

FLUKE®

Calibration

5522A

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 И 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)	1-7
	Дистанционный режим управления (IEEE-488).....	1-8
	Где найти необходимые сведения.....	1-8
	Руководства	1-8
	Руководство по началу работы с Калибратором 5522A.....	1-8
	Руководство по эксплуатации Калибратора 5522A	1-9
	Общие технические характеристики	1-10
	Подробные технические характеристики	1-11
	Постоянное напряжение	1-11
	Постоянный ток.....	1-12
	Сопротивление.....	1-14
	Переменное напряжение (синусоидальное)	1-15
	Переменный ток (синусоидальный).....	1-17
	Емкость	1-19
	Калибровка температуры (термопара)	1-20
	Калибровка температуры (термометр сопротивления).....	1-21
	Общая характеристика мощности по постоянному току	1-21
	Общая характеристика для мощности переменного тока (от 45 Гц до 65 Гц), коэфф. мощности 1	1-22
	Предельные характеристики мощности и в режиме двух выходных сигналов	1-22
	Фаза.....	1-23
	Дополнительные характеристики	1-24
	Частота	1-24
	Гармоники (со 2 ^й по 50 ^ю).....	1-24
	Расширенный частотный диапазон переменного напряжения (синусоидального)	1-25
	Переменное напряжение (не синусоидальное).....	1-26

	Переменное напряжение с постоянной составляющей	1-28
	Характеристики прямоугольного переменного напряжения	1-28
	Характеристики пилообразного переменного напряжения	1-28
	Переменный ток (не синусоидальный)	1-28
	Характеристики переменного тока, прямоугольные колебания (типичные)	1-30
	Характеристики переменного тока, пилообразные колебания (типичные)	1-30
2	Подготовка к работе	2-1
	Введение	2-3
	Распаковка и осмотр	2-3
	Порядок замены сетевого предохранителя	2-3
	Выбор сетевого напряжения	2-4
	Как подключить питание	2-4
	Выбор сетевой частоты	2-5
	Как связаться с Fluke	2-6
	Размещение	2-7
	Рекомендации по охлаждению	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	Работа с передней панели	4-1
	Введение	4-3
	Как включить Калибратор	4-3
	Прогрев Калибратора	4-4
	Использование функциональных кнопок	4-4
	Использование меню "Настройка"	4-5
	Использование меню "Настройка прибора"	4-5
	Меню служебных функций	4-6
	Использование меню "Энергонезависимая память"	4-7
	Сброс настроек Калибратора	4-8
	Обнуление настроек Калибратора	4-8
	Рабочий режим и режим ожидания	4-9
	Подключение Калибратора к испытываемому устройству	4-10
	Рекомендуемые кабели и типы разъемов	4-10
	Когда используются кнопки EARTH и EXGRD	4-11
	Заземление	4-11
	Внешний ограничитель	4-11
	Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением	4-12
	Четырехпроводное подключение	4-12
	Двухпроводная компенсация	4-12
	Без компенсации	4-12
	Указания по кабельным подключениям	4-13
	Среднеквадратичное значение и амплитуда размаха	4-18
	Автоматический диапазон и фиксированный диапазон	4-19
	Установка выходного сигнала	4-19
	Установка постоянного напряжения на выходе	4-20
	Установка переменного напряжения на выходе	4-21

Установка выходного сигнала постоянного тока	4-25
Установка выходного сигнала переменного тока.....	4-26
Установка выходной мощности постоянного тока	4-28
Установка выходной мощности переменного тока.....	4-30
Установка одновременного воспроизведения двух напряжений..	4-33
Установка одновременного воспроизведения двух переменных напряжений	4-35
Установка выходного сопротивления	4-38
Установка выходной емкости	4-39
Установка моделирования температуры (термопара).....	4-41
Установка моделирования температуры (резистивный датчик температуры)	4-43
Измерение температур термопары.....	4-45
Типы форм сигналов.....	4-48
Синусоида	4-48
Пилообразные сигналы	4-48
Прямоугольный сигнал.....	4-48
Усеченная синусоида	4-49
Настройка гармоник.....	4-49
Настройка фазы.....	4-51
Ввод значений угла смещения фазы	4-53
Ввод значения коэффициента мощности.....	4-53
Ввод значения постоянного напряжения смещения.....	4-54
Редактирование ошибочных значений выходных сигналов.....	4-55
Изменение настройки выходного значения	4-56
Отображение ошибок испытываемого устройства	4-56
Умножение и деление	4-58
Настройка предельных значений выходного сигнала.....	4-58
Установка предельных значений напряжения и тока	4-58
Измерение давления.....	4-59
Синхронизация Калибратора через вход/выход 10 МГц (10 MHz IN/OUT)	4-61
Использование внешнего синхросигнала частотой 10 МГц.....	4-61
Подача переменного тока с параллельно подключенных приборов 5522A	4-62
Калибровка трехфазного источника питания	4-63
Примеры применения	4-64
Калибровка цифрового мультиметра серии 80	4-64
Кабели.....	4-65
Подключение к заземлению	4-65
Тестирование измерительного прибора.....	4-65
Калибровка измерительного прибора	4-71
Тестирование анализатора гармоник модели 41	4-71
Тестирование показаний в ваттах, вольт-амперах, var	4-72
Тестирование показаний гармоник в вольтах	4-73
Тестирование показаний гармоник в амперах	4-74
Калибровка термометра Fluke 51	4-75
Тестирование термометра	4-75
Калибровка термометра	4-77
5 Работа в дистанционном режиме	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	5-7

Настройка порта RS-232 Host для дистанционного управления	5-9
Процедура настройки порта RS-232 Host.....	5-9
Проверка порта Калибратора RS-232 Host	5-11
Тестирование работы порта Калибратора RS-232 при помощи утилиты Terminal	5-12
Тестирование работы порта Калибратора RS-232 Host при помощи Visual Basic	5-14
Настройка порта RS-232 UUT для дистанционного управления.....	5-15
Процедура настройки порта RS-232 UUT	5-15
Проверка порта Калибратора RS-232 UUT через порт Калибратора RS-232 Host.	5-16
Тестирование работы порта Калибратора RS-232 UUT при помощи утилиты Terminal	5-17
Тестирование работы порта Калибратора RS-232 UUT при помощи Visual Basic	5-18
Проверка порта RS-232 UUT через порт IEEE-488	5-18
Переход между дистанционным и автономным управлением.....	5-20
Автономное состояние	5-20
Автономное состояние с блокировкой	5-20
Дистанционное состояние	5-20
Дистанционное состояние с блокировкой	5-21
Обзор интерфейса RS-232	5-22
Обзор интерфейса IEEE-488.....	5-22
Использование команд	5-25
Типы команд	5-25
Устройство-зависимые команды	5-25
Общие команды.....	5-25
Команды запросов	5-26
Интерфейсные сообщения (IEEE-488).....	5-26
Составные команды	5-28
Связанные команды.....	5-28
Перекрывающиеся команды	5-29
Последовательные команды	5-29
Команды, для выполнения которых необходим переключатель калибровки.	5-29
Команды только для RS-232	5-30
Команды только для IEEE-488	5-30
Синтаксис команд	5-31
Правила синтаксиса параметров	5-31
Дополнительные символы пробела или табуляции.....	5-33
Символы завершения	5-33
Обработка поступающих символов.....	5-34
Синтаксис ответных сообщений.....	5-34
Проверка состояния Калибратора 5522A	5-35
Байт состояния последовательного опроса (STB).....	5-36
Линия запроса на обслуживание (SRQ)	5-38
Регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE)	5-38
Программирование STB и SRE	5-39
Регистр состояния события (ESR).....	5-39
Регистр разрешения состояния события (ESE).....	5-39
Назначение битов ESR и ESE	5-39
Программирование ESR и ESE.....	5-40
Регистр состояния прибора (ISR)	5-41
Регистры изменения состояния прибора.....	5-41
Регистры разрешения изменения состояния прибора	5-41

	Назначение битов регистров ISR, ISCR и ISCE	5-41
	Программирование регистров ISR, ISCR и ISCE	5-42
	Выходная очередь	5-43
	Очередь ошибок	5-43
	Примеры программ дистанционного управления	5-43
	Указания по программированию Калибратора	5-44
	Запись SRQ и обработчик ошибок	5-45
	Проверка измерителя на шине IEEE-488	5-45
	Проверка измерителя на последовательном порту RS-232 UUT ..	5-45
	Использование *OPC?, *OPC и *WAI	5-46
	Измерение при помощи термопары	5-47
	Измерение давления	5-47
	Использование порта RS-232 UUT для управления прибором	5-47
	Работа входного буфера	5-47
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
	Как заменить сетевой предохранитель	7-3
	Как заменить токоограничивающие предохранители	7-4
	Очистка воздушного фильтра	7-5
	Общая чистка	7-6
	Проверка работоспособности	7-7
8	Принадлежности	8-1
	Введение	8-3
	Комплект для крепления к стойке	8-4
	Интерфейсный кабель IEEE-488	8-4
	Нуль-модемный кабель RS-232	8-4
	5520A-525A/LEADS	8-4
9	Модуль калибровки осциллографов SC600	9-1
	Введение	9-3
	Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC600	9-3
	Общие технические характеристики	9-5
	Характеристики функции Voltage	9-5
	Технические характеристики фронта	9-5
	Характеристики функции сглаженной синусоиды	9-6
	Характеристики маркера времени	9-6
	Характеристики генератора колебаний	9-6
	Характеристики генератора импульсов	9-7
	Характеристики пускового сигнала (функция Pulse)	9-7
	Характеристики пускового сигнала (функция маркера времени) ..	9-7
	Характеристики пускового сигнала (функция фронта Edge)	9-7
	Характеристики пускового сигнала (функция напряжения прямоугольной волны)	9-7
	Характеристики пускового сигнала	9-7
	Характеристики измерений входного сопротивления	

осциллографа	9-8
Характеристики измерений входной емкости осциллографа	9-8
Характеристики измерений перегрузки	9-8
Подключения осциллографа	9-8
Запуск модуля SC600	9-9
Выходной сигнал	9-9
Изменение настроек выходного сигнала	9-10
Ввод значения	9-10
Настройка значений с помощью поворотной кнопки	9-11
Использование клавиш $\frac{MULT}{X}$ и $\frac{DIV}{=}$	9-13
Сброс настроек модуля SC600	9-13
Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе	9-13
Функция напряжения	9-13
Меню V/DIV	9-14
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений	9-15
Процедура калибровки амплитуды для осциллографа	9-15
Калибровка импульсной и частотной характеристики осциллографа	9-16
Функция фронта	9-17
Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа	9-17
Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода	9-19
Функция сглаженной синусоиды	9-20
Сочетания клавиш для настройки частоты и напряжения	9-21
Меню MORE OPTIONS	9-21
Выполнение развертки по частотному диапазону	9-22
Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа ...	9-23
Калибровка временной развертки осциллографа	9-25
Функция маркера времени	9-25
Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа	9-26
Тестирование запуска модуля SC600	9-28
Тестирование видео-триггеров	9-30
Проверка регистрации импульса	9-31
Измерение сопротивления и емкости входного сигнала	9-32
Измерение входного полного сопротивления	9-33
Измерение входной емкости	9-33
Тестирование защиты от перегрузки	9-34
Дистанционные команды и запросы	9-35
Общие команды	9-35
Команды функции Edge	9-40
Команды функции Marker	9-40
Команды функции Video	9-42
Команды функции Overload	9-42
Команды функции полного сопротивления/емкости	9-43
Проверочные таблицы	9-44
Проверка показаний напряжения постоянного тока	9-44
Проверка амплитуды перемен. напряжения	9-45
Проверка частоты перемен. напряжения	9-46
Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 1 M Ω	9-46
Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 50 M Ω	9-49
Проверка амплитуды сглаженной синусоиды	9-50

Проверка частоты сглаженной синусоиды.....	9-51
Проверка гармоник сглаженной синусоиды.....	9-51
Проверка плоскостности сглаженной синусоиды.....	9-52
Проверка амплитуды фронта	9-61
Проверка частоты фронта.....	9-61
Проверка времени активности фронта.....	9-62
Проверка времени нарастания фронта.....	9-62
Верификация генератора туннельного диода.....	9-62
Проверка генератора маркеров.....	9-63
Проверка периода генератора импульсов	9-63
Проверка ширины импульса генератора импульсов	9-63
Проверка входного полного сопротивления	9-64
Проверка входного полного сопротивления: Емкость	9-64
10 Модуль калибровки осциллографов SC1100	10-1
Введение	10-3
Технические характеристики модуля SC1100.....	10-3
Общие технические характеристики	10-4
Характеристики по напряжению	10-4
Технические характеристики фронта	10-5
Характеристики функции сглаженной синусоиды.....	10-5
Характеристики маркера времени	10-6
Характеристики генератора колебаний	10-6
Характеристики генератора импульсов	10-7
Характеристики пускового сигнала (функция импульса Pulse)	10-7
Характеристики пускового сигнала (функция маркера времени Time Marker).....	10-7
Характеристики пускового сигнала (функция фронта Edge).....	10-7
Характеристики пускового сигнала (функция напряжения прямоугольной волны).....	10-7
Характеристики телевизионного пускового сигнала	10-7
Характеристики измерений входного сопротивления осциллографа	10-8
Характеристики измерений входной емкости осциллографа	10-8
Характеристики измерений перегрузки	10-8
Подключения осциллографа	10-8
Запуск модуля SC1100	10-9
Выходной сигнал.....	10-9
Изменение настроек выходного сигнала	10-9
Ввод значения	10-10
Настройка значений с помощью поворотной кнопки	10-10
Использование клавиш $\frac{MULT}{X}$ и $\frac{DIV}{=}$	10-11
Сброс модуля SC1100.....	10-11
Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе	10-11
Функция напряжения VOLT	10-11
Меню V/DIV.....	10-12
Процедура калибровки амплитуды для осциллографа	10-13
Калибровка импульсной и частотной характеристики осциллографа	10-14
Функция фронта.....	10-15
Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа	10-15
Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода	10-17
Функция сглаженной синусоиды	10-17

Сочетания клавиш для настройки частоты и напряжения	10-18
Меню MORE OPTIONS.....	10-19
Выполнение развертки по частотному диапазону	10-20
Процедура калибровки частотной характеристики осциллографа	10-21
Калибровка временной развертки осциллографа	10-22
Функция маркера времени	10-22
Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа	10-24
Тестирование функции триггера осциллографа.....	10-25
Тестирование триггеров видео	10-26
Верификация регистрации импульсов.....	10-27
Измерение сопротивления и емкости входного сигнала.....	10-28
Измерение выходное сопротивление	10-28
Измерение входной емкости	10-29
Тестирование защиты от перегрузки	10-29
Дистанционные команды и запросы.....	10-30
Общие команды	10-31
Команды функции Edge.....	10-35
Команды функции Marker	10-35
Команды функции Video	10-35
Команды функции Overload	10-36
Команды функции полного сопротивления/емкости.....	10-37
Проверочные таблицы	10-38
Проверка показаний напряжения постоянного тока	10-38
Проверка напряжения перем. напряжения	10-40
Проверка частоты перем. напряжения	10-42
Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 1 MΩ	10-42
Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 50 MΩ	10-43
Проверка амплитуды фронта	10-44
Проверка частоты фронта	10-45
Проверка времени активности фронта	10-45
Проверка времени нарастания фронта.....	10-45
Верификация генератора туннельного диода.....	10-46
Верификация сглаженной синусоиды: Амплитуда	10-46
Верификация сглаженной синусоиды: Частота.....	10-47
Верификация сглаженной синусоиды: Гармоники	10-47
Верификация сглаженной синусоиды: Неравномерность	10-49
Проверка генератора маркеров.....	10-56
Проверка периода генератора импульсов	10-57
Проверка ширины импульса генератора импульсов	10-57
Проверка входного полного сопротивления	10-58
Проверка входного полного сопротивления: Емкость	10-58
11 Модуль PQ	11-1
Введение	11-3
Технические характеристики модуля 5522A PQ	11-3
Технические характеристики модуля 5522A PQ	11-3
Характеристики функции составных сигналов.....	11-3
Характеристики для переменного напряжения	11-4
Дополнительные характеристики для переменного напряжения (только в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов)	11-5

Характеристики по переменному току, режим LCOMP отключен .	11-5
Характеристики по переменному току, режим LCOMP отключен (продолжение)	11-6
Характеристики по переменному току, режим LCOMP ON*	11-6
Режим моделирования фликера	11-7
Режим моделирования провалов и выбросов	11-7
Фазовые характеристики, синусоидальный выход	11-7
Функция составного гармонического сигнала (Вольт)	11-8
Переход в режимы PQ	11-8
Создание составного гармонического сигнала	11-8
Меню выбора сигналов	11-8
RECALL WAVE	11-9
SAVE WAVE	11-9
NEW WAVE	11-9
EDIT WAVE	11-9
Создание новых форм сигналов	11-10
Номер гармоники	11-10
Амплитуда гармоники	11-10
Фаза	11-10
Изменение форм сигналов	11-11
Сохранение форм сигналов	11-12
Вызов сигналов	11-12
Предустановленные сигналы	11-13
Сигналы IEC	11-13
Сигналы NRC	11-13
Вызов предустановленных сигналов IEC	11-13
Вызов предустановленных сигналов NRC	11-14
Функция составного гармонического сигнала (Ампер)	11-14
Установка режима LCOMP	11-15
Выход AUX	11-15
Функция составного гармонического сигнала (Вольты и амперы) ...	11-15
Установка режима LCOMP	11-16
Выход AUX	11-16
Меню Ф и REF	11-17
Функция составного гармонического сигнала (Вольты и вольты) ...	11-17
Меню Ф и REF	11-18
Изменение (Δ) амплитуды, функция фликера (вольты)	11-18
Режим изменения (Δ) амплитуды (вольт)	11-18
Выбор функции фликера	11-18
Установка частоты повторения	11-19
Установка формы модуляции.	11-19
Выбор амплитуды фликера	11-19
Значения P_{ST}	11-19
Задание фазы и опорного сигнала в функции Δ AMPL	11-19
Изменение (Δ) амплитуды, функция фликера (ток)	11-20
Режим изменения (Δ) амплитуды (вольт)	11-20
Дополнительные сведения	11-20
Изменение амплитуды (Δ), функция однократных событий (провал и выброс) (вольты)	11-20
Режим изменения амплитуды (Δ) (вольт)	11-20
Установка времени изменения	11-21
Установка ширины провалов и выбросов.	11-21
Установка амплитуды провалов и выбросов	11-21
Установка триггеров	11-21
Пример	11-21

Дельта (Δ) амплитуды, однократная функция (провал и выброс) (ток)	11-22
Режим изменения (Δ) амплитуды (AMPS)	11-22
Установка триггеров	11-22
Установка времени изменения	11-22
Установка ширины провалов и выбросов.	11-23
Установка амплитуды провалов и выбросов.....	11-23
Режим изменения амплитуды (Δ) (вольт и ампер).....	11-23
Пример.....	11-23
Дистанционные команды.....	11-24
Команды	11-24
Примеры строк.....	11-29
Проверка работоспособности.....	11-29
Проверочная таблица	11-30

Appendices

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 электропитания, поставляемые Fluke	2-6
3-1.	Элементы передней панели	3-4
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	4-13
4-2.	Кнопки выхода из режима измерения погрешности	4-56
4-3.	Показания в ваттах, текстовый экран.....	4-72
4-4.	Показания гармоник в вольтах, экран гармоник	4-74
4-5.	Показания гармоник в амперах, экран гармоник	4-75
4-6.	Показания термодатчиков	4-77
5-1.	Изменение состояния работы.....	5-21
5-3.	Эмуляция RS-232 сообщений IEEE-488	5-23
5-4.	Интерфейсные сообщения IEEE-488 (полученные).....	5-26
5-5.	Интерфейсные сообщения IEEE-488 (отправленные)	5-28
5-6.	Команды только для RS-232	5-30
5-7.	Команды только для IEEE-488	5-31
5-8.	Допустимые для использования в параметрах и ответных сообщениях единицы	5-31
5-9.	Символы завершения	5-33
5-10.	Типы ответных данных.....	5-34
5-11.	Краткие сведения о регистрах состояния	5-35
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 измерения давления.....	6-7
6-7.	Команды порта RS-232 Host	6-7
6-8.	Команды порта RS-232 UUT.....	6-8
6-9.	Команды настройки и утилиты	6-8
6-10.	Команды состояния	6-9

