-488

Соединительный кабель IEEE-488	Модель Fluke Calibration/Номер по каталогу
1 м (3,28 фута)	Y8021
2 м (6,56 фута)	Y8022

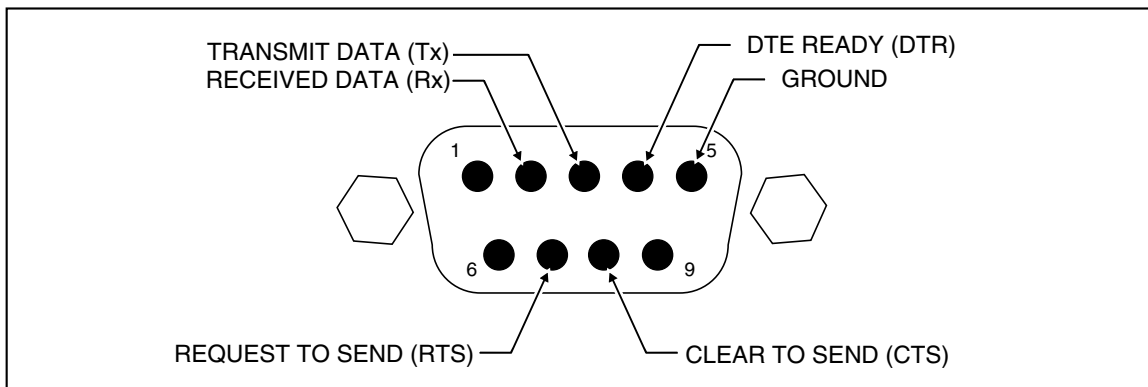


gze01.eps

Рис. С-1. Цоколевка разъема IEEE-488 (вид со стороны контактов)

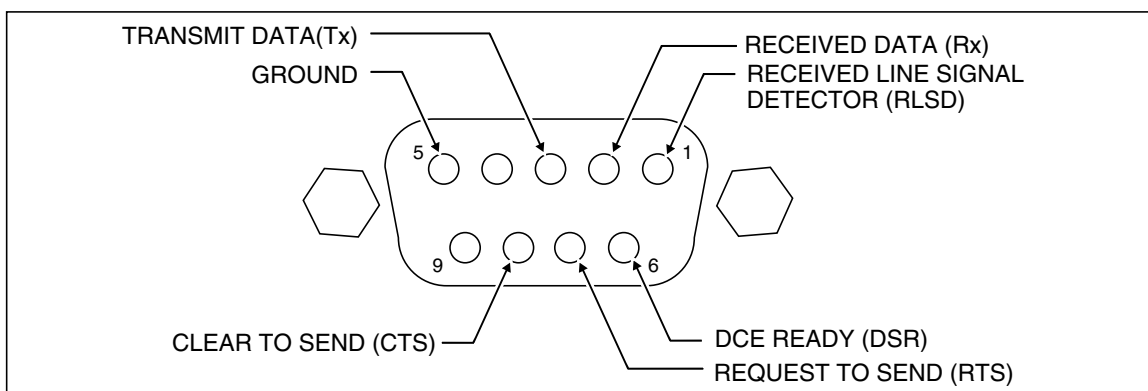
Последовательные разъемы

Два 9-штырьковых последовательных разъема на задней панели Калибратора 5502A используются для подключения к компьютеру, контроллеру или последовательному порту прибора. Цоколевка последовательных разъемов на задней панели соответствует стандарту EIA/TIA-574 и показана на рисунках C-2 (хост) и C-3 (испытываемый прибор).



gze080.eps

Рис. C-2. Цоколевка разъема последовательного кабеля 1 со стороны хоста



gze081.eps

Рис. C-3. Цоколевка разъема последовательного кабеля 2, идущего к испытываемому прибору (со стороны контактов)