6-11.	Команды измерения для термопары (TC)	6-10
7-1.	Замена сетевого предохранителя.....	7-4
7-2.	Замена токоограничивающего предохранителя	7-5
7-3.	Проверочные испытания постоянного напряжения (Normal).....	7-7
7-4.	Проверочные испытания постоянного напряжения (AUX)	7-8
7-5.	Проверочные испытания постоянного тока (AUX)	7-8
7-6.	Проверочные испытания для сопротивления	7-9
7-7.	Проверочные испытания переменного напряжения (Normal)	7-10
7-8.	Проверочные испытания переменного напряжения (AUX)	7-12
7-9.	Проверочные испытания переменного тока	7-13
7-10.	Проверочные испытания для емкости	7-15
7-11.	Проверочные испытания при моделировании термопары	7-17
7-12.	Проверочные испытания для измерения при помощи термопары	7-17
7-13.	Проверочные испытания погрешности фазы, В и В.....	7-18
7-14.	Проверочные испытания погрешности фазы, В и А.....	7-19
7-15.	Проверочные испытания частоты.....	7-20
8-1.	Опции и принадлежности.....	8-3
9-1.	Параметры команды SCOPE.....	9-35
9-2.	Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC600.....	9-44
9-3.	Проверка показаний напряжения переменного тока модуля SC600.....	9-45
9-4.	Проверка показаний частоты переменного тока модуля SC600.....	9-46
9-5.	Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC600 (выходное полное сопротивление 1 МΩ).....	9-46
9-6.	Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC600 (выходное полное сопротивление 50 МΩ).....	9-49
9-7.	Проверка амплитуды сглаженной синусоиды модуля SC600.....	9-50
9-8.	Проверка частоты сглаженной синусоиды модуля SC600	9-51
9-9.	Проверка гармоник сглаженной синусоиды модуля SC600	9-51
9-10.	Проверка плоскостности сглаженной синусоиды модуля SC600	9-52
9-11.	Проверка амплитуды фронта модуля SC600.....	9-61
9-12.	Проверка частоты фронта модуля SC600	9-61
9-13.	Проверка времени активности фронта модуля SC600	9-62
9-14.	Проверка времени нарастания фронта модуля SC600	9-62
9-15.	Проверка генератора туннельного диода модуля SC600	9-62
9-16.	Проверка генератора маркеров модуля SC600	9-63
9-17.	Проверка периода генератора импульсов модуля SC600.....	9-63
9-18.	Проверка ширины импульса генератора импульсов модуля SC600.....	9-63
9-19.	Проверка входного полного сопротивления модуля SC600	9-64
9-20.	Проверка входного полного сопротивления: Емкость, модуль SC600.....	9-64
10-1.	Параметры команды SCOPE.....	10-31
10-2.	Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC1100	10-38
10-3.	Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC1100 при 50 Ω	10-39
10-4.	Проверка показаний напряжения пер. тока модуля SC1100.....	10-40
10-5.	Проверка показаний напряжения пер. тока модуля SC1100 при 50 Ω	10-41
10-6.	Проверка частоты напряжения переменного тока	

модуля SC1100	10-42
10-7. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC1100 (выходное полное сопротивление 1 МΩ)	10-42
10-8. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC1100 (выходное полное сопротивление 50 Ω)	10-43
10-9. Проверка амплитуды фронта модуля SC1100	10-44
10-10. Проверка частоты фронта модуля SC1100	10-45
10-11. Проверка времени активности фронта модуля SC1100	10-45
10-12. Проверка времени нарастания фронта модуля SC1100	10-45
10-13. Проверка генератора туннельного диода модуля SC1100	10-46
10-14. Проверка амплитуды сглаженной синусоиды модуля SC1100	10-46
10-15. Проверка частоты сглаженной синусоиды модуля SC1100	10-47
10-16. Проверка гармоник сглаженной синусоиды модуля SC1100	10-47
10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100	10-49
10-18. Проверка генератора маркеров модуля SC1100	10-56
10-19. Проверка периода генератора импульсов модуля SC1100	10-57
10-20. Проверка ширины импульса генератора импульсов модуля SC1100	10-57
10-21. Проверка входного полного сопротивления модуля SC1100	10-58
10-22. Проверка входного полного сопротивления: Емкость, модуль SC1100	10-58
11-1. Проверочная таблица модуля PQ	11-30

Список рисунков

Рисунке	Название	Страница
1-1.	Универсальный Калибратор 5522A	1-3
1-2.	Дистанционные соединения RS-232	1-7
1-3.	Допустимая продолжительность работы с током более 11 А.....	1-13
2-1.	Доступ к предохранителю и выбор сетевого напряжения	2-5
2-2.	Типы шнуров электропитания, поставляемые Fluke	2-6
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 соединения EARTH и EXGRD.....	4-11
4-2.	Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (4-проводная компенсация).....	4-14
4-3.	Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (2-проводная компенсация).....	4-14
4-4.	Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (без компенсации)	4-15
4-5.	Подключение испытываемого устройства: Емкость (2-проводная компенсация).....	4-15
4-6.	Подключение испытываемого устройства: Емкость (без компенсации)	4-16
4-7.	Подключение испытываемого устройства: Постоянное напряжение/Переменное напряжение	4-16
4-8.	Подключение испытываемого устройства: Постоянный ток/Переменный ток	4-17
4-9.	Подключение испытываемого устройства: Температура (RTD).....	4-17
4-10.	Подключение испытываемого устройства: Температура (Термопара).....	4-18
4-11.	Синусоидальный сигнал	4-48
4-12.	Пилообразный сигнал	4-48
4-13.	Прямоугольная волна и продолжительность.....	4-49
4-14.	Усеченная синусоида	4-49
4-15.	Измерение давления.....	4-61
4-16.	Подача тока с двух параллельно подключенных калибраторов.....	4-63
4-17.	Калибровка трехфазного источника питания	4-64
4-18.	Подключения кабелей для тестирования общей функциональности устройств серии 80	4-66
4-19.	Подключения кабелей для тестирования общей	

функциональности устройств серии 80	4-69
4-20. Подключения кабелей для тестирования функции высокого тока устройств серии 80	4-70
4-21. Подключения кабелей для тестирования функции измерения в ваттах для устройств серии 40	4-73
4-22. Подключения кабелей для тестирования термометра серии 50.....	4-76
5-1. Типовое подключение дистанционного управления через IEEE-488	5-4
5-2. Типовое подключение дистанционного управления через RS-232	5-6
5-3. Тестирование порта IEEE-488	5-8
5-4. Тестирование порта Калибратора RS-232 Host.....	5-12
5-5. Тестирование порта Калибратора RS-232 UUT через порт RS-232 Host.....	5-17
5-6. Тестирование порта RS-232 UUT через порт IEEE-488.....	5-19
5-2. Интерфейсные соединения RS-232	5-22
5-7. Удаленное кодирование сообщения IEEE-488.....	5-24
5-8. Описание регистра состояния	5-37
5-9. Байт состояния последовательного опроса (STB) и разрешения запроса на обслуживание (SRE).....	5-38
5-10. Регистр состояния события (ESR) и разрешения состояния события (ESE)	5-40
5-11. Назначение битов регистров ISR, ISCEs и ISCR.....	5-42
7-1. Извлечение предохранителя	7-4
7-2. Замена токоограничивающего предохранителя.....	7-5
7-3. Снятие воздушного фильтра	7-6
9-1. Подключение осциллографа: Канал и внешний триггер.....	9-8
9-2. Подключения генератора туннельного диода	9-17
10-1. Подключение осциллографа: Канал и внешний триггер.....	10-8
10-2. Подключения генератора туннельного диода	10-17

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)	1-7
Дистанционный режим управления (IEEE-488).....	1-8
Где найти необходимые сведения.....	1-8
Руководства	1-8
Руководство по началу работы с Калибратором 5522A.....	1-8
Руководство по эксплуатации Калибратора 5522A	1-9
Общие технические характеристики	1-10
Подробные технические характеристики	1-11
Постоянное напряжение	1-11
Постоянный ток.....	1-12
Сопротивление.....	1-14
Переменное напряжение (синусоидальное)	1-15
Переменный ток (синусоидальный).....	1-17
Емкость	1-19
Калибровка температуры (термопара)	1-20
Калибровка температуры (термометр сопротивления).....	1-21
Общая характеристика мощности по постоянному току	1-21
Общая характеристика для мощности переменного тока (от 45 Гц до 65 Гц), коэфф. мощности 1	1-22
Предельные характеристики мощности и в режиме двух выходных сигналов	1-22
Фаза.....	1-23
Дополнительные характеристики	1-24
Частота	1-24
Гармоники (со 2 ^й по 50 ^ю).....	1-24
Расширенный частотный диапазон переменного напряжения (синусоидального)	1-25
Переменное напряжение (не синусоидальное).....	1-26
Переменное напряжение с постоянной составляющей.....	1-28
Характеристики прямоугольного переменного напряжения	1-28
Характеристики пилообразного переменного напряжения.....	1-28

Переменный ток (не синусоидальный)	1-28
Характеристики переменного тока, прямоугольные колебания (типичные)	1-30
Характеристики переменного тока, пилообразные колебания (типичные)	1-30

Введение

⚠ Предупреждение

Если работа с калибратором 5522A выполняется способами, не указанными в данном руководстве или иной предоставленной компанией Fluke документации, встроенная защита Калибратора может выйти из строя.

Калибратор 5522A (далее "Прибор", или "Калибратор"), показанный на рис. 1-1, представляет собой полностью программируемый прецизионный источник:

- 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 М Ω .
- емкости от 220 пФ до 110 мФ;
- смоделированного выходного сигнала восьми типов резистивных датчиков температуры;
- смоделированного выходного сигнала одиннадцати типов термопар.

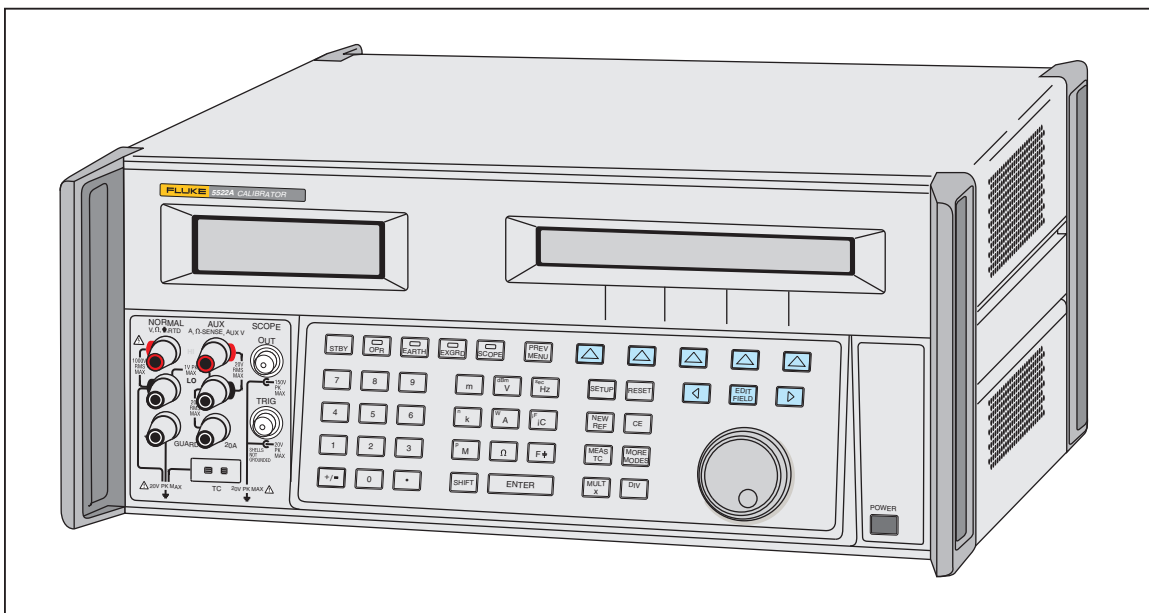


Рис. 1-1. Универсальный Калибратор 5522A

gjh001.eps

Калибратор обладает следующими возможностями:

- автоматическое вычисление погрешности измерения с использованием эталонных значений по выбору пользователя;
- наличие кнопок **MULT** и **DIV** для изменения выходного значения на заранее заданную величину при выполнении различных функций;

- программируемые пределы входных данных, которые предупреждают оператора о вводе значений, превышающих возможные пределы выходных параметров.
- одновременная выдача напряжения и тока эквивалентной мощностью до 20,9 кВт;
- измерение давления при использовании с модулями Fluke серии 700;
- образцовый входной и выходной сигнал частотой 10 МГц. Его можно использовать в качестве высокоточного опорного сигнала частотой 10 МГц для или для синхронизации одного или нескольких дополнительных калибраторов 5522A с ведущим калибратором;
- одновременная выдача двух напряжений;
- вывод широкополосного сигнала с составляющими от 0,01 Гц и выше или вывод синусоидальных колебаний с частотой до 2 МГц;
- вывод сигнала с переменной фазой;
- 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 5522A;
- транзитный последовательный интерфейс данных RS-232 для связи с испытываемым оборудованием (ИО).

Информация по безопасности

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

Надпись **Предупреждение!** используется в тексте данного руководства для выделения условий и действий, представляющих опасность для пользователя. Надпись **Предостережение** обозначает ситуации и действия, которые могут привести к повреждению Калибратора или проверяемого оборудования.

Пояснения к используемым в настоящем руководстве и на изделии символам изложены в таблице 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. По вопросам утилизации обращайтесь к веб-сайту Fluke.
	Опасность. Важная информация См. руководство.		Опасное напряжение
	Заземление		Соответствует действующим в Австралии требованиям по электромагнитной совместимости

Предупреждение!

Чтобы избежать травм, выполняйте следующие указания:

- **используйте изделие только по назначению.**
Ненадлежащая эксплуатация может привести к нарушению обеспечиваемой изделием защиты.

Чтобы избежать опасности поражения электрическим током, возникновения пожара или травм, выполняйте следующие указания:

- **Ознакомьтесь со всеми правилами техники безопасности перед использованием прибора.**
- **Не используйте прибор, если в его работе возникли неполадки.**
- **замените кабель электропитания, если его изоляция повреждена или изношена;**
- **не дотрагивайтесь до оголенных токонесущих частей с напряжением более 30 В пер. тока (среднеквадратичная величина), более 42 В пер. тока (пиковое значение) или более 60 В пост. тока;**
- **не используйте изделие в среде взрывоопасного газа, пара или во влажной среде;**

- **убедитесь, что клемма заземления в кабеле электропитания подключена к защитному заземлению; Разрыв защитного заземления может привести к попаданию тока на корпус и вызвать смерть;**
- **используйте только кабель электропитания и разъем, соответствующие используемому в вашей стране сетевому напряжению и конструкции вилки, а также разрешенные для изделия;**
- **используйте только кабели с указанным номинальным напряжением.**

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 термодатчик 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 ухудшения защиты, которая предусмотрена конструкцией Калибратора, для замены следует использовать предохранители типа и номинала, которые указаны в настоящем руководстве.

Работа с прибором

Управление Калибратором осуществляется с передней панели в режиме местного управления или через порт RS-232 или IEEE-488 в режиме дистанционного управления. Для дистанционного управления предусмотрено несколько вариантов программного обеспечения, которые позволяют включать Калибратор 5522A в состав систем калибровки с различными требованиями.

Местный режим управления

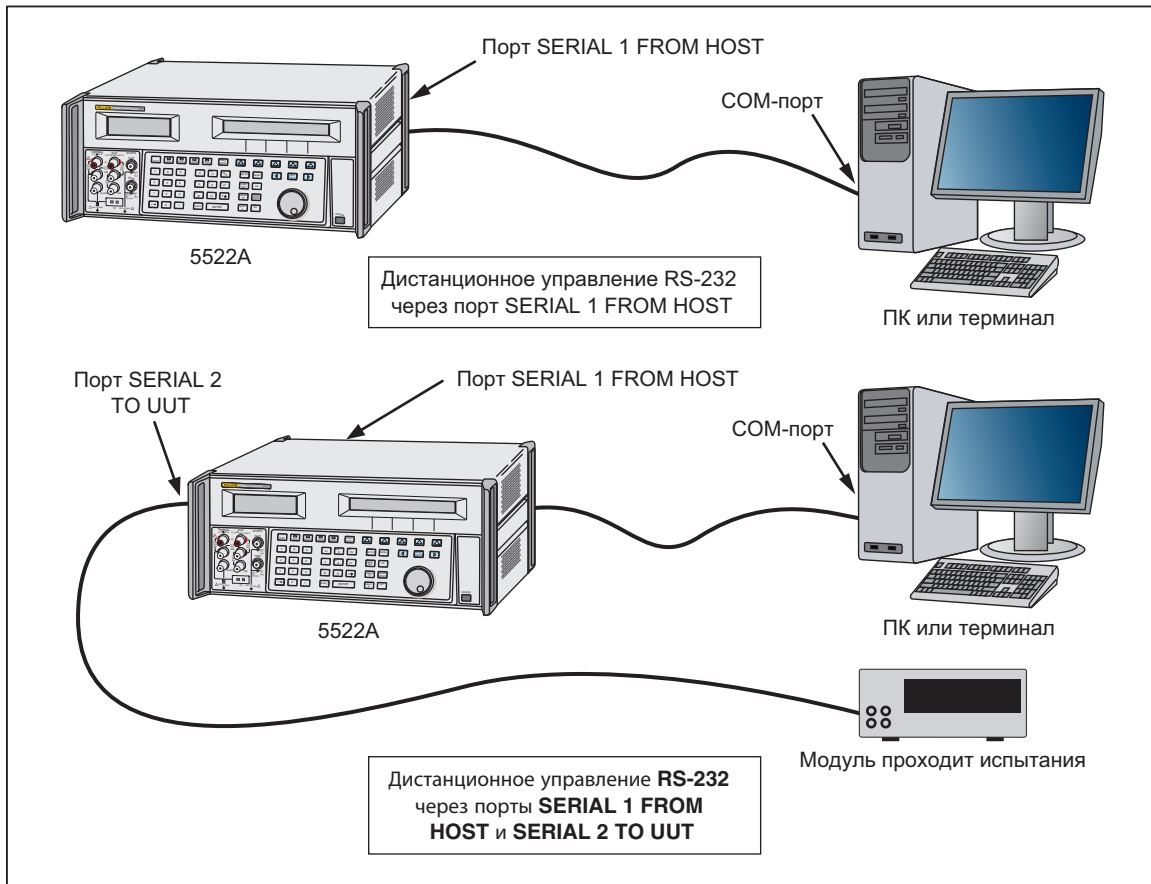
Работа в автономном режиме, как правило, включает подключение к клеммам на передней панели испытываемого устройства, и затем ручной ввод при помощи кнопок передней панели для настройки Калибратора на желаемый режим работы. Компоновка передней панели облегчает движение руки слева направо, а кнопки умножения и деления позволяют легко пошагово увеличивать или уменьшать значение нажатием одной кнопки. Кроме того, технические характеристики Калибратора можно просмотреть, нажав на две кнопки. Жидкокристаллический дисплей с подсветкой легко читается при любых углах обзора и условиях освещенности, а крупные кнопки с разборчивыми надписями имеют цветовую кодировку функций и подтверждение нажатия.