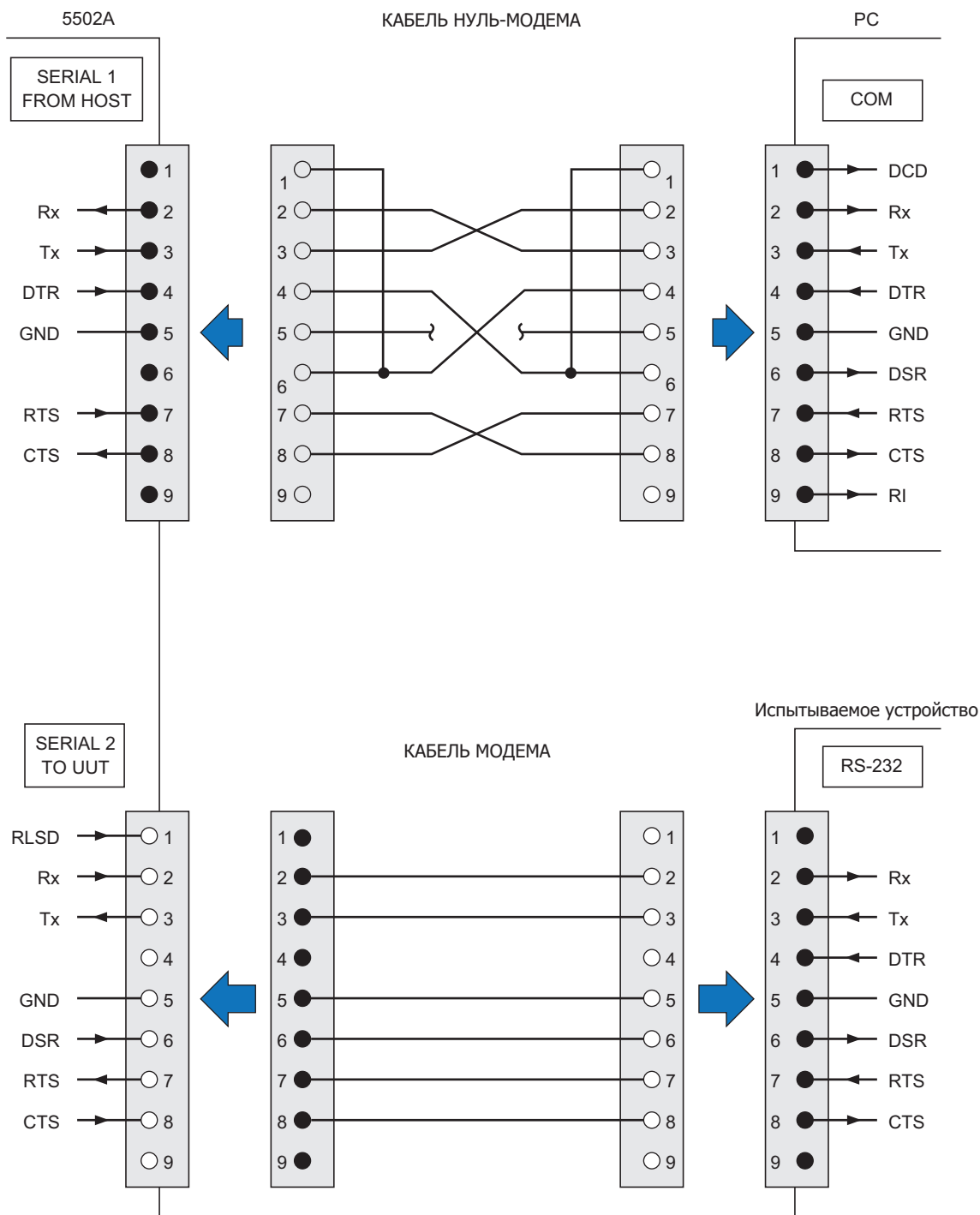


Рис. С-4. Подключения к последовательным портам (DB-9/DB-9)

gze069.eps

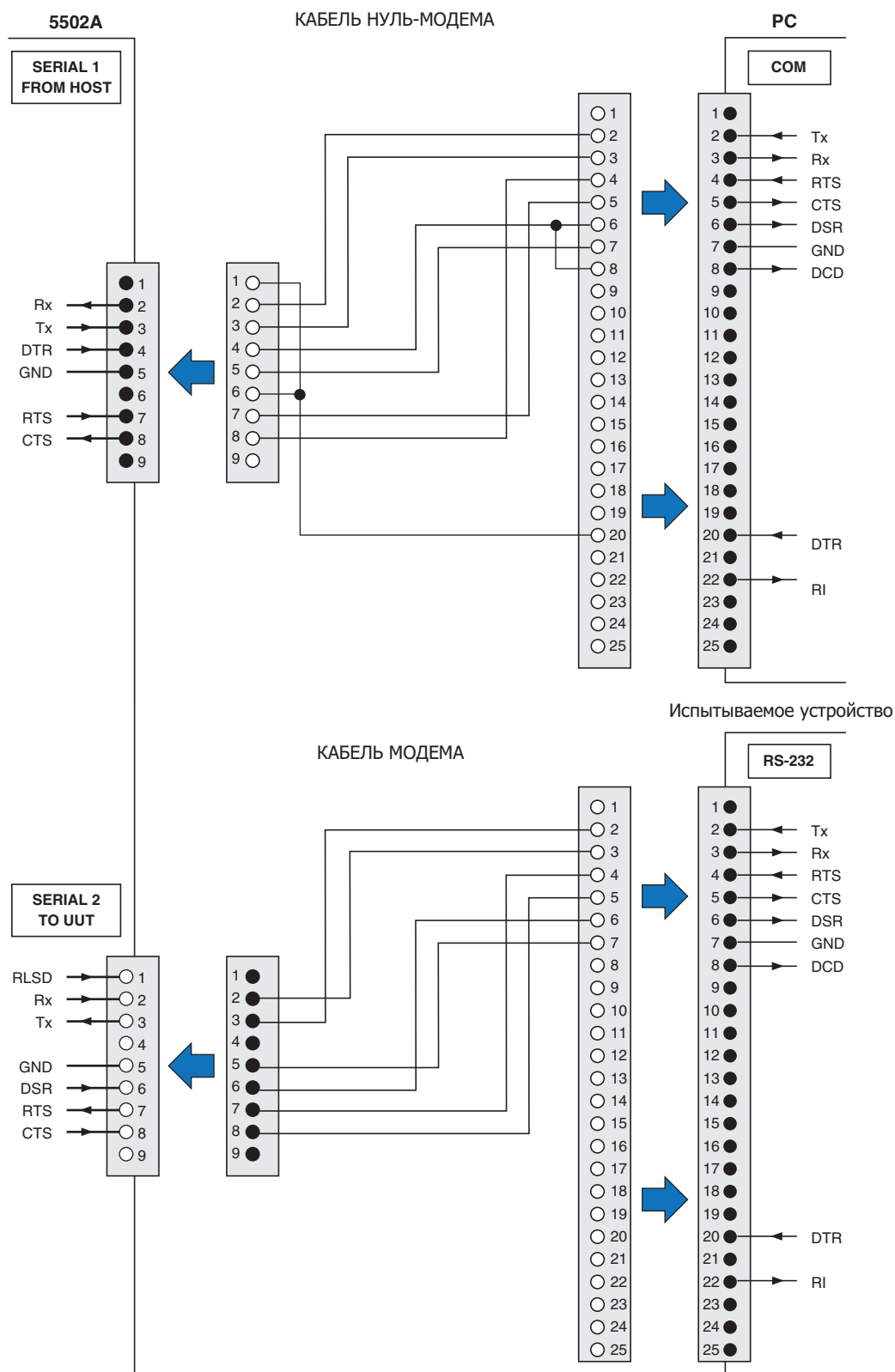


Рис. С-5. Подключения к последовательным портам (DB-9/DB-25)

gzei071.eps

Приложение D

Сообщения об ошибках

Сообщения об ошибках

Ниже следует перечень сообщений об ошибках Калибратора. Формат сообщений об ошибках показан в таблице D–1.

Таблица D–1. Формат сообщений об ошибках

Код ошибки	(Класс сообщения : Описание)		Количество символов текста
От 0 до 65535	QYE Ошибка очереди, вызванная переполнением буфера, незавершенной или прерванной процедурой.	F Ошибка, при появлении, отображается на передней панели.	До 36 текстовых символов
	DDE Устройство-зависимая ошибка, вызванная определенным состоянием Калибратора 5502A, например, перегрузкой.	R Ошибка, при появлении, помещается в очередь дистанционного интерфейса.	
	EXE Ошибка выполнения, вызванная элементом, несовместимым с функциями калибратора 5502A.	S Ошибка, вызванная переходом прибора в режим ожидания.	
	CME Ошибка команды, вызванная неправильным синтаксисом команды, неизвестным названием или параметром неверного типа.	D Ошибка, в результате которой прибор перешел в состояние включения.	
		(none) Ошибка возвращается только инициатору (например, местный или удаленный индикатор).	