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 из них предназначен для последовательного обмена данными с целью управления и контроля Калибратора 5522A в процессе 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. Отправить команду Калибратору можно несколькими способами: ввести команду с терминала (или ПК, на котором запущена программа терминала), написать собственную программу на языке BASIC или с помощью дополнительного программного обеспечения 5500/CAL или MET/CAL, которое работает в среде Windows. Программное обеспечение 5500/CAL содержит более 200 образцов процедур, охватывающих широкий диапазон средств испытаний, для калибровки которых может использоваться 5522A. (Команды RS-232 описаны в Главе 6.)

Последовательный порт обмена данными SERIAL 2 TO UUT соединяет испытываемое устройство с ПК или терминалом через 5522A (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.) Порт SERIAL 2 TO UUT используется также для соединения модулей измерения давления Fluke серии 700.



gok002.eps

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. (Обсуждение команд управления портом IEEE-488 содержится в главе 6).

Где найти необходимые сведения

В следующем списке указаны главы, где находится необходимая информация по установке и эксплуатации Калибратора 5522A:

- Распаковка и настройка: глава 2, «Подготовка к работе».
- Установка и монтаж в стойку описаны в главе 2 «Подготовка к работе» и в руководстве по монтажу Калибратора в стойку.
- Шнур питания и интерфейсные кабели: глава 2, «Подготовка к работе».
- Органы управления, индикаторы и дисплеи: глава 3, «Функции».
- Работа с передней панелью: глава 4, «Работа с передней панелью».
- Кабели для подключения к испытываемому устройству: глава 4, «Работа с передней панелью».
- Работа в режиме дистанционного управления (через IEEE-488 или последовательный порт): глава 5, «Дистанционные команды».
- Калибровка осциллографа: глава 8, «Модуль калибровки осциллографов»
- Дополнительные приспособления к Калибратору 5522A: глава 9, «Принадлежности».
- Рабочие характеристики: глава 1, «Введение и характеристики».

Руководства

Комплект руководств к Калибратору 5522A содержит полную информацию для операторов. Этот комплект включает:

- *Руководство по эксплуатации Калибратора 5522A* на прилагаемом диске CD-ROM (PN 3795084)
- *Руководство по началу работы с Калибратором 5522A* (PN 3795091)

Вместе с прибором поставляется одна копия каждого из вышеуказанных руководств. Дополнительные копии руководств можно заказать отдельно со ссылкой на номер по каталогу. Чтобы заказать руководства, смотрите Каталог Fluke, или обратитесь к торговому представителю Fluke (см. «Информация по сервисному обслуживанию» в Главе 2).

Руководство по началу работы с Калибратором 5522A

Руководство по началу работы с Калибратором 5522A содержит краткое описание комплекта руководств к Калибратору 5522A, инструкции по подготовке Калибратора к работе и полный перечень технических характеристик.

Руководство по эксплуатации Калибратора 5522A

Данное *руководство по эксплуатации Калибратора 5522A* содержит всю необходимую информацию по установке Калибратора 5522A и управлению им при помощи кнопок на передней панели или дистанционно. Руководство также содержит глоссарий по калибровке, технические характеристики и информацию о кодах ошибок. Руководство по эксплуатации содержит следующие разделы:

- Установка
- Органы управления и функции, включая элементы управления передней панели
- Дистанционный режим управления (дистанционное управление через Ethernet или последовательный порт).
- Работа с последовательным портом (печать, отображение или передача данных и настройка для дистанционного управления через последовательный порт).
- Обслуживание, выполняемое оператором, включая порядок проверки и метод калибровки Калибратора 5522A.
- Приспособления для калибровки осциллографа.
- Принадлежности.

Общие технические характеристики

Технические характеристики Калибратора 5522A приводятся в следующих таблицах. Все технические характеристики действительны после прогрева прибора в течение 30 минут или в течение удвоенного времени с момента его выключения. Например, если Калибратор 5522A 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 5522A), 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 точные характеристики по сопротивлению выдерживаются при обнулении с периодом в 12 часов, если температура изменяется не 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 стабилизации	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 $+50^{\circ}\text{C}$; 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 5522A 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 при температурах за пределами $t_{cal} + 5^{\circ}\text{C}$ составляет $0,1/X/^{\circ}\text{C}$ трехмесячной погрешности (или годичной, если используется) на 1°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 высушивание в течение недели или более (при включенном питании).
Высота над уровнем моря	
Рабочая.....	до 3,050 м (10,000 футов)
Нерабочая.....	до 12200 м (40000 футов)
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
Электромагнитная совместимость	Соответствует EN/IEC 61326-1:2006. При использовании в местах с напряженностью электромагнитного поля от 1 до 3 В/м выходы по сопротивлению увеличиваются на 0,508 Ω . При значениях напряженности более 3 В/м технические характеристики не приводятся. Прибор может быть чувствителен к электростатическим разрядам (ЭСР), возникающих при касании к зажимам. При обращении с данным прибором и прочим электронным оборудованием следует тщательно соблюдать меры защиты от статического электричества.

Мощность питания Напряжение питания (на выбор): 100, 120, 220, 240 В
 Частота сети: от 47 до 63 Гц
 Погрешность сетевого напряжения: $\pm 10\%$ свыше заданного значения сетевого напряжения
 Для обеспечения оптимальных характеристик по обоим выходам (например, 1000 В, 20 А) выберите сетевое напряжение, на $\pm 7,5\%$ превышающее номинальное значение.

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 5522А оговорены стабильность, температурный коэффициент, линейность, зависимость от напряжения питания и нагрузки и возможность использования для калибровки внешних эталонов. Для определения реальных характеристик Калибратора 5522А в указанном температурном диапазоне к оговоренным величинам не следует добавлять ничего.

Доверительный интервал характеристик .. 99%

Подробные технические характеристики

Постоянное напряжение

Диапазон	Абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm$ (миллионных частей от вых. напряжения + мкВ)		Стабильность	Разрешение, мкВ	Максимальная нагрузка ^[1]
	за 90 дней	за 1 год	24 часа, $\pm 1^{\circ}\text{C} \pm$ (миллионных частей от вых. напряжения + мкВ)		
от 0 до 329,9999 мВ	15 + 1	20 + 1	3 + 1	0,1	65 Ω
от 0 до 3,299999 В	9 + 2	11 + 2	2 + 15	1	10 мА
от 0 до 32,99999 В	10 + 20	12 + 20	2 + 15	10	10 мА
от 30 В до 329.9999 В	15 + 150	18 + 150	2,5 + 100	100	5 мА
от 100 В до 1020.000 В	15 + 1500	18 + 1500	3 + 300	1000	5 мА
Дополнительный выход (только в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов) ^[2]					
от 0 до 329,9999 мВ	300 + 350	400 + 350	30 + 100	1	5 мА
от 0,33 до 3,299999 В	300 + 350	400 + 350	30 + 100	10	5 мА
от 3,3 до 7 В	300 + 350	400 + 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 329,9999 мВ	40 + 3	50 + 3	5 + 2	0,1	10 Ω
^[1] Удаленное измерение не предусмотрено. Выходное сопротивление составляет < 5 м Ω 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 $\pm$ (миллионных частей от выходного напряжения + фон)	Полоса частот от 10 Гц до 10 кГц, эфф.
от 0 до 329,9999 мВ	0 + 1 мкВ	6 мкВ
от 0 до 3,299999 В	0 + 10 мкВ	60 мкВ
от 0 до 32,99999 В	0 + 100 мкВ	600 мкВ
от 30 В до 329,9999 В	10 + 1 мВ	20 мВ
от 100 В до 1020,000 В	10 + 5 мВ	20 мВ
Дополнительный выход (только в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов)^[1]		
от 0 до 329,9999 мВ	0 + 5 мкВ	20 мкВ
от 0,33 до 3,299999 В	0 + 20 мкВ	200 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 $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm$ (миллионных частей от вых. напряжения + мкА)		Разрешение	Макс. диапазон напряжений стабилизированного источника тока, В	Макс. индуктивность нагрузки, мГн
	за 90 дней	за 1 год			
от 0 до 329.999 мкА	120 + 0,02	150 + 0,02	1 нА	10	400
от 0 до 3,299999 В	80 + 0,05	100 + 0,05	0,01 мкА	10	
от 0 до 32.9999 мА	80 + 0,25	100 + 0,25	0,1 мкА	7	
от 0 до 329,999 мА	80 + 2,5	100 + 2,5	1 мкА	7	
от 0 до 1,09999 мкА	160 + 40	200 + 40	10 мкА	6	
от 1,1 до 2,99999 А	300 + 40	380 + 40	10 мкА	6	
от 0 до 10,9999 А (диапазон 20 А)	380 + 500	500 + 500	100 мкА	4	
от 11 до 20,5 А ^[1]	800 + 750 ^[2]	1000 + 750 ^[2]	100 мкА	4	

[1] Длительность цикла работы: ток < 11 А может воспроизводиться непрерывно. Для токов свыше 11 А см. рисунок 1 – 4. Ток может выводиться 60-Т-1 минут через каждые 60 минут, где Т – это температура в °С (комнатная температура около 23°С), а 1 – выходной ток в амперах. Например, 17 А при 23°С может выводиться в течение 60 - 17 - 23 = 20 минут каждый час. Если выходной ток Калибратора 5522А 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, достигается только при выходных токах Калибратора 5522А менее 5 А после предварительного периода выключенного состояния.

[2] Смещение составляет 1500 мкА в течение 30 секунд после выбора режима. При работе в течение более 30 секунд уровень 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 нВ
от 0 до 3,299999 В	20 нА	200 нВ
от 0 до 32,99999 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

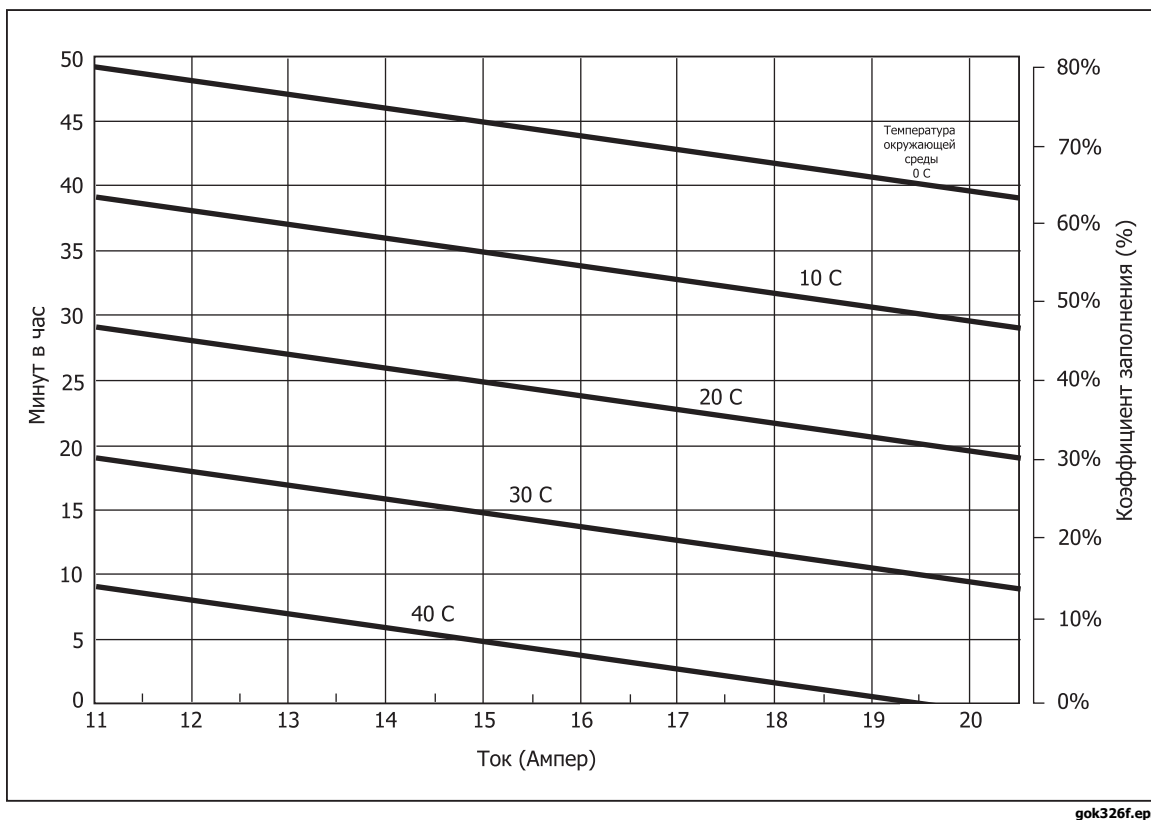


Рис. 1-3. Допустимая продолжительность работы с током более 11 А

Сопротивление

Диапазон ^[1]	Абсолютная погрешность при tcal ± 5°C ±(миллионных частей от выхода +смещение) ^[2]				РазрешениеΩ	Допустимый ток ^[3]
	миллионных частей от выходного значения		СмещениеΩиз-за прогрева с момента калибровки нулевого сопротивления			
	за 90 дней	за 1 год	12 ч ± 1°C	7 дней ± (5°C)		
от 0 до 10,9999 Ω	35	40	0,001	0, 01	0,0001	от 1 до 125 мА
от 11 до 32,9999 Ω	25	30	0,0015	0,015	0,0001	от 1 до 125 мА
от 33 до 109,9999 Ω	22	28	0,0014	0,015	0,0001	от 1 до 70 мА
от 110 Ω до 329,9999 Ω	22	28	0,002	0,02	0,0001	от 1 до 40 мА
от 330 Ω до 1,099999 кΩ	22	28	0,002	0,02	0,001	от 1 до 18 мА
от 1,1 до 3,299999 кΩ	22	28	0,02	0,2	0,001	от 100 мкА до 5 мА
от 3,3 до 10,999999 кΩ	22	28	0,02	0,1	0,01	от 100 мкА до 1,8 мА
от 11 до 32,999999 кΩ	22	28	0,2	1	0,01	от 10 мкА до 0,5 мА
от 33 до 109,999999 кΩ	22	28	0,2	1	0, 1	от 10 мкА до 0,18 мА
от 110 до 329,999999 кΩ	25	32	2	10	0,1	от 1 мкА до 0,05 мА
от 330 кΩ до 1,09999999 МΩ	25	32	2	10	1	от 1 мкА до 0,018 мА
от 1,1 до 3,29999999 МΩ	40	60	30	150	1	от 250 нА до 5 мкА
от 3,3 до 10,99999999 МΩ	110	130	50	250	10	от 250 мкА до 1,8 мкА
от 11 до 32,99999999 МΩ	200	250	2500	2500	10	от 25 до 500 нА
от 33 до 109,99999999 МΩ	400	500	3000	3000	100	от 25 до 180 нА
от 110 до 329,99999999 МΩ	2500	3000	100000	100000	1000	от 2,5 до 50 нА
от 330 до 1100 МΩ	12000	15000	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] Для токов менее указанного смещение увеличивается пропорционально: смещение (новое) = смещение (старое) × Iмин/Идейств. Например, при использовании тока 50 мкА для измерения сопротивления 100 Ω смещение равно: 0,0014 Ω × 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 tcal ± 5°C ± (миллионных частей от вых. напряжения + мкВ)		Разрешение	Максимальная нагрузка	Макс. искажение и помеха в полосе от 10 Гц до 5 МГц ± (% вых. напряжения + смещение)
		за 90 дней	за 1 год			
Обычная выходная величина						
от 1,0 мВ до 32,999 мВ	от 10 до 45 Гц	600 + 6	800 + 6	1 мкВ	65 Ω	0,15 + 90 мкВ
	от 45 Гц до 10 кГц	120 + 6	150 + 6			0,035 + 90 мкВ
	от 10 до 20 кГц	160 + 6	200 + 6			0,06 + 90 мкВ
	от 20 до 50 кГц	800 + 6	1000 + 6			0,15 + 90 мкВ
	от 50 до 100 кГц	3000 + 12	3500 + 12			0,25 + 90 мкВ
	от 100 до 500 кГц	6000 + 50	8000 + 50			0,3 + 90 мкВ ^[1]
от 33 мВ до 329,999 мВ	от 10 до 45 Гц	250 + 8	300 + 8	1 мкВ	65 Ω	0,15 + 90 мкВ
	от 45 Гц до 10 кГц	140 + 8	145 + 8			0,035 + 90 мкВ
	от 10 до 20 кГц	150 + 8	160 + 8			0,06 + 90 мкВ
	от 20 до 50 кГц	300 + 8	350 + 8			0,15 + 90 мкВ
	от 50 до 100 кГц	600 + 32	800 + 32			0,20 + 90 мкВ
	от 100 до 500 кГц	1600 + 70	2000 + 70			0,20 + 90 мкВ ^[1]
от 0,33 В до 3,29999 В	от 10 до 45 Гц	250 + 50	300 + 50	10 мкВ	10 мА	0,15 + 200 мкВ
	от 45 Гц до 10 кГц	140 + 60	150 + 60			0,035 + 200 мкВ
	от 10 до 20 кГц	160 + 60	190 + 60			0,06 + 200 мкВ
	от 20 до 50 кГц	250 + 50	300 + 50			0,15 + 200 мкВ
	от 50 до 100 кГц	550 + 125	700 + 125			0,20 + 200 мкВ
	от 100 до 500 кГц	2000 + 600	2400 + 600			0,20 + 200 мкВ ^[1]
от 3,3 В до 32,9999 В	от 10 до 45 Гц	250 + 650	300 + 650	100 мкВ	10 мА	0,15 + 2 мВ
	от 45 Гц до 10 кГц	125 + 600	150 + 600			0,035 + 2 мВ
	от 10 до 20 кГц	220 + 600	240 + 600			0,08 + 2 мВ
	от 20 до 50 кГц	300 + 600	350 + 600			0,2 + 2 мВ
	от 50 до 100 кГц	750 + 1600	900 + 1600			0,5 + 2 мВ
от 33 В до 329,999 В	от 45 Гц до 1 кГц	150 + 2000	190 + 2000	1 мВ	5 мА, искл. 20 мА для диап. от 45 до 65 Гц	0,15 + 10 мВ
	от 1 до 10 кГц	160 + 6000	200 + 6000			0,05 + 10 мВ
	от 10 до 20 кГц	220 + 6000	250 + 6000			0,6 + 10 мВ
	от 20 до 50 кГц	240 + 6000	300 + 6000			0,8 + 10 мВ
	от 50 до 100 кГц	1600 + 50000	2000 + 50000			1,0 + 10 мВ
от 330 до 1020 В	45 Гц до 1 кГц	250 + 10000	300 + 10000	10 мВ	2 мА, искл. 6 мА для диап. от 45 до 65 Гц	0,15 + 30 мВ
	от 1 до 5 кГц	200 + 10000	250 + 10000			0,07 + 30 мВ
	от 5 до 10 кГц	250 + 10000	300 + 10000			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.)