0	(QYE:)	Нет ошибки
1	(DDE:FR)	Переполнение очереди ошибок
100	(DDE:FR D)	Внутренний процессор не отвечает (отправка)
101	(DDE:FR D)	Внутренний процессор не отвечает (прием)
102	(DDE:FR D)	Нет синхронизации с внутренним процессором
103	(DDE:FR)	Неверная команда защиты "guard xing"
104	(DDE:FR D)	Сработало аппаратное реле
105	(DDE:FR D)	Внутренний процессор в состоянии ожидания
106	(DDE:FR D)	АЦП в спящем режиме

107	(DDE:FR D)	Внутренний процессор в состоянии ожидания
108	(DDE:FR)	Внутренний процессор устарел
109	(DDE:FR D)	Ошибка четности внутреннего процессора
110	(DDE:FR D)	Ошибка переполнения внутреннего процессора
111	(DDE:FR D)	Ошибка кадрирования внутреннего процессора
112	(DDE:FR D)	Отказ внутреннего процессора
113	(DDE:FR D)	Отказ ввода внутреннего процессора
114	(DDE:FR D)	Ошибка обнаружения отказа внутреннего процессора
115	(DDE:FR D)	Ошибка чтения/записи внутреннего процессора
116	(DDE:FR D)	Получены неожиданные данные (IG)
200	(DDE:DR D)	Невозможно загрузить форму сигнала
300	(DDE:)	Неверный номер процедуры
301	(DDE:)	Пункт процедуры не существует
302	(DDE:)	Загрузка в состоянии занятости невозможна
303	(DDE:)	Невозможно начать/продолжить калибровку
304	(DDE:)	Неверные единицы эталона
305	(DDE:)	Введено значение вне диапазона
306	(DDE:)	Эталонное значение не ожидается
307	(DDE:)	Завершение команды проигнорировано
308	(DDE:FR)	Калибровочная постоянная вне диапазона
309	(DDE:FR)	Калибровка нуля закончилась неудачно
310	(DDE:FR D)	Отказ последовательности при калибровке
311	(DDE:FR D)	Отказ измерения АЦП
312	(DDE:FR)	Неверный параметр этапа калибровки
313	(DDE:)	Переключатель калибровки должен находиться в положении ENABLED
314	(DDE:FR)	Деление на ноль
315	(DDE: FR)	Калибратор должен находиться в рабочем режиме
316	(DDE:FR)	Открыть термопару для калибровки через интерфейс RJ
317	(DDE:FR)	Неверный эталон Z или ввод
318	(DDE:FR)	При калибровке превышен верхний предел ЦАП
319	(DDE: R)	Калибровка необходима каждые 7 дней
320	(DDE: R)	Калибровка нулевого сопротивления необходима каждые 12 часов
398	(QYE:F)	Необычная ошибка калибровки %d
399	(QYE:F)	Ошибка во время %s
400	(DDE:FR D)	Кодировщик не отвечает VERS
401	(DDE:FR D)	Кодировщик не отвечает COMM
402	(DDE:FR D)	Кодировщик не отвечает STAT
403	(DDE:FR)	Отказ самотестирования кодировщика
405	(DDE:FR)	Правое переполнение дисплея
406	(DDE:FR)	Недопустимый символ #%d
407	(DDE:FR)	Нет сброса кодировщика
408	(DDE:FR)	Неверная команда кодировщика
409	(DDE:FR D)	Неожиданный сброс кодировщика
500	(DDE:FR D)	Ошибка внутреннего состояния
501	(DDE:)	Неверное ключевое слово или пункт меню

502	(DDE:)	Гармоника должна быть в пределах 1-50
503	(DDE:)	Частота должна быть больше нуля
504	(DDE:)	Амплитуда переменного тока должна быть больше нуля
505	(DDE:)	Полное сопротивление должно быть больше или равно нулю
506	(DDE:)	Функция не доступна
507	(DDE:)	Значение не доступно
508	(DDE:)	Невозможно автоматически ввести ватты
509	(DDE:)	Выходное значение вне диапазона пользователя
510	(DDE:)	Коэффициент заполнения должен быть 1.0-99.0
511	(DDE:)	Коэффициент мощности должен быть от 0,0 до 1,0
512	(DDE:)	Невозможно сейчас выбрать это поле
513	(DDE:)	Изменение цифры за пределами диапазона
514	(DDE:)	Невозможно сейчас выбрать изменение этого поля
515	(DDE:)	Невозможно сейчас изменить выходное значение
516	(DDE:)	дБм только для синусоидального переменного напряжения
517	(DDE:)	Слишком высокая частота для несинусоидального сигнала
518	(DDE:)	Значение вне фиксированного диапазона
519	(DDE:)	Необходимо указать единицы выходного значения
520	(DDE:)	Невозможно выбрать две частоты одновременно
521	(DDE:)	Невозможно воспроизвести одновременно 3 значения
522	(DDE:)	Температура должна быть в градусах С или F
523	(DDE:)	Операция в настоящее время невозможна
526	(DDE:)	Предел слишком мал или велик
527	(DDE:)	Изменения сейчас невозможны, за исключением СБРОСА
528	(DDE:)	Смещение вне диапазона
529	(DDE:)	Невозможно изменить на или с 0 Гц
530	(DDE:)	Неверный образ состояния, загрузка невозможна
531	(DDE:)	Смещение термопары ограничено значениями +/-500 С
532	(DDE:)	Невозможно перейти в режим STBY при измерении посредством термопары
533	(DDE:)	Невозможно сейчас установить смещение
534	(DDE:)	Невозможно зафиксировать этот диапазон
535	(DDE:)	Невозможно сейчас установить фазу или коэффициент мощности
536	(DDE:)	Невозможно сейчас установить форму сигнала
537	(DDE:)	Невозможно сейчас задать гармоники
538	(DDE:)	Невозможно сейчас изменить коэффициент заполнения

539	(DDE:)	Невозможно сейчас изменить компенсацию
540	(DDE:FR)	OUTPUT (Выход) по току переведен на 5725 A
541	(DDE:)	Величина TC ref должна быть действительной температурой термопары
542	(DDE:)	Невозможно сейчас включить ЗЕМЛЮ
543	(DDE: R)	STA не может обновить OTD
544	(DDE:)	Невозможно ввести мощность несинусоидального сигнала
545	(DDE:)	Изменение сейчас невозможно
546	(DDE:)	Невозможно сейчас установить в мультивибратор это значение
547	(DDE:)	Невозможно сейчас установить выходное сопротивление
548	(DDE:FR)	Компенсация сейчас ВЫКЛЮЧЕНА
549	(DDE:)	Период должен быть больше или равен нулю
550	(DDE:)	Отчет уже напечатан
551	(DDE:)	Модуль калибровки осциллографа не установлен
552	(DDE:)	Не функция калибровки осциллографа
553	(DDE:)	Невозможно сейчас установить форму маркера
554	(DDE:)	Невозможно сейчас установить параметр видео
555	(DDE:)	Положение маркера за пределами диапазона
556	(DDE:)	Ширина импульса должна быть 1-255
557	(DDE:)	Невозможно сейчас установить диапазон
558	(DDE:)	Не диапазон для этой функции
559	(DDE:)	Невозможно сейчас задать импульс TD
560	(DDE:)	ZERO_MEAS только для C
561	(DDE:FR)	Это требует опции -SC
562	(DDE:FR)	Это требует опции -SC600
563	(DDE:)	Временной предел должен быть в диапазоне 1с - 60 с
564	(DDE:)	Невозможно задать опорную фазу в настоящий момент
565	(DDE:)	Измерение ZERO_MEAS недействительно
568	(DDE:)	Ведомое устройство не может отправить SYNCOUT
569	(DDE:FR)	Это требует опции -SC1100
570	(DDE:)	Неверный номер гармоники
571	(DDE:)	Неверная амплитуда гармоники
572	(DDE:)	Дубликат номера гармоники
573	(DDE:)	Мультивибратор работает только в РАБОЧЕМ режиме и установленными значениями
574	(DDE:)	Не более 15 гармоник в многоканальной волне
575	(DDE:)	Фликер только для прямоугольного или синусоидального сигнала
578	(DDE:)	Установить это в настоящее время невозможно
579	(EXE: R)	Слишком большой параметр
600	(DDE:FR D)	Внешний процессор в состоянии ожидания