Диапазон	Частота ^[1]	Абсолютная погрешность, при tcal ± 5°C ± (миллионных частей вых. напряжения + мкВ)		Разрешение	Максимальная нагрузка	Макс. искажение и помеха в полосе от 10 Гц до 5 МГц ± (% вых. напряжения + смещение)
		за 90 дней	за 1 год			
Выход AUX						
от 10 до 329,999 мВ	от 10 до 20 Гц	0,15 + 370	0,2 + 370	1 мкВ	5 мА	0,2 + 200 мкВ
	от 20 до 45 Гц	0,08 + 370	0,1 + 370			0,06 + 200 мкВ
	от 45 Гц до 1 кГц	0,08 + 370	0,1 + 370			0,08 + 200 мкВ
	от 1 до 5 кГц	0,15 + 450	0,2 + 450			0,3 + 200 мкВ
	от 5 до 10 кГц	0,3 + 450	0,4 + 450			0,6 + 200 мкВ
	от 10 до 30 кГц	4,0 + 900	5,0 + 900			1 + 200 мкВ
от 0,33 до 3,29999 В	от 10 до 20 Гц	0,15 + 450	0,2 + 450	10 мкВ	5 мА	0,2 + 200 мкВ
	от 20 до 45 Гц	0,08 + 450	0,1 + 450			0,06 + 200 мкВ
	от 45 Гц до 1 кГц	0,07 + 450	0,09 + 450			0,08 + 200 мкВ
	от 1 до 5 кГц	0,15 + 1400	0,2 + 1400			0,3 + 200 мкВ
	от 5 до 10 кГц	0,3 + 1400	0,4 + 1400			0,6 + 200 мкВ
	от 10 до 30 кГц	4,0 + 2800	5,0 + 2800			1 + 200 мкВ
от 3,3 до 5 В	от 10 до 20 Гц	0,15 + 450	0,2 + 450	100 мкВ	5 мА	0,2 + 200 мкВ
	от 20 до 45 Гц	0,08 + 450	0,1 + 450			0,06 + 200 мкВ
	от 45 Гц до 1 кГц	0,07 + 450	0,09 + 450			0,08 + 200 мкВ
	от 1 до 5 кГц	0,15 + 1400	0,2 + 1400			0,3 + +200 мкВ
	от 5 до 10 кГц	0,3 + 1400	0,4 + 1400			0,6 + 200 мкВ
[1] Для выходного напряжения предусмотрено два канала. Максимальная частота сдвоенного выхода равна 30 кГц. Примечание Удаленное измерение не поддерживается. Выходное сопротивление составляет < 5 мΩ для выходных напряжений ≥ 0,33 В. Выход AUX имеет выходное сопротивление < 1 Ω. Максимальная емкость нагрузки 500 пФ и зависит от макс. предела тока нагрузки						

Переменный ток (синусоидальный)

Диапазон	Частота	Абсолютная погрешность, при tcal ± 5°C ± (миллионных частей от вых. тока + мкА)		Соответствие сумматора ± (мкА/В)	Макс. искажения и помеха в полосе частот от 10 Гц до 100 кГц ± (% от выходного тока + смещение)	Макс. индуктивн ая нагрузка, мГн
		за 90 дней	за 1 год			
LCOMP выкл.						
от 29,00 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	0,1 + 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	0,5 + 0,5 мкА	
	от 5 до 10 кГц	0,6 + 0,2	0,8 + 0,2	1,5	1,0 + 0,5 мкА	
	от 10 до 30 кГц	1,2 + 0,4	1,6 + 0,4	10	1,2 + 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	0,5 + 1,5 мкА	
	от 5 до 10 кГц	0,4 + 0,3	0,5 + 0,3	1,5	1,0 + 1,5 мкА	
	от 10 до 30 кГц	0,8 + 0,6	1,0 + 0,6	10	1,2 + 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	0,3 + 5 мкА	
	от 5 до 10 кГц	0,16 + 3	0,2 + 3	1,5	0,7 + 5 мкА	
	от 10 до 30 кГц	0,32 + 4	0,4 + 4	10	1,0 + 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	0,1 + 50 мкА	
	от 10 до 30 кГц	0,32 + 200	0,4 + 200	10	0,6 + 50 мкА	
от 0,33 до 1,09999 А	от 10 до 45 Гц	0,15 + 100	0,18 + 100		0,2 + 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 + 500 мкА	
	от 5 до 10 кГц	2,0 + 5000	2,5 + 5000	[3]	2 + 500 мкА	
от 1,1 до 2,99999 А	от 10 до 45 Гц	0,15 + 100	0,18 + 100		0,2 + 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 + 500 мкА	
	от 5 до 10 кГц	2,0 + 5000	2,5 + 5000	[3]	2 + 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	

Переменный ток (синусоидальный) (продолж.)

Диапазон	Частота	Абсолютная погрешность, при tcal ± 5°C ± (миллионных частей от выхода + мкА)		Макс. искажения и помеха в полосе частот от 10 Гц до 100 кГц ± (% от выхода + смещение)	Макс. индуктивная нагрузка, мГн
		за 90 дней	за 1 год		
LCOMP Вкл.					
от 29,00 до 329,99 мкА	от 10 до 100 Гц	0,2 + 0,2	0,25 + 0,2	0,1 + 1,0 мкА	400
	от 100 Гц до 1 кГц	0,5 + 0,5	0,6 + 0,5	0,05 + 1,0 мкА	
от 0,33 до 3,29999 мА	от 10 до 100 Гц	0,2 + 0,3	0,25 + 0,3	0,15 + 1,5 мкА	
	от 100 Гц до 1 кГц	0,5 + 0,8	0,6 + 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	0,2 + 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	0,2 + 100	0,05 + 50 мкА	
от 0,33 до 2,99999 А	от 10 до 100 Гц	0,1 + 200	0,12 + 200	0,2 + 500 мкА	400 [4]
	от 100 до 440 Гц	0,25 + 1000	0,3 + 1000	0,25 + 500 мкА	
от 3 до 20,5 А [1]	от 10 до 100 Гц	0,1 + 2000 [2]	0,12 + 2000 [2]	0,1 + 0 мкА	
	от 100 Гц до 1 кГц	0,8 + 5000 [3]	1,0 + 5000 [3]	0,5 + 0 мкА	
[1] Длительность цикла работы: ток < 11 А может воспроизводиться непрерывно. Для токов > 11 А см. рисунок В. Ток может воспроизводиться 60-Т-1 минут каждые 60 минут, где Т – температура в °С (комнатная температура около 23°C), а 1 – выходной ток в амперах. Например, 17 А при 23°C может воспроизводиться в течение 60 - 17 - 23 = 20 минут каждый час. Если выходной ток Калибратора 5522А 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, достигается только при выходных токах Калибратора 5522А 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 0,029 до 0,32999 мА	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		
	за 90 дней	за 1 год		Мин. и макс. для соблюдения характеристик	Тип. макс. для погрешности менее 0,5%	Тип. макс. для погрешности менее 1%
от 220 до 399,9 пФ	0,38 + 10 пФ	0,5 + 10 пФ	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 10,9999 нФ	0,19 + 0,01 нФ	0,25 + 0,01 нФ	0,1 пФ	от 10 Гц до 1 кГц	20 кГц	25 кГц
от 11 до 32,9999 нФ	0,19 + 0,01 нФ	0,25 + 0,01 нФ	0,1 пФ	от 10 Гц до 1 кГц	8 кГц	10 мА
от 33 до 109,999 нФ	0,19 + 0,01 нФ	0,25 + 0,01 нФ	1 пФ	от 10 Гц до 1 кГц	4 кГц	6 кГц
от 110 до 329,999 нФ	0,19 + 0,3 нФ	0,25 + 0,03 нФ	1 пФ	от 10 Гц до 1 кГц	2,5 кГц	3,5 кГц
от 0,33 до 1,09999 мкФ	0,19 + 1 нФ	0,25 + 1 нФ	10 пФ	от 10 до 600 Гц	1,5 кГц	2 кГц
от 1,1 до 3,29999 мкФ	0,19 + 3 нФ	0,25 + 3 нФ	10 пФ	от 10 до 300 Гц	800 Гц	1 кГц
от 3,3 до 10,9999 мкФ	0,19 + 10 нФ	0,25 + 10 нФ	100 пФ	от 10 до 150 Гц	450 Гц	650 Гц
от 11 до 32,9999 мкФ	0,30 + 30 нФ	0,40 + 30 нФ	100 пФ	от 10 до 120 Гц	250 Гц	350 Гц
от 33 до 109,999 мкФ	0,34 + 100 нФ	0,45 + 100 нФ	1 нФ	от 10 до 80 Гц	150 Гц	200 Гц
от 110 до 329,999 мкФ	0,34 + 300 нФ	0,45 + 300 нФ	1 нФ	от 0 до 50 Гц	80 Гц	120 Гц
от 0,33 мФ до 1,09999 мФ	0,34 + 1 мкФ	0,45 + 1 мкФ	10 нФ	от 0 до 20 Гц	45 Гц	65 Гц
от 1,1 до 3,29999 мФ	0,34 + 3 мкФ	0,45 + 3 мкФ	10 нФ	от 0 до 6 Гц	30 Гц	40 Гц
от 3,3 до 10,9999 мФ	0,34 + 10 мкФ	0,45 + 10 мкФ	100 нФ	от 0 до 2 Гц	15 Гц	20 Гц
от 11 до 32,9999 мФ	0,7 + 30 мкФ	0,75 + 30 мкФ	100 нФ	от 0 до 0,6 Гц	7,5 Гц	10 мА
от 33 до 110 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 $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm ^{\circ}\text{C}$ ^[3]	
		за 90 дней	за 1 год
В	от 600 до 800	0,42	0,44
	от 800 до 1000	0,34	0,34
	от 1000 до 1550	0,30	0,30
	от 1550 до 1820	0,26	0,33
С	от 0 до 150	0,23	0,30
	от 150 до 650	0,19	0,26
	от 650 до 1000	0,23	0,31
	от 1000 до 1800	0,38	0,50
	от 1800 до 2316	0,63	0,84
Е	от -250 до -100	0,38	0,50
	от -100 до -25	0,12	0,16
	от -25 до 350	0,10	0,14
	от 350 до 650	0,12	0,16
	от 650 до 1000	0,16	0,21
J	от -210 до -100	0,20	0,27
	от -100 до -30	0,12	0,16
	от -30 до 150	0,10	0,14
	от 150 до 760	0,13	0,17
	от 760 до 1200	0,18	0,23
К	от -200 до -100	0,25	0,33
	от -100 до -25	0,14	0,18
	от -25 до 120	0,12	0,16
	от 120 до 1000	0,19	0,26
	от 1000 до 1372	0,30	0,40
L	от -200 до -100	0,37	0,37
	от -100 до 800	0,26	0,26
	от 800 до 900	0,17	0,17
N	от -200 до -100	0,30	0,40
	от -100 до -25	0,17	0,22
	от -25 до 120	0,15	0,19
	от 120 до 410	0,14	0,18
	от 410 до 1300	0,21	0,27
R	от 0 до 250	0,48	0,57
	от 250 до 400	0,28	0,35
	от 400 до 1000	0,26	0,33
	от 1000 до 1767	0,30	0,40
S	от 0 до 250	0,47	0,47
	от 250 до 1000	0,30	0,36
	от 1000 до 1400	0,28	0,37
T	от 1400 до 1767	0,34	0,46
	от -250 до -150	0,48	0,63
	от -150 до 0	0,18	0,24
	от 0 до 120	0,12	0,16
U	от 120 до 400	0,10	0,14
	от -200 до 0	0,56	0,56
	от 0 до 600	0,27	0,27
[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 $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm ^{\circ}\text{C}$ ^[2]		Тип RTD (резистивного датчика температуры)	Диапазон °C ^[1]	Абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm ^{\circ}\text{C}$ ^[2]	
		за 90 дней	за 1 год			за 90 дней	за 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
Pt 3926, 100 Ω	от -200 до -80	0,04	0,05	Pt 385, 1000 Ω	от 600 до 630	0,09	0,11
	от -80 до 0	0,05	0,05		от -200 до -80	0,03	0,03
	от 0 до 100	0,07	0,07		от -80 до 0	0,03	0,03
	от 100 до 300	0,08	0,09		от 0 до 100	0,03	0,04
	от 300 до 400	0,09	0,10		от 100 до 260	0,04	0,05
Pt 3916, 100 Ω	от 400 до 630	0,10	0,12		от 260 до 300	0,05	0,06
	от -200 до -190	0,25	0,25		от 300 до 400	0,05	0,07
	от -190 до -80	0,04	0,04		от 400 до 600	0,06	0,07
	от -80 до 0	0,05	0,05		от 600 до 630	0,22	0,23
	от 0 до 100	0,06	0,06	PtNi 385, 120 Ω (Ni120)	от -80 до 0	0,06	0,08
	от 100 до 260	0,06	0,07		от 0 до 100	0,07	0,08
	от 260 до 300	0,07	0,08		от 100 до 260	0,13	0,14
	от 300 до 400	0,08	0,09	Cu 427, 10 Ω ^[3]	от -100 до 260	0,3	0,3
Pt 385, 200 Ω	от 400 до 600	0,08	0,10				
	от 600 до 630	0,21	0,23				
	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 5522A) и 2-проводной и 4-проводной компенсационной схеме.
^[3] На основании пособия по применению MINCO № 18

Общая характеристика мощности по постоянному току

	Диапазон напряжения	Диапазон тока		
		от 0,33 до 329,99 мА	от 0,33 до 2,9999 А	от 3 до 20,5 А
		Абсолютная погрешность, при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$, $\pm(\%$ от выходной мощности) ^[1]		
за 90 дней	от 33 мВ до 1020 В	0,021	0,019 ^[2]	0,06 ^[2]
за 1 год	от 33 мВ до 1020 В	0,023	0,022 ^[2]	0,07 ^[2]

^[1] Для более точного определения погрешности мощности пост. тока см. отдельные «Характеристики переменного напряжения», «Характеристики переменного тока» и «Вычисление погрешности мощности».
^[2] Если для выходного тока более 10 А не допускается время установления 30 с, или для двух верхних диапазонов тока в течение 30 секунд при токе свыше 10 А, следует добавить 0,02 %.

Общая характеристика для мощности переменного тока (от 45 Гц до 65 Гц), коэфф. мощности 1

	Диапазоны напряжения	диапазон тока			
		от 3,3 до 8,999 мА	от 9 до 32,999 мА	от 33 до 89,99 мА	от 90 до 329,99 мА
		Абсолютная погрешность, при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$, $\pm(\%$ от выходной мощности) ^[1]			
за 90 дней	от 33 до 329,999 мВ	0,13	0,09	0,13	0,09
	от 330 мВ до 1020 В	0,11	0,07	0,11	0,07
за 1 год	от 33 до 329,999 мВ	0,14	0,10	0,14	0,10
	от 330 мВ до 1020 В	0,12	0,08	0,12	0,08
	Диапазоны напряжения	Диапазон изменения тока ^[2]			
		от 0,33 до 0,8999 А	от 0,9 до 2,1999 А	от 2,2 до 4,4999 А	от 4,5 до 20,5 А
		Абсолютная погрешность, при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$, $\pm(\%$ от выходной мощности) ^[1]			
за 90 дней	от 33 до 329,999 мВ	0,12	0,10	0,12	0,10
	от 330 мВ до 1020 В	0,10	0,08	0,11	0,09
за 1 год	от 33 до 329,9999 мВ	0,13	0,11	0,13	0,11
	от 330 мВ до 1020 В	0,11	0,09	0,12	0,10

[1] Для более точного определения погрешности мощности перем. тока см. отдельные «Характеристики постоянного напряжения», «Характеристики постоянного тока» и «Вычисление погрешности мощности».

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

Предельные характеристики мощности и в режиме 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 мА 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 мА 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 5 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 В до 250 В	От 33 мА до 329,99 мА	от 1 В 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. Однако характеристика содержит только диапазоны, указанные в данной таблице. 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 градуса.

Фаза

Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$, ($\Delta \Phi^\circ$)					
от 10 до 65 Гц	от 65 до 500 Гц	От 500 Гц до 1 кГц	от 1 до 5 кГц	от 5 до 10 кГц	от 10 до 30 кГц
0,10°	0,25°	0,5°	2,5°	5°	10°
Примечание Для определения доступных выходных значений см. технические характеристики «Мощность и диапазоны режима одновременного воспроизведения двух выходных сигналов».					

Фаза (Ф) Ватт	Фаза (Ф) ВАР	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 5 кГц	от 5 до 10 кГц	от 10 до 30 кГц
0°	90°	1,000	0,00%	0,00%	0,00%	0.10 %	0.38 %	1.52 %
10°	80°	0,985	0.03 %	0.08 %	0.16 %	0.86 %	1.92 %	4.58 %
20°	70°	0,940	0.06 %	0.16 %	0.32 %	1.68 %	3.55 %	7.84 %
30°	60°	0,866	0.10 %	0.25 %	0.51 %	2.61 %	5.41 %	11.54 %
40°	50°	0,766	0.15 %	0.37 %	0.74 %	3.76 %	7.69 %	16.09 %
50°	40°	0,643	0.21 %	0.52 %	1.04 %	5.29 %	10.77 %	22.21 %
60°	30°	0,500	0.30 %	0.76 %	1.52 %	7.65 %	15.48 %	31.60 %
70°	20°	0,342	0.48 %	1.20 %	2.40 %	12.08 %	24.33 %	49.23 %
80°	10°	0,174	0.99 %	2.48 %	4.95 %	24.83 %	49.81 %	100.00 %
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: $Adder(\%) = 100(1 - \frac{\cos(23+0,15)}{\cos(23)}) = 0,11\%$								

Вычисление погрешности мощности

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

Погрешность активной мощности $U_{power} = \sqrt{U_{voltage}^2 + U_{current}^2 + U_{PFadder}^2}$

Погрешность реактивной мощности $U_{VARs} = \sqrt{U_{voltage}^2 + U_{current}^2 + U_{VARsadder}^2}$

Поскольку возможное количество комбинаций бесконечно, необходимо вычислить действительную погрешность мощности переменного тока для выбранных параметров. Метод расчета хорошо показан в следующих примерах (с использованием 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 150 миллионов частей + 2 мВ, в результате:

$$100 \text{ В} \times 190 \times 10^{-6} = 15 \text{ мВ} \text{ плюс } 2 \text{ мВ} = 17 \text{ мВ. В процентах:}$$

$$17 \text{ мВ} / 100 \text{ В} \times 100 = 0,017 \% \text{ (см. технические характеристики «Переменное напряжение (синусоидальное»)»).$$

Погрешность тока. Погрешность для тока 1 А составляет 0,05 % + 100 мкА, в результате:

$$1 \text{ А} \times 0,0005 = 500 \text{ мкА} \text{ плюс } 100 \text{ мкА} = 0,6 \text{ мА. Выраженная в процентах:}$$

$$0,6 \text{ мА} / 1 \text{ А} \times 100 = 0,06 \% \text{ (см. технические характеристики «Переменный ток (синусоидальный»)»).$$

Составляющая погрешности коэфф. мощности. Составляющая погрешности активной мощности при коэфф. мощности 1 ($\Phi=0$) при частоте 60 Гц составляет 0 % (см. технические характеристики «Фаза»).

$$\text{Значение общей погрешности выходной активной мощности} = U_{power} = \sqrt{0,017^2 + 0,06^2 + 0^2} = 0,062\%$$

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 150 миллионов частей + 2 мВ, в результате:

$100 \text{ В} \times 190 \times 10^{-6} = 15 \text{ мВ}$ плюс $2 \text{ мВ} = 17 \text{ мВ}$. В процентах:

$17 \text{ мВ} / 100 \text{ В} \times 100 = 0,017 \%$ (см. технические характеристики «Переменное напряжение (синусоидальное)»).

Погрешность тока. Погрешность для тока 1 А составляет $0,05 \%$ + 100 мкА , в результате:

$1 \text{ А} \times 0,0005 = 500 \text{ мкА}$ плюс $100 \text{ мкА} = 0,6 \text{ мА}$.

В процентах: $0,6 \text{ мА} / 1 \text{ А} \times 100 = 0,06 \%$ (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 76% (см. технические характеристики «Фаза»).

Значение общей погрешности выходной активной мощности = $U_{\text{power}} = \sqrt{0.017^2 + 0.06^2 + 0.76^2} = 0.76 \%$

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 400 Гц составляет 150 миллионов частей + 2 мВ , в результате:

$100 \text{ В} \times 190 \times 10^{-6} = 15 \text{ мВ}$ плюс $2 \text{ мВ} = 17 \text{ мВ}$. В процентах:

$17 \text{ мВ} / 100 \text{ В} \times 100 = 0,017 \%$ (см. технические характеристики «Переменное напряжение (синусоидальное)»).

Погрешность тока. Погрешность для тока 1 А составляет $0,05 \%$ + 100 мкА , в результате:

$1 \text{ А} \times 0,0005 = 500 \text{ мкА}$ плюс $100 \text{ мкА} = 0,6 \text{ мА}$.

В процентах: $0,6 \text{ мА} / 1 \text{ А} \times 100 = 0,06 \%$ (см. технические характеристики «Переменный ток (синусоидальный)»).

Составляющая погрешности реактивной мощности. Составляющая погрешности реактивной мощности $\Phi=80$ при частоте 60 Гц составляет $0,03 \%$ (см. технические характеристики «Фаза»).

Значение общей погрешности выходной реактивной мощности = $U_{\text{VARs}} = \sqrt{0.017^2 + 0.06^2 + 0.03^2} = 0.069 \%$

Дополнительные характеристики

В следующих пунктах приводятся дополнительные характеристики Калибратора 5522A при работе в режимах источника переменного напряжения и переменного тока. Все технические характеристики действительны после прогрева прибора в течение 30 минут или в течение удвоенного времени с момента 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 tcal ± 5°C	флуктуации
от 0,01 до 119,99 Гц	0,01 Гц	2,5 миллионов частей + 5 мкГц ^[1]	100 нс
от 120,0 до 1199,9 Гц	0,1 Гц		
от 1,200 до 11,999 кГц	1,0 Гц		
от 12,00 до 119,99 кГц	10 мА		
от 120,0 до 1199,9 кГц	100 Гц		
от 1,200 до 2,000 МГц	1 кГц		
[1] Если для REF CLK установлено значение ext (выбран внешний опорный генератор), погрешность частоты Калибратора 5522A соответствует погрешности частоты внешнего генератора частоты 10 МГц ±5 мкГц. Амплитуда сигнала внешнего генератора частоты должна находиться в пределах от 1 до 5 В (размах).			

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 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 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 60 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 характеристике «Переменное напряжение (синусоидальное)», погрешность для сигнала 100 В, 100 Гц составляет 0,015 % + 2 мВ. Для одновременного воспроизведения двух выходных сигналов в данном примере погрешность составляет 0,015 % + 4 мВ, т. к. составляющая 0,015 % остается неизменной, а фоновое значение удваивается (2 x 2 мВ).

Выход AUX (50-я гармоника):

100 мВ, 5 кГц Согласно характеристике «Переменное напряжение (синусоидальное)», погрешность для дополнительного выхода для сигнала 100 мВ, 5 кГц равна 0,15 % + 450 мВ. Для одновременного воспроизведения двух выходных сигналов в данном примере погрешность составляет 0,15% + 900 мВ, т. к. составляющая 0,15% остается неизменной, а фоновое значение удваивается (2 x 450 мВ).

Расширенный частотный диапазон переменного напряжения (синусоидального)

Диапазон	Частота	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}C$	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 tcal ± 5°C, ±(% выходного напряжения + % 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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.			

Диапазон прямоугольных колебаний (размах) ^[1]	Частота	Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C, ±(% 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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, ± 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	$\pm (0,02\% \text{ периода} + 100 \text{ нс})$ при коэффициенте заполнения 50% $\pm (0,05\% \text{ периода} + 100 \text{ нс})$, при других коэффициентах заполнения от 10 % до 90 % $\pm (0,8\% \text{ периода} + 100 \text{ нс})$

Характеристики пилообразного переменного напряжения

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 $t_{cal} \pm 5^\circ C$, $\pm$ (% 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 - 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 - 1 кГц	0,25 + 0,25	
	от 1 до 10 кГц	10 + 2	

Переменное напряжение (не синусоидальное) (продолж.)

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

Диапазон прямоугольных колебаний (размах)	Частота	Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$, $\pm$ (% выходного напряжения + % 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 работе

Наименование	Страница
Введение	2-3
Распаковка и осмотр	2-3
Порядок замены сетевого предохранителя	2-3
Выбор сетевого напряжения	2-4
Как подключить питание	2-4
Выбор сетевой частоты	2-5
Как связаться с Fluke	2-6
Размещение	2-7
Рекомендации по охлаждению	2-7

Введение

Эта глава содержит инструкции по распаковке и установке Калибратора, выбору сетевого напряжения, замене предохранителя и подключению к электрической сети. Инструкции по подключению других кабелей, отличных от сетевого, находятся 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-232C: Глава 5, «Работа в дистанционном режиме»

Распаковка и осмотр

Калибратор поставляется в контейнере, предназначенном для защиты от повреждения при транспортировке. Тщательно проверьте Калибратор на наличие повреждений и незамедлительно сообщите о любом повреждении поставщику. Инструкции по проверке и претензиям находятся в транспортном контейнере.

При распаковке Калибратора проверьте наличие всего стандартного оборудования, перечисленного в таблице 2–1, и дополнительных принадлежностей, поставляемых по заказу. Дополнительные сведения см. в Главе 9 «Принадлежности». Сообщите об отсутствии любых единиц оборудования в месте приобретения или в ближайшем сервисном центре Fluke (см. «Информация по сервисному обслуживанию» в этой главе). Проверка работоспособности описана в Главе 7 «Техническое обслуживание».

При повторной перевозке Калибратора используйте оригинальный контейнер. Если его нет, можно заказать новый контейнер в компании Fluke, указав модель и серийный номер Калибратора.

Таблица 2–1. Стандартное оборудование

Поз.	Номер модели или детали
Калибратор	5522A
Сетевой шнур питания	См. таблицу 2-2 и рисунок 2-2
Руководство по началу работы с Калибратором 5522A	3795091
Руководство по эксплуатации Калибратора 5522A (на CD-ROM)	3795084

Порядок замены сетевого предохранителя

Предостережение

Во избежание выхода изделия из строя убедитесь, что установленный предохранитель соответствует выбранному сетевому напряжению. Для напряжений 100 и 120 В используйте предохранители с номиналом 5,0 А/250 В с задержкой (медленные), а для напряжений 200 и 240 В – предохранители 2,5 А/250 В с задержкой (медленные).

Сетевой плавкий предохранитель находится на задней панели. Номинал плавкого предохранителя должен соответствовать напряжению сети, 5 А/250 В постепенного действия для 100 В/120 В; 2,5 А/250 В постепенного

действия для 220 В/240 В. Предохранители, не подлежащие замене пользователем, перечислены в главе 7 «Техническое обслуживание».

Для проверки или замены плавкого предохранителя см. Рис. 2-1 и выполните следующее:

1. **Отключите шнур питания от сети.**
2. Откройте отсек плавкого предохранителя, вставив конец отвертки под язычок, расположенный с левой стороны отделения, и слегка подденьте так, чтобы извлечь его с помощью пальцев.
3. Извлеките плавкий предохранитель из отделения для замены или проверки. Убедитесь, что вставлен плавкий предохранитель соответствующего напряжению сети номинала.
4. Установите на место отсек плавкого предохранителя, нажав на него так, чтобы защелкнулся язычок.

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). Следует отметить, что для проверки установленного сетевого напряжения можно воспользоваться тем, что значение установленного напряжения видно через окошко в крышке отсека сетевого плавкого предохранителя (рисунок 2-1). Допустимое отклонение напряжения в сети составляет на 10% больше или меньше от установленного сетевого напряжения.

Для изменения установленного сетевого напряжения выполните следующие действия:

1. **Отключите шнур питания от сети.**
2. Откройте отсек плавкого предохранителя, вставив конец отвертки под язычок, расположенный с левой стороны отделения, и слегка подденьте так, чтобы извлечь его с помощью пальцев.
3. Извлеките узел установки сетевого напряжения, для этого зажмите выступ с указателем напряжения плоскогубцами, и потяните его прямо на себя из разъема.
4. Поверните узел установки сетевого напряжения для выбора желаемого напряжения и вставьте его на место.
5. Проверьте соответствие номинала плавкого предохранителя выбранному напряжению сети (для 100/120 В, номиналом 5 А/250 В постепенного действия; для 220/240 В, номиналом 2,5 А/250 В постепенного действия) и вставьте на место отсек плавкого предохранителя, нажав на него так, чтобы защелкнулся язычок.

Как подключить питание

⚠⚠ Предупреждение!

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

- **Подключите одобренный трехжильный кабель электропитания к электророзетке с заземлением.**
- **Перед использованием убедитесь, что изделие заземлено.**
- **Не используйте удлинитель или переходник.**

Сетевой шнур питания Калибратора оснащается вилкой, используемой в

стране покупателя. Если требуется вилка другого типа, см. таблицу 2-2 с перечнем и рисунок 2-2 с изображениями типов вилок сетевых шнуров питания, предоставляемых Fluke.

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

Выбор сетевой частоты

Калибратор поставляется с завода для работы в сети с номинальной частотой 60 Гц. Если используется сетевое напряжение частотой 50 Гц, необходимо настроить Калибратор А на оптимальную работу при частоте 50 Гц. Для изменения сетевой частоты следует с передней панели войти в меню SETUP, INSTMT SETUP, OTHER SETUP и нажать функциональную клавишу MAINS и выбрать 50 Гц. Сохраните изменения. После прогрева прибор (не раньше, чем через 30 минут) необходимо повторно полностью обнулить его. Подробную информацию см. в разделе «Обнуление Калибратора» в главе 4.

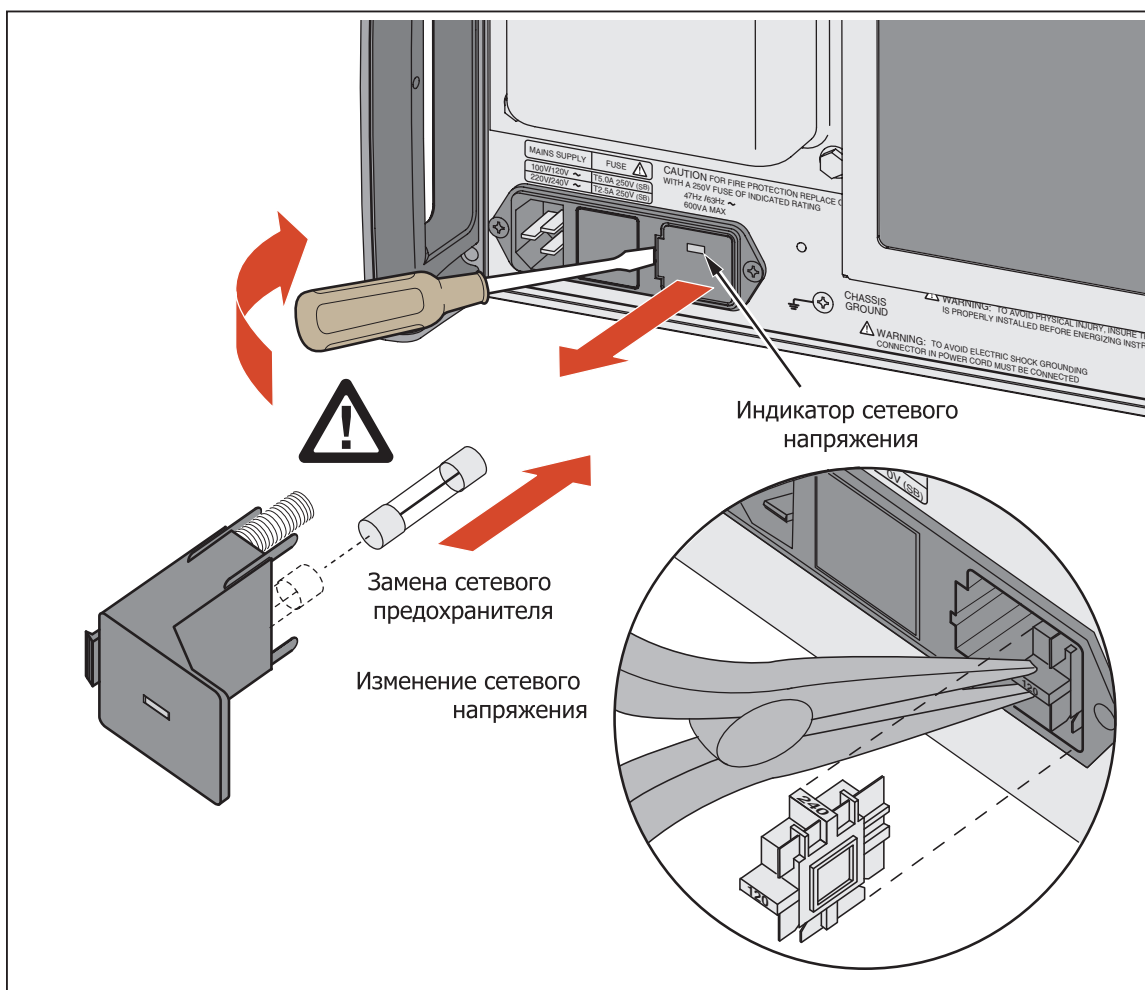
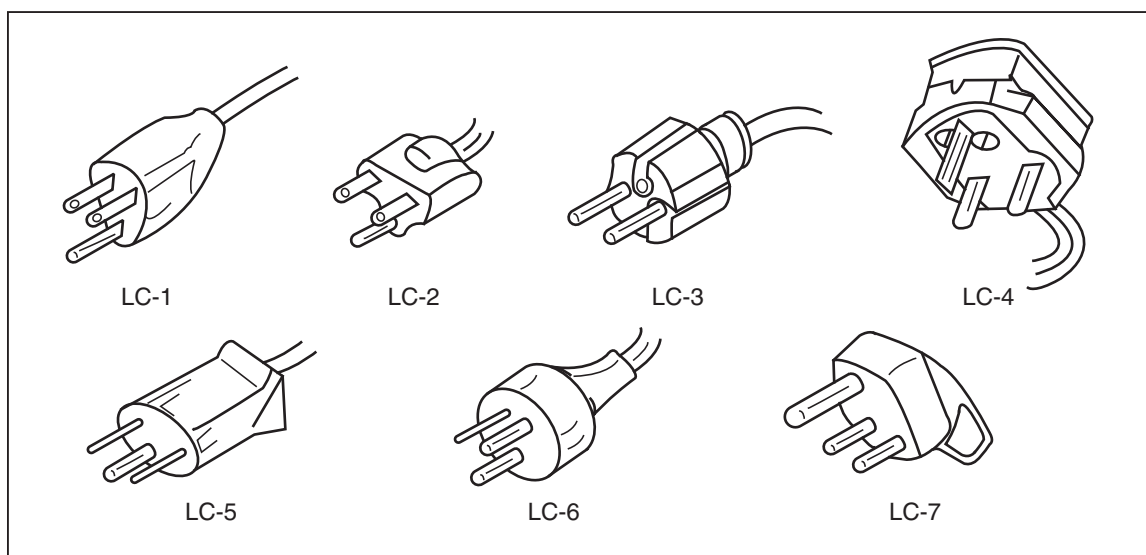


Рис. 2-1. Доступ к предохранителю и выбор сетевого напряжения

gok004.eps

Таблица 2-2. Типы шнуров электропитания, поставляемые Fluke

Тип	Напряжение/сила тока	Номер варианта поставки Fluke
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 электропитания, поставляемые Fluke

Как связаться с Fluke

Для заказа вспомогательного оборудования, получения поддержки по эксплуатации или уточнения местоположения ближайшего дистрибьютора компании Fluke или сервисного центра позвоните по телефону:

США:	1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)
Канада:	1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
Европа:	+31 402-675-200
Япония:	+81-3-3434-0181
Сингапур:	+65-738-5655
Другие страны:	+1-425-446-5500

Или посетите веб-сайт компании Fluke www.fluke.com.

Данный продукт можно зарегистрировать на: <http://register.fluke.com>.

Размещение

⚠⚠ Предупреждение!

Чтобы избежать опасности поражения электрическим током, пожара или травмы, не пользуйтесь не заземленным изделием.

Калибратор можно установить на рабочий стол или установить его в стандартную аппаратную стойку глубиной 24 дюйма (61 см). Для использования на рабочем столе Калибратор оснащен четырьмя ножками из прочного нескользкого материала. Для монтажа Калибратора в аппаратную стойку следует использовать монтажный комплект для монтажа Калибратора 5522A в стойку, модель Y5537. Инструкция по монтажу Калибратора в стойку вложена в упаковку комплекта для монтажа в стойку.

Рекомендации по охлаждению

⚠ Предостережение

Во избежание выхода изделия из строя обеспечьте наличие вокруг него места, соответствующего минимальным требованиям.

Перегородки направляют охлаждающий воздух от вентилятора сквозь шасси для рассеивания выделяемого во время работы тепла по объему стойки. 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, поступающий в прибор, должен иметь комнатную температуру. Убедитесь, что ко входному отверстию не направлен поток воздуха из другого прибора.
- Если Калибратор используется в запыленной среде, очищайте воздушный фильтр каждые 30 дней или чаще. (Руководство по очистке воздушного фильтра см. в главе 7 «Техническое 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

Настоящая глава является справочником по функциям и расположению органов управления на передней и задней панели Калибратора 5522A. Перед началом работы с Калибратором ознакомьтесь с этой информацией. Инструкции по работе с передней панелью Калибратора находятся в Главе 4, «Работа с передней панелью»; инструкции по дистанционной работе находятся в Главе 5, «Работа в дистанционном режиме».

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.

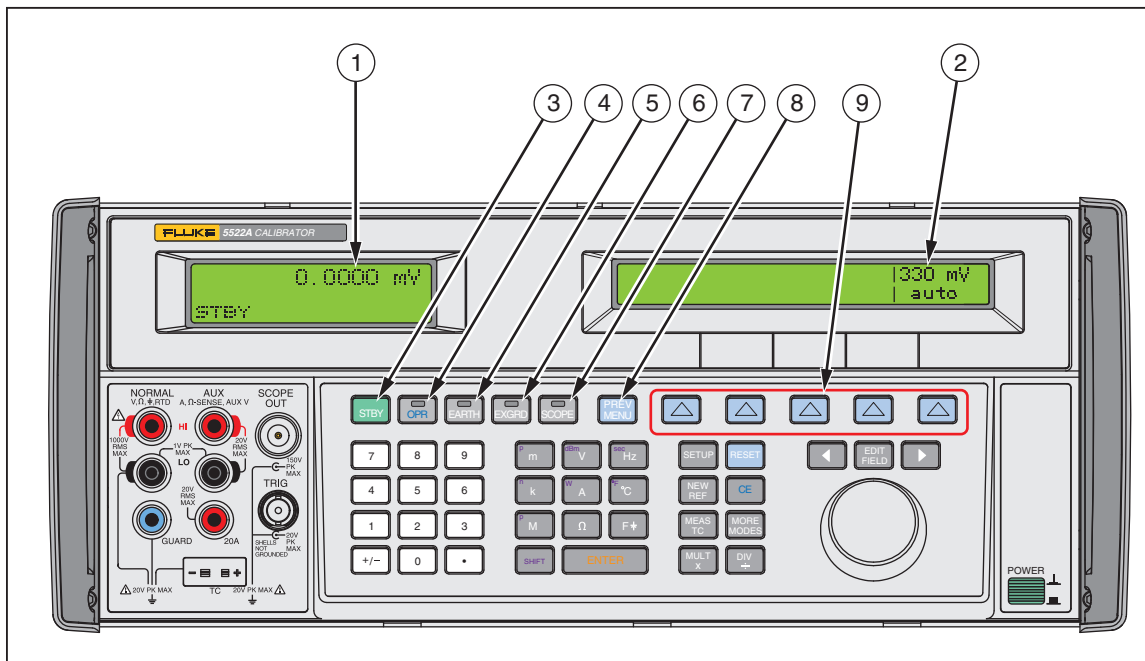
Элементы задней панели

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. Режим настройки функциональных кнопок Калибратора 5522A связан с кнопкой **SETUP** на передней панели. Функции пяти функциональных клавиш определяются обозначениями, отображаемыми на дисплее непосредственно над каждой кнопкой. Обозначения функциональных кнопок меняются в процессе работы, обеспечивая быстрый доступ к множеству различных функций.

Группа обозначений функциональных клавиш называется меню. Группа взаимосвязанных меню называется деревом меню. На рисунке 3-3 показана структура дерева меню **SETUP**; Рисунок 3-4 описывает каждый экран дерева меню **SETUP**. В таблице 3-3 показаны стандартные заводские настройки для дерева меню **SETUP**. Для возвращения к стандартным настройкам меню **SETUP** используйте функциональную кнопку **SETUP** в меню **Format NV Memory** (см. рисунок 3-4, меню **F**).



gjh005.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 5522A находится в режиме ожидания) отображаются с помощью четырех цифр. Состояние Калибратора отображается с помощью следующих сокращений:

OPR	Отображается, когда на клеммах передней панели присутствует выходной сигнал.
STBY	Отображается, когда Калибратор 5522A находится в режиме ожидания.
u	При смене выходного сигнала знак «u» (unsettled) отображается до тех пор, пока выходной сигнал не будет установлен с необходимой точностью.
m	Отображается, когда Калибратор выполняет измерение. (только функции термопары, измерения давления и импеданса)
?	Отображается, когда амплитуда задается как только типичная и /или с пониженным разрешением. Это происходит при работе прибора 5522A в режиме расширенного частотного диапазона.
C	Отображается, когда амплитуда задается как только типичная и /или с пониженным разрешением. Это происходит при работе прибора 5522A в режиме расширенного частотного диапазона.

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. Несколько взятых вместе обозначений функциональных кнопок называются меню. Со сменой меню обеспечивается доступ к множеству различных функций с помощью функциональных кнопок и кнопки PREV MENU. (См. рисунок 3-3, Дерево меню функциональных кнопок.)

3

STBY

Кнопка **STBY** (Ожидание) переводит Калибратор 5522A 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 5522A. После включения Калибратор 5522A находится в режиме ожидания. Калибратор 5522A автоматически переключается в режим ожидания в случае любого из следующих событий:

Нажата кнопка RESET.

Выбрано напряжение ≥ 33 В, а предыдущее выходное напряжение было меньше 33 В.

Изменена функция на выходе, кроме перехода между напряжением <33 В переменного и постоянного тока.

Выбран токовый выход выше 3 А. Это происходит, когда выход переносится на клемму **20A**.

Обнаружено условие перегрузки.

4

OPR

Кнопка **OPR** (Работа) переводит Калибратор 5522A 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

EXGRD

Кнопка **EXGRD** (External Guard) размыкает и замыкает внутренний контакт между внутренним сигнальным заземлением NORMAL LO и внутренним защитным экраном. Индикатор кнопки светится, когда этот контакт замкнут. При включении питания по умолчанию внешний защитный экран отключен (индикатор не светится).

8

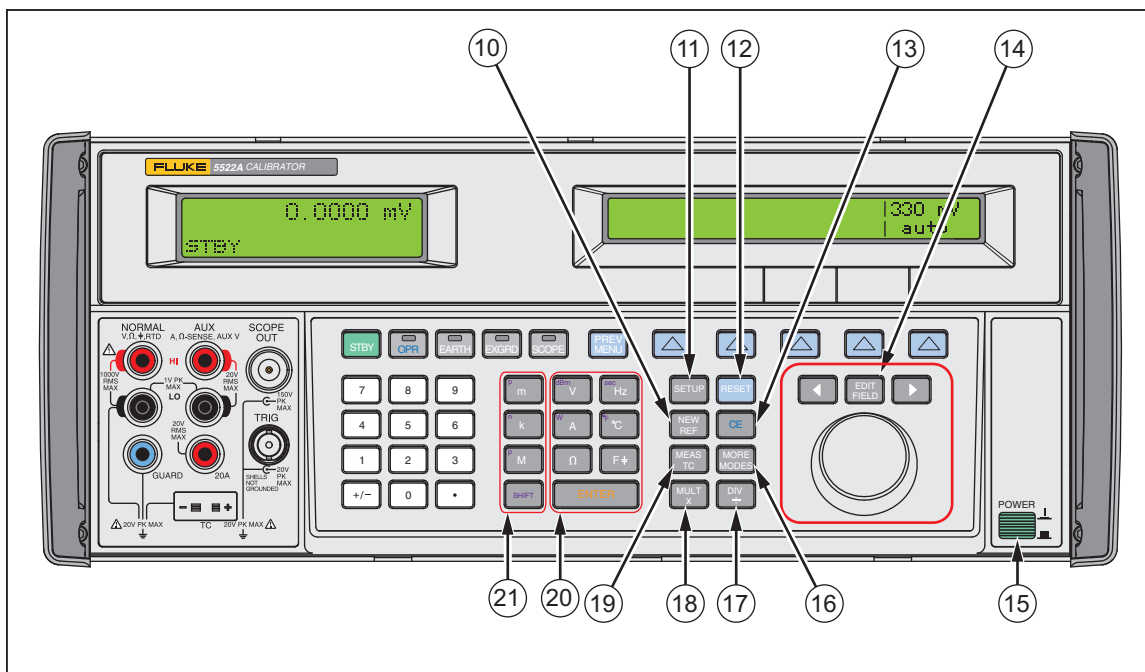
PREV MENU

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 непометенных синих функциональных кнопок определяются обозначениями, отображаемыми на дисплее управления непосредственно над каждой кнопкой. Назначение кнопок изменяется во время работы, поэтому с их помощью можно получить доступ к множеству различных функций. Группа обозначений функциональных клавиш называется меню. Группа взаимосвязанных меню называется деревом меню.



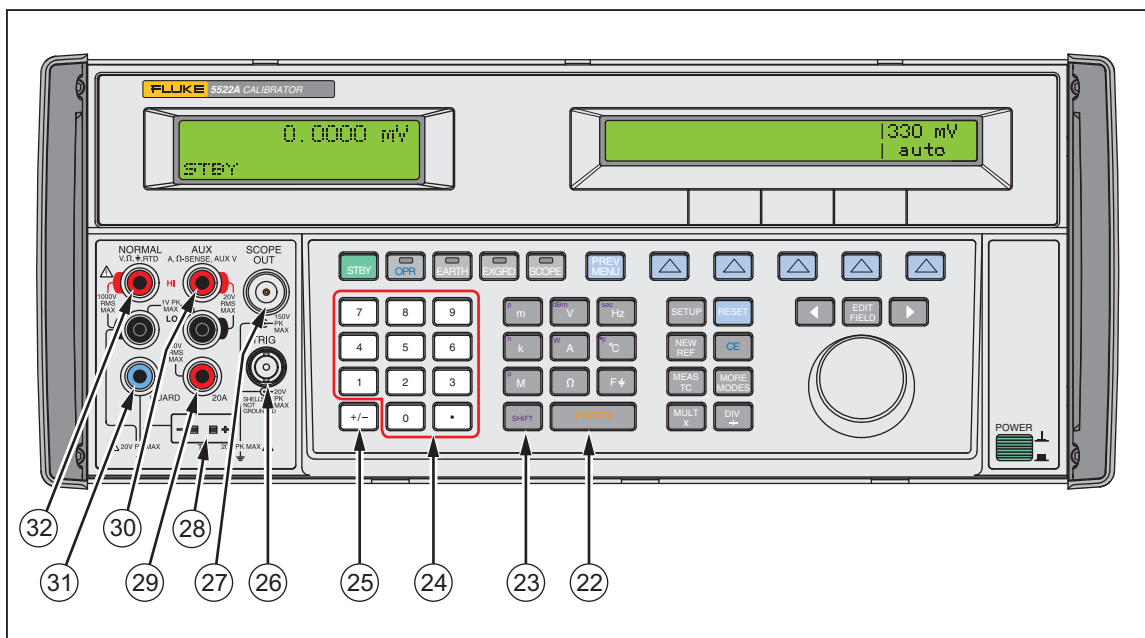
gjh009.eps

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 5522A в режим настройки, отображая на дисплее управления меню настройки. Различные параметры настройки выбираются с помощью функциональных кнопок, расположенных под дисплеем управления.
12	RESET Кнопка RESET (Сброс Калибратора) прерывает текущий режим работы Калибратора 5522A и возвращает его в стандартное состояние после включения питания, за исключением работы в дистанционном режиме.
13	CE Кнопка CE (Очистить ввод) очищает с дисплея управления частично введенные с помощью кнопочной панели данные. Если на дисплее имеются частично введенные данные, то при нажатии на кнопку CE выходной сигнал не изменяется.
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 появляется сообщение об ошибке, показывающее разность между исходным (эталонным) выходным значением и новым выходным значением. Клавиши ◀ и ▶ позволяют настроить величину изменения путем передвижения выделенной цифры. Кнопка EDIT FIELD позволяет перемещаться от поля отображения напряжения или тока к полю отображения частоты и назад. 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 служит для включения и выключения Калибратора. Выключатель представляет собой кнопку с фиксацией, которая снимается при повторном нажатии. Когда кнопка нажата, питание включено.
- 16  Кнопка **MORE MODES** позволяет перейти к функции измерения давления. Для измерения давления требуется модуль Fluke серии 700
- 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 клавиша DIV 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 5522A в режим ожидания, если изменение идет со стороны напряжений ниже 33 В. В режиме SCOPE клавиша MULT изменяет выходной сигнал в соответствии со следующим нижним диапазоном.
- 19  Кнопка **MEAS TC** (Измерение с помощью термопары) включает вход TC (Термопара) и расчет Калибратором 5522A температуры на основе входного напряжения.
- 20 **Кнопки единиц выходного сигнала**
Кнопки единиц выходного сигнала определяют функцию, выполняемую Калибратором 5522A. Некоторые кнопки задают другую единицу измерения, если непосредственно перед их нажатием была нажата кнопка SHIFT. Выходной сигнал имеет следующие единицы измерения:
- | | |
|---|---|
|  | Вольты или децибелы, относящиеся к 1 мВт на сопротивлении 600 Ом (переменное сопротивление) |
|  | Ватты или ток |
|  | Сопротивление |
|  | Частота или секунды (секунды относятся только к функции SCOPE) |
|  | Емкость |
|  | Температура в градусах Фаренгейта или Цельсия |
- 21 **Кнопки задания множителей**
Эти кнопки служат для выбора множителя выходного значения. Некоторые кнопки множителей имеют другую функцию, если непосредственно перед их нажатием была нажата кнопка SHIFT. Например, если ввести 33, затем SHIFT, затем , затем , затем ENTER, то выходное значение на приборе 5522A 33 пФ. Имеются следующие клавиши множителей:
- | | |
|---|--|
|  | 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) |



gjh010.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 5522A, и оно появляется на дисплее выходного сигнала. Новое значение может быть введено с клавиатуры. Если нажать кнопку ENTER без указания единиц ввода, то в большинстве случаев Калибратор 5522A сохраняет последние использованные единицы. Это дает возможность, например, ввести «1 mВ», а затем позже ввести 10, чтобы получить «10 В». (Единицы «В» 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	Кнопка SHIFT служит для выбора альтернативной функции кнопок задания единиц измерения и изменения значения кнопок задания множителей. Альтернативные значения указаны маленькими буквами в верхнем левом углу кнопок.
24	Панель цифровых кнопок	Используется для ввода цифр амплитуды и частоты выходного сигнала. Правильная последовательность ввода значения должна быть такой: сначала вводятся 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 dBmV . Чтобы разрешить воспроизведение выходного сигнала, нажмите кнопку OPR . Если поле ввода полностью заполнено, или при вводе десятичной запятой более одного раза, при нажатии цифровой кнопки выдается звуковой сигнал.
25	+/-	Кнопка +/- (Смена полярности) вызывает смену полярности выходного сигнала по постоянному току или напряжению. Для изменения полярности выходного сигнала следует нажать кнопку +/- , а затем кнопку ENTER .
26	SCOPE TRIG	Разъем SCOPE TRIG (Запуск осциллографа) используется для запуска осциллографа при его калибровке. Он активен только при установленном модуле калибровки осциллографов.
27	SCOPE OUT	Разъем SCOPE OUT (Осциллограф) типа N используется для выхода при калибровке осциллографа. Он активен только при установленном модуле калибровки осциллографа.

Таблица 3-1. Элементы передней панели (продолжение)

(28)	Мини-разъем ТС (Термопара) используется для моделирования термопары при калибровке термометра и при измерениях с помощью термопары. С этим разъемом необходимо использовать соответствующие провода и штекер термопары. Например, при моделировании термопары типа К используется провод термопары типа К и штекер типа К.
(29)	Клемма 20A является источником токового выхода, если выбран диапазон 20 А (3 А - 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 GUARD постоянно подсоединены внутри к внутреннему защитному экрану. Этот экран подсоединен к сигнальному заземлению NORMAL LO внутри Калибратора, если не нажата кнопка  и ее индикатор не горит.
(32)	Клеммы NORMAL (Нормальный выход) используются для источников переменного и постоянного напряжения, сопротивления и емкости, а также моделирования резистивных датчиков температуры (RTD).

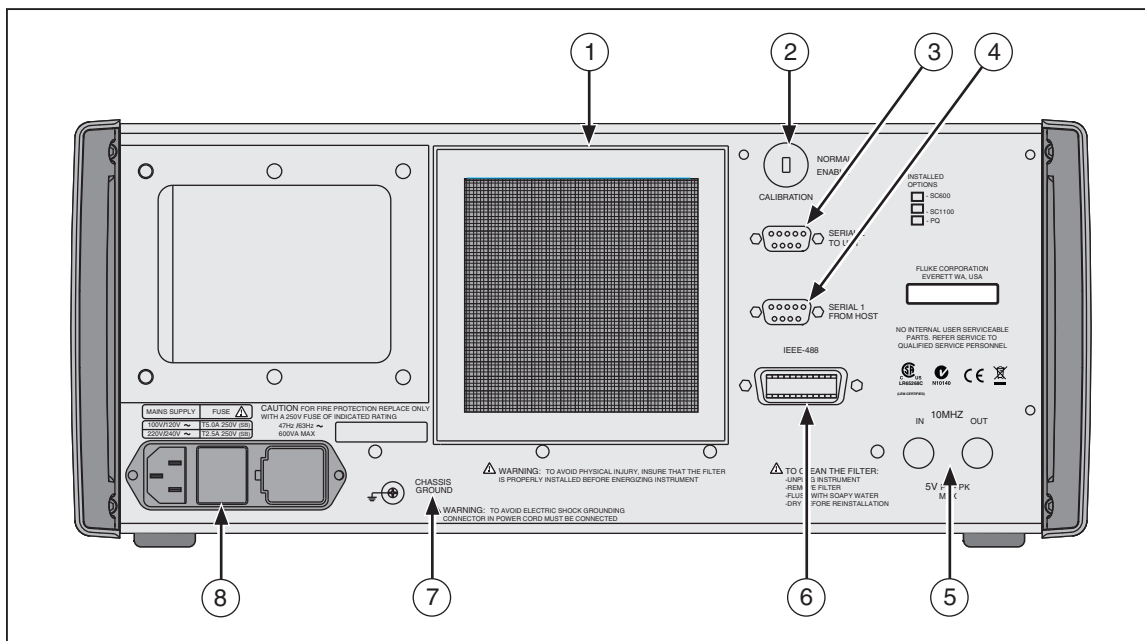


Рис. 3-2. Элементы задней панели

gjh011.eps

Таблица 3-2. Элементы задней панели

1	Решетка вентилятора защищает отверстие для забора воздуха от попадания пыли и мусора на лопадки вентилятора шасси. Вентилятор Калибратора 5522A создает непрерывный поток охлаждающего воздуха внутри шасси. Инструкции по обслуживанию вентилятора фильтра находятся в Главе 7 «Техническое обслуживание».
2	Переключатель CALIBRATION NORMAL/ENABLE используется для включения и выключения записи в энергонезависимую память, которая сохраняет калибровочные постоянные. Переключение на ENABLE (Вкл.) позволяет записывать изменения в память, а переключение на NORMAL (Норм.) защищает данные в памяти 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 данных через последовательный порт RS-232 между Калибратором 5522A и испытываемым устройством (UUT) или модулем измерения давления Fluke серии 700. В Главе 6 «Дистанционные команды» описано, как использовать последовательный интерфейс RS-232 для связи с испытываемым устройством. в Главе 34 описано измерение давления.
4	Разъем SERIAL 1 FROM HOST используется для дистанционного управления Калибратором 5522A 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 10 MHz IN BNC connector служит для подачи дополнительного сигнала с внешних часов на Калибратор 5522A. Он заменяет обычный сигнал внутреннего тактового генератора частотой 10 МГц Калибратора 5522A. Точность определения частоты Калибратором 5522A зависит от точности частоты внутреннего или внешнего тактового генератора. Разъем 10 MHz OUT BNC служит для подачи внутреннего или внешнего сигнала частотой 10 МГц на Калибратор 5522A для синхронизации одного или нескольких ведомых устройств с ведущим устройством 5522A.
6	Разъем IEEE-488 представляет собой стандартный параллельный интерфейс для дистанционного управления Контроллером 5522A 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)

7	⚠⚠ Предупреждение! Во избежание опасности поражения током вставьте трехпроводный шнур питания в розетку, заземленную соответствующим образом. Не пользуйтесь двухжильным адаптером или удлинительным проводом; это нарушит защитное соединение заземления. Клемма заземления CHASSIS GROUND на задней панели используется для подсоединения защитного заземления, если возникают сомнения в эффективности заземления прибора через заземляющий проводник шнура питания. Клемма CHASSIS GROUND внутри подсоединена к шасси. Если Калибратор 5522A является местом расположения единой точки заземления системы, эту клемму можно использовать для заземления других приборов. Подробнее см. «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» в Главе 4, «Работа с передней панелью».
8	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, «Подготовка к работе» для получения дополнительной информации о выборе рабочего напряжения сети, номинале плавкого предохранителя и порядке его замены.

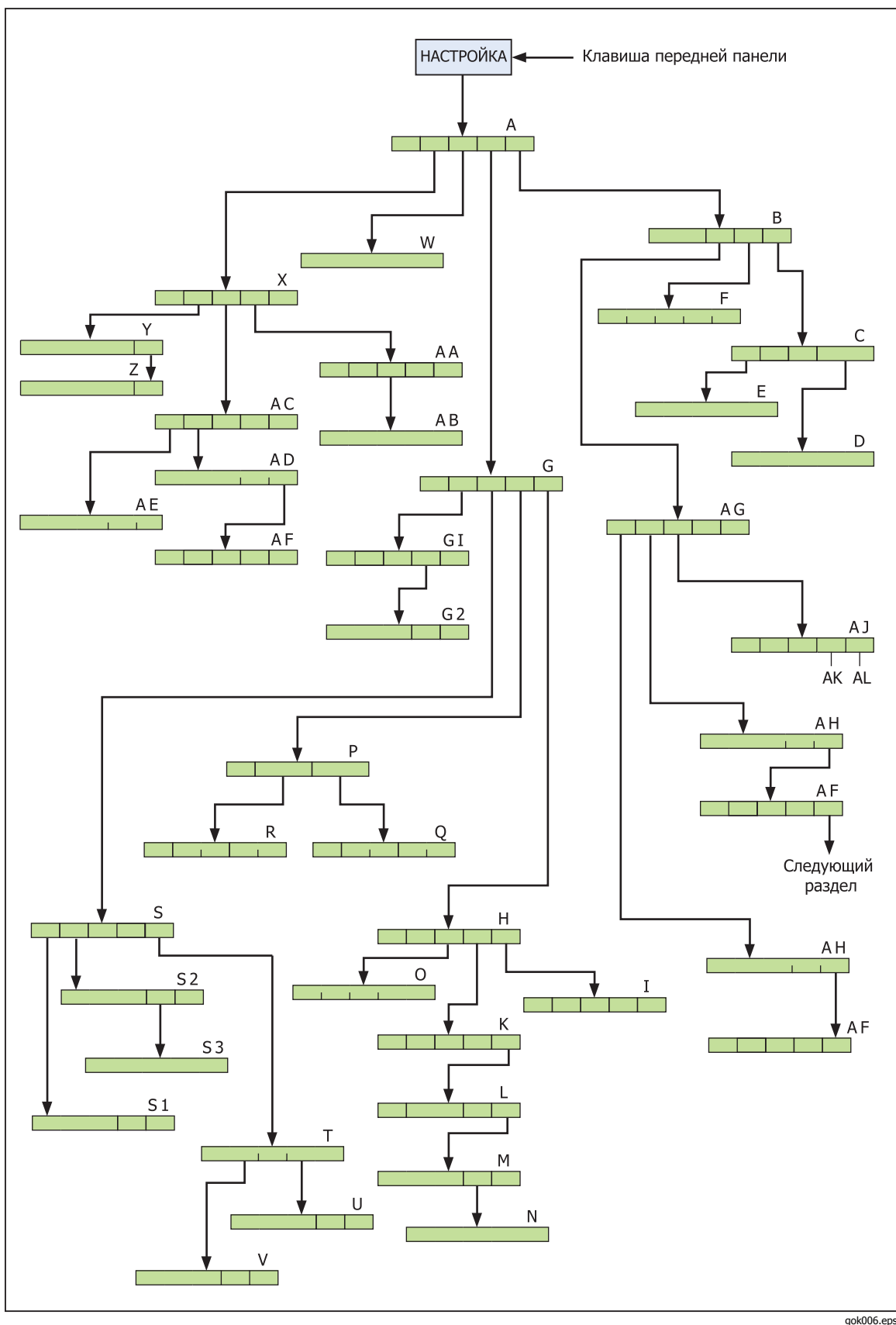
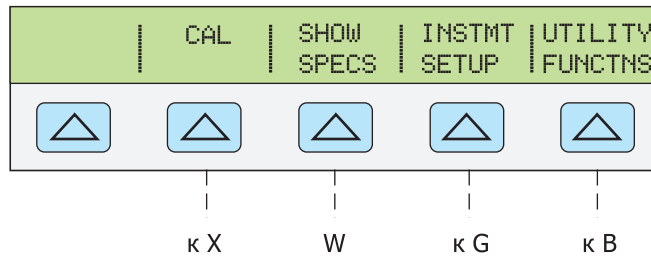


Рис. 3-3. Дерево меню функциональных кнопок настройки

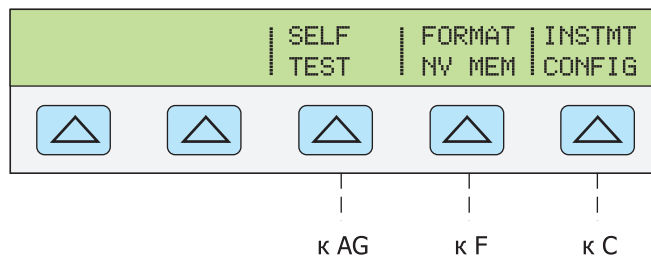
gok006.eps

A



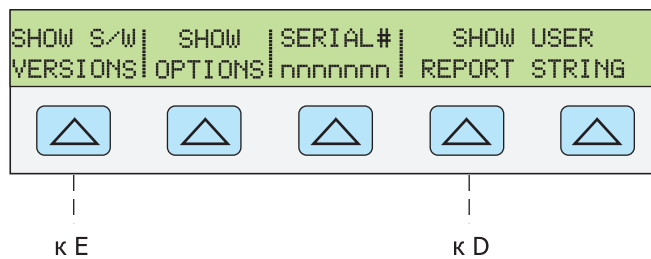
SHOW SPECS – это оперативная справка по запрограммированным выходным техническим характеристикам.

B



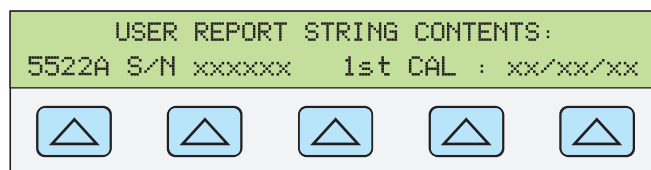
Если самотестирование не проходит, отображаются коды ошибок.
(См. Главу 7, «Техническое обслуживание»)

C



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

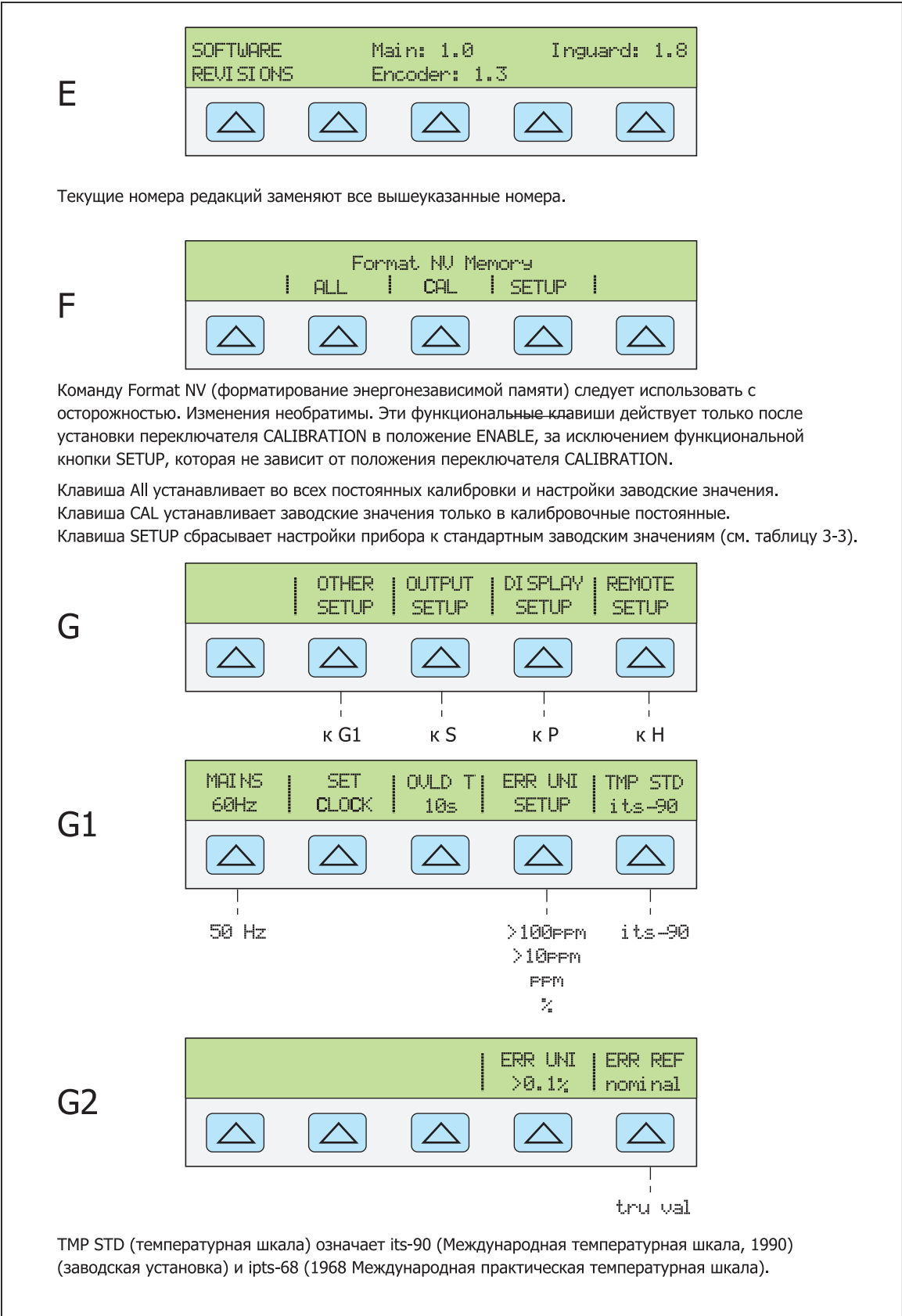
D



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

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

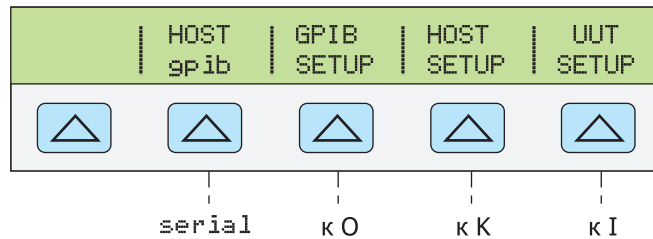
gok007.eps



gok008.eps

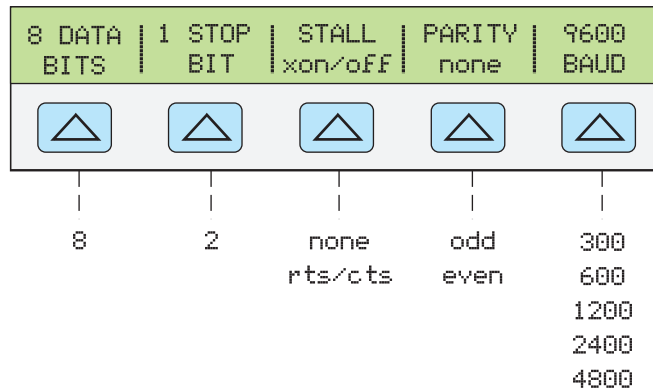
Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

H



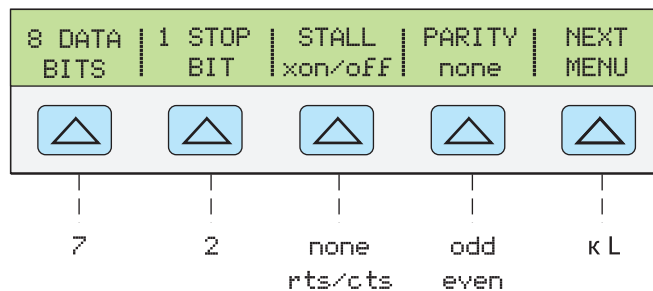
HOST выбирает параллельный порт IEEE-488 (универсальная интерфейсная шина GPIB) (заводская установка по умолчанию) или порт RS-232 (последовательный).
Невозможно одновременно использовать IEEE-488 и RS-232.

I



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

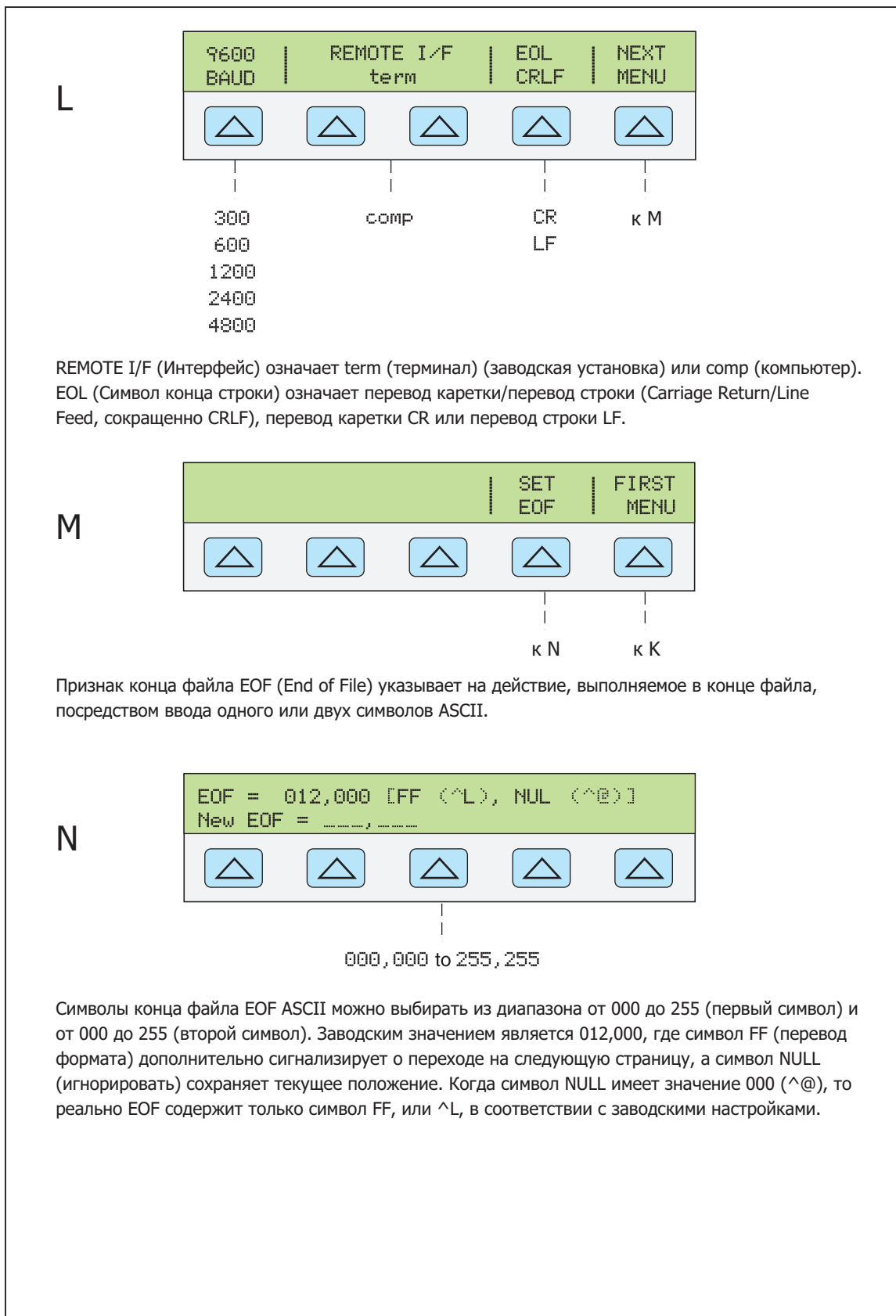
K



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

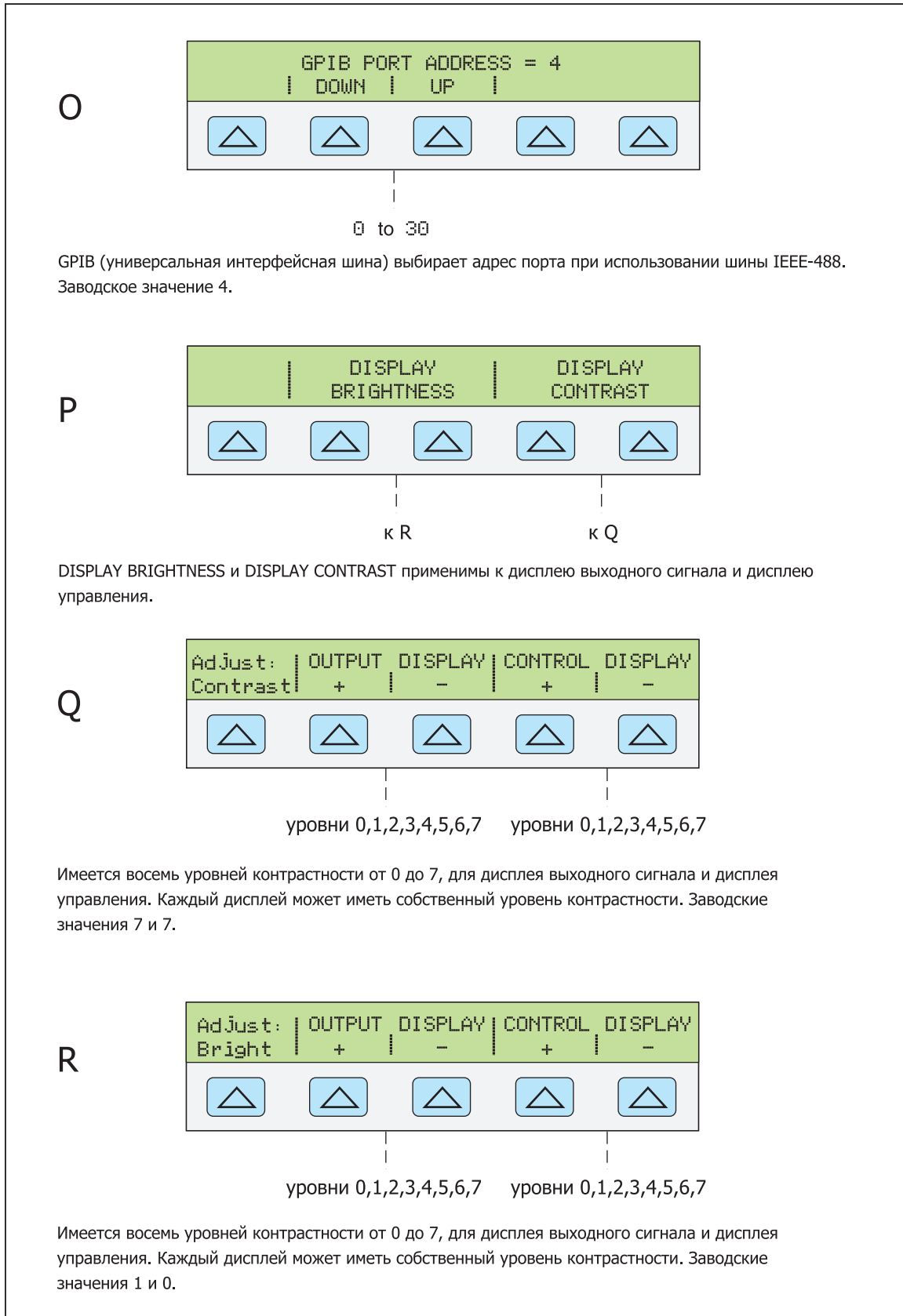
Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

gok030.eps



gok003.eps

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



gok031.eps

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

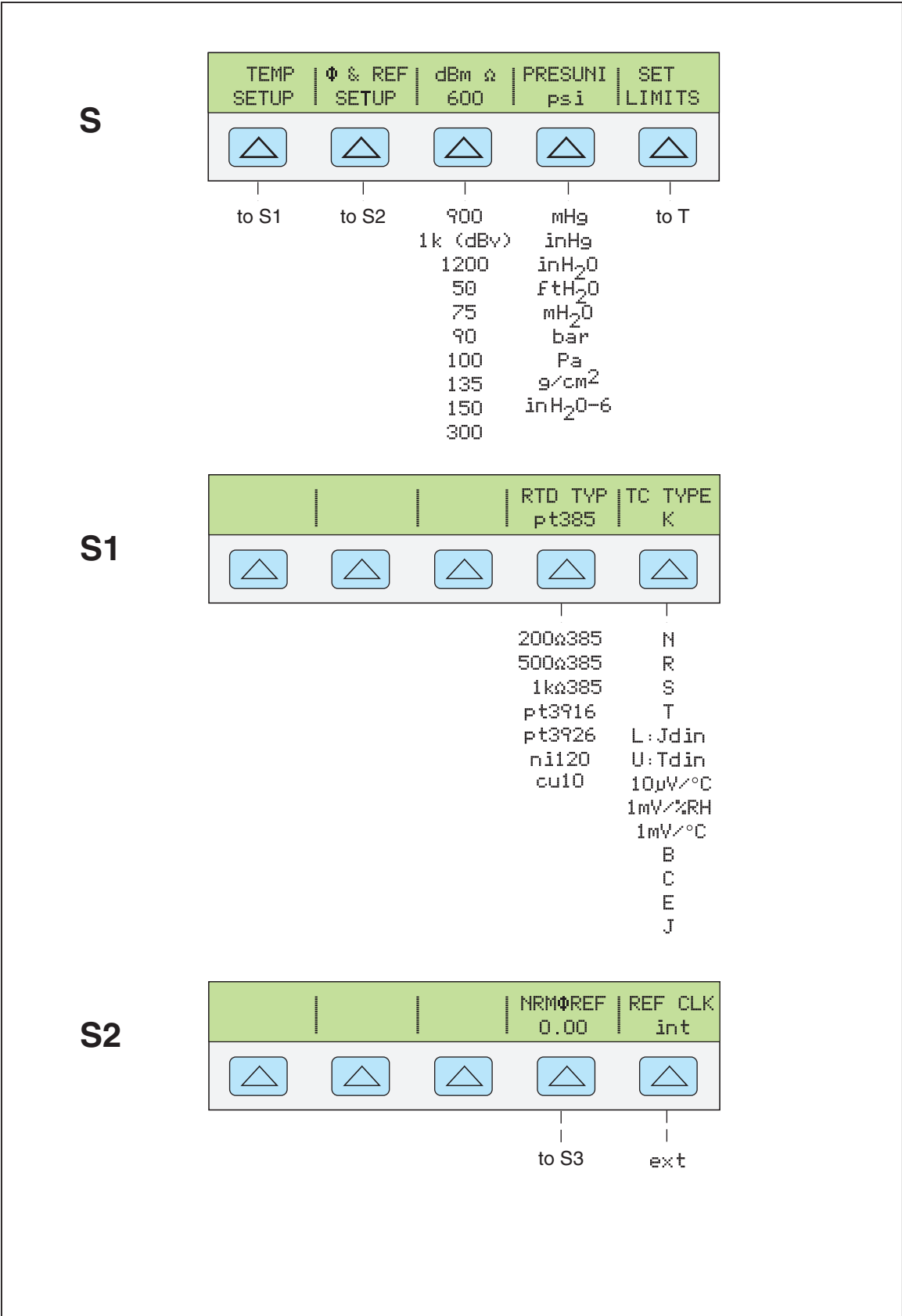
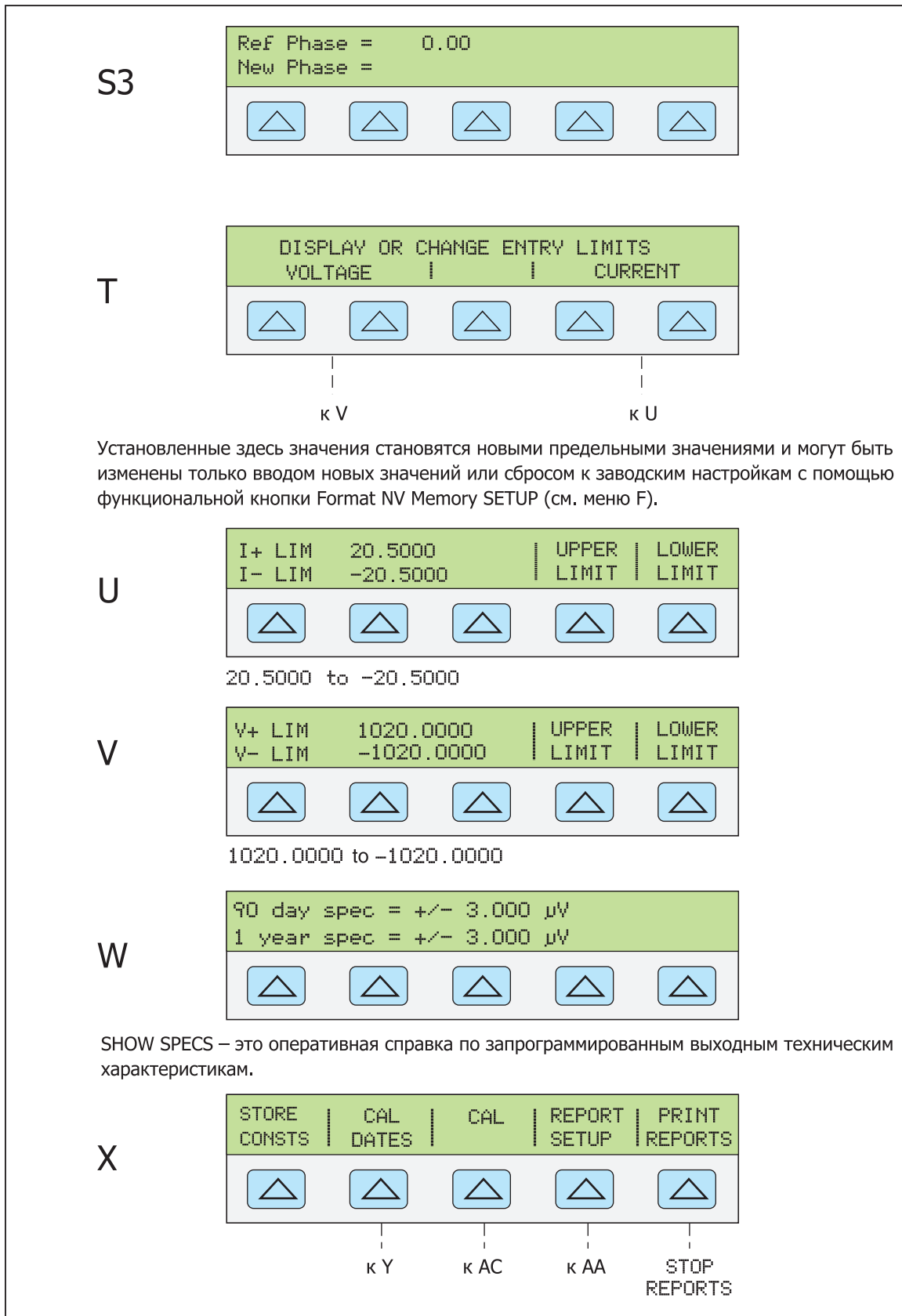
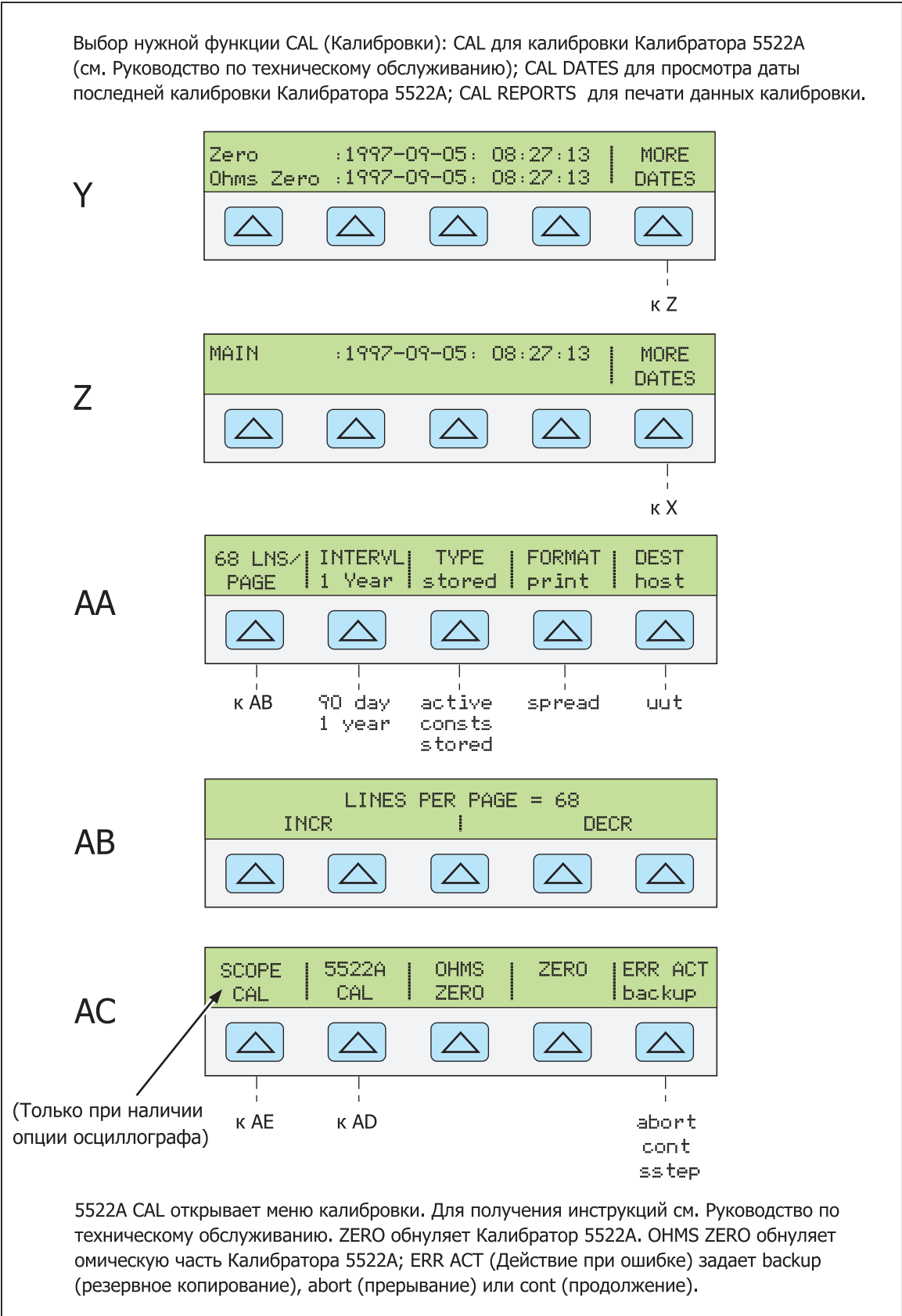


Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

gjh032.eps





gok013eps

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

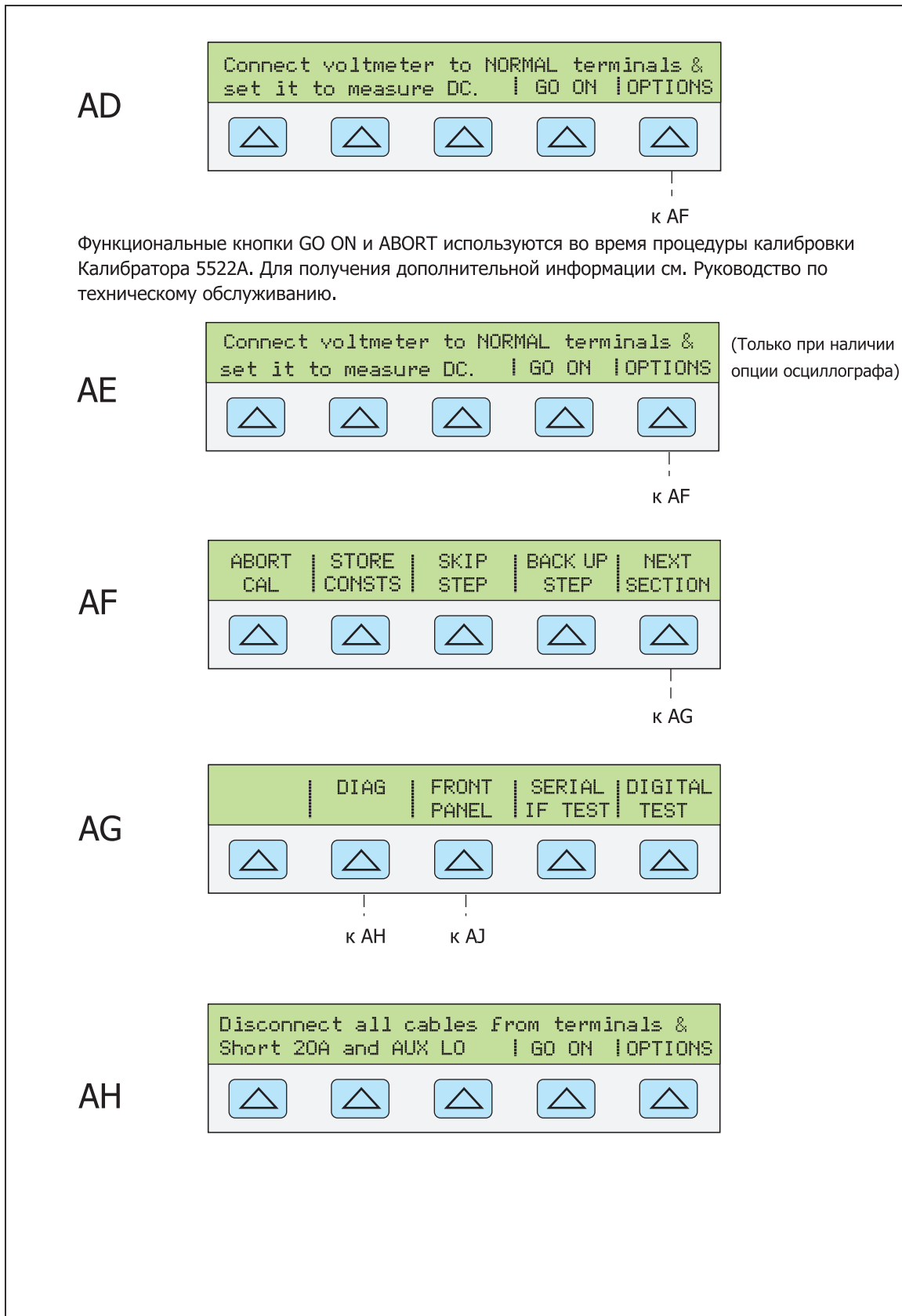


Рисунок 3-4. Отображение на дисплее меню функциональных клавиш SETUP (продолжение)

gok033.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
Единица измерения давления	фунт на кв.дюйм	S
тип RTD	pt385	S1
Тип термопары	K	S1
Опорный сигнал фазы	0.00°	S3
Системные часы 10 МГц	Внутренние	S2
Предельный ток	$\pm 20,5A$	U
Предельное напряжение	$\pm 1020 V$	B
Примечание.]Дисплей выходного сигнала и дисплей управления соответственно. Всего 8 уровней: 0,1,2,3,4,5,6 и 7.		

Глава 4

Работа с передней панели

Наименование	Страница
Введение	4-3
Как включить Калибратор.....	4-3
Прогрев Калибратора	4-4
Использование функциональных кнопок	4-4
Использование меню "Настройка"	4-5
Использование меню "Настройка прибора"	4-5
Меню служебных функций	4-6
Использование меню "Энергонезависимая память"	4-7
Сброс настроек Калибратора	4-8
Обнуление настроек Калибратора	4-8
Рабочий режим и режим ожидания.....	4-9
Подключение Калибратора к испытываемому устройству.....	4-10
Рекомендуемые кабели и типы разъемов	4-10
Когда используются кнопки EARTH и EXGRD	4-11
Заземление.....	4-11
Внешний ограничитель.....	4-11
Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением	4-12
Четырехпроводное подключение.....	4-12
Двухпроводная компенсация	4-12
Без компенсации	4-12
Указания по кабельным подключениям.....	4-13
Среднеквадратичное значение и амплитуда размаха.....	4-18
Автоматический диапазон и фиксированный диапазон.....	4-19
Установка выходного сигнала	4-19
Установка постоянного напряжения на выходе.....	4-20
Установка переменного напряжения на выходе	4-21
Установка выходного сигнала постоянного тока	4-25
Установка выходного сигнала переменного тока.....	4-26
Установка выходной мощности постоянного тока	4-28
Установка выходной мощности переменного тока.....	4-30
Установка одновременного воспроизведения двух напряжений....	4-33
Установка одновременного воспроизведения двух переменных напряжений	4-35
Установка выходного сопротивления	4-38
Установка выходной емкости	4-39
Установка моделирования температуры (термопара).....	4-41
Установка моделирования температуры (резистивный датчик температуры)	4-43

Измерение температур термопары	4-45
Типы форм сигналов	4-48
Синусоида	4-48
Пилообразные сигналы	4-48
Прямоугольный сигнал	4-48
Усеченная синусоида	4-49
Настройка гармоник	4-49
Настройка фазы	4-51
Ввод значений угла смещения фазы	4-53
Ввод значения коэффициента мощности	4-53
Ввод значения постоянного напряжения смещения	4-54
Редактирование ошибочных значений выходных сигналов	4-55
Изменение настройки выходного значения	4-56
Отображение ошибок испытываемого устройства	4-56
Умножение и деление	4-58
Настройка предельных значений выходного сигнала	4-58
Установка предельных значений напряжения и тока	4-58
Измерение давления	4-59
Синхронизация Калибратора через вход/выход 10 МГц (10 MHz IN/OUT)	4-61
Использование внешнего синхросигнала частотой 10 МГц	4-61
Подача переменного тока с параллельно подключенных приборов 5522A	4-62
Калибровка трехфазного источника питания	4-63
Примеры применения	4-64
Калибровка цифрового мультиметра серии 80	4-64
Кабели	4-65
Подключение к заземлению	4-65
Тестирование измерительного прибора	4-65
Калибровка измерительного прибора	4-71
Тестирование анализатора гармоник модели 41	4-71
Тестирование показаний в ваттах, вольт-амперах, var	4-72
Тестирование показаний гармоник в вольтах	4-73
Тестирование показаний гармоник в амперах	4-74
Калибровка термометра Fluke 51	4-75
Тестирование термометра	4-75
Калибровка термометра	4-77

Введение

⚠⚠ Предупреждение!

Калибратор является источником опасного для жизни напряжения. Чтобы избежать опасности поражения электрическим током, не выполняйте подключение к выходным клеммам, когда на них присутствует напряжение. Установка прибора в ждущий режим не позволяет полностью избежать поражения электрическим током, поскольку может быть случайно нажата кнопка **OPR**. Нажмите кнопку **RESET** и убедитесь, что Калибратор находится в ждущем режиме перед выполнением подключения к выходным клеммам.

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

Как включить Калибратор

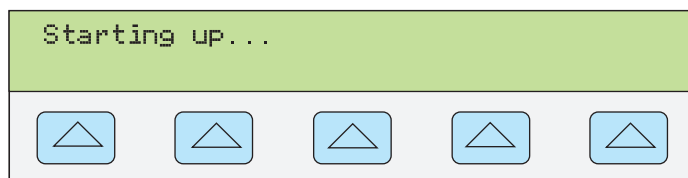
⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание опасности поражения электрическим током, пожара или травмы убедитесь, что устройство надежно заземлено.

⚠ Осторожно

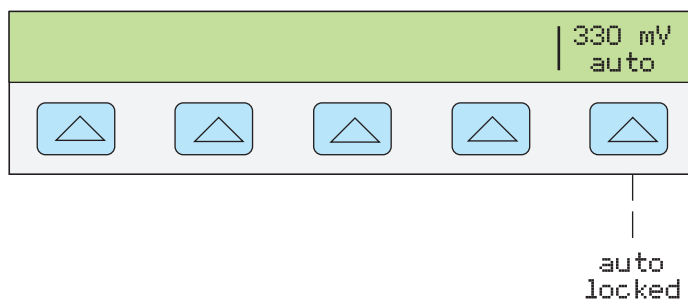
Перед включением Калибратора убедитесь, что сетевое напряжение выбрано правильно. Обратитесь к разделу «Выбор сетевого напряжения» в Главе 2 для проверки параметров сетевого напряжения.

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 (ниже).



nn063f.eps

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

Прогрев Калибратора

После включения Калибратора А дайте ему прогреться в течение 30 минут для стабилизации внутренних компонентов. Это гарантирует соответствие технических характеристик Калибратора значениям, указанным в Главе 1.

Если Калибратор был выключен после прогрева и снова включен, дайте ему прогреться в течение времени, как минимум в два раза большего, чем продолжительность времени в выключенном состоянии (максимум 30 минут). Например, если Калибратор выключить на 10 минут и снова включить, то время прогрева составит не менее 20 минут.

Использование функциональных кнопок

Пять кнопок, расположенных справа от кнопки **PREV MENU** (предыдущее меню), называются функциональными кнопками. Назначение функциональной кнопки определяется обозначением непосредственно над кнопкой на дисплее управления. По нажатию на функциональную кнопку либо