601	(DDE:FR)	Сбой проверки оперативной памяти при включении
602	(DDE:FR)	Сбой проверки GPIB (универсальной интерфейсной шины) при включении
700	(DDE: R)	Сбой записи в энергонезависимую память
701	(DDE: R)	Отказ энергонезависимой памяти
702	(DDE: FR)	Отказ энергонезависимой памяти и загрузка стандартных значений
703	(DDE: FR)	Энергонезависимая память устарела. Загрузка стандартных значений
800	(DDE:FR D)	Ошибка четности последовательного сигнала
801	(DDE:FR)	Ошибка кадрирования последовательного сигнала %s
802	(DDE:FR D)	Ошибка переполнения последовательного сигнала %s
803	(DDE:FR D)	Выпадение символов при последовательной передаче %s
900	(DDE:FR D)	Время ожидания отчета - прервано
1000	(DDE:FR)	Отказ последовательности во время диагностики
1200	(DDE:FR)	Слишком длинное имя последовательности
1201	(DDE:FR)	Таблица последовательностей ОЗУ заполнена
1202	(DDE:FR)	Таблица имен последовательностей заполнена
1300	(CME: R)	Неверный синтаксис
1301	(CME: R)	Неизвестная команда
1302	(CME: R)	Неверное число параметров
1303	(CME: R)	Неверное ключевое слово
1304	(CME: R)	Неверный тип параметра
1305	(CME: R)	Неверные единицы параметра
1306	(EXE: R)	Неверное значение параметра
1307	(QYE: R)	Зависание ввода/вывода 488.2
1308	(QYE: R)	Прерывание запроса 488.2
1309	(QYE: R)	Незавершенная команда 488.2
1310	(QYE: R)	Запрос после неопределенного ответа 488.2
1311	(DDE: R)	Отказ по интерфейсу GPIB универсальной интерфейсной шины
1312	(DDE: R)	Отказ по последовательному интерфейсу
1313	(DDE: R)	Только для сервисного обслуживания
1314	(EXE: R)	Слишком длинный параметр
1315	(CME: R)	Отказ мультивибратора устройства
1316	(EXE: R)	Рекурсия мультивибратора устройства
1317	(CME: R)	Переполнение буфера последовательного интерфейса
1318	(CME: R)	Неверное число
1319	(EXE: R)	Отказ команды обслуживания
1320	(CME: R)	Неверное двоичное число
1321	(CME: R)	Неверный двоичный блок
1322	(CME: R)	Неверное ключевое слово
1323	(CME: R)	Неверное десятичное число
1324	(CME: R)	Множитель экспоненты слишком большой

1325	(CME: R)	Неверный шестнадцатеричный блок
1326	(CME: R)	Неверное шестнадцатеричное число
1328	(CME: R)	Неверное восьмеричное число
1329	(CME: R)	Слишком много символов
1330	(CME: R)	Неверная строка
1331	(DDE: R)	Рабочий режим запрещен при отложенной ошибке
1332	(CME:FR)	Невозможно сейчас изменить настройки испытываемого устройства
1500	(DDE:FRS)	Чрезмерное напряжение источника питания
1501	(DDE:FRS)	Шунт амперметра перегружен или недогружен
1502	(DDE:FRS)	Превышение теплового предела по току (A)
1503	(DDE:FRS)	Превышен предел выходного тока
1504	(DDE:FRS)	Превышение предела по напряжению или току на входе
1505	(DDE:FRS)	Счетчик VDAC вне диапазона
1506	(DDE:FRS)	Счетчик IDAC вне диапазона
1507	(DDE:FRS)	Счетчик ЦАП шкалы переменного тока вне диапазона
1508	(DDE:FRS)	Счетчик ЦАП шкалы постоянного тока вне диапазона
1509	(DDE:FRS)	Счетчик ЦАП частоты вне диапазона
1510	(DDE:FRS)	Счетчик IDAC (DC OFFSET) вне диапазона
1511	(DDE:FRS)	Счетчик ZDAC вне диапазона
1515	(DDE:FR D)	Не удастся загрузить форму волны для режима осциллографа
1516	(DDE:FRS)	Пиковые или средние амплитуды слишком велики
1600	(DDE:FR D)	Ошибка перехода OPM
1601	(DDE:FR D)	Ошибка измерения термопары
1602	(DDE:FR D)	Ошибка измерения Z
65535	(DDE:FR)	Неизвестная ошибка %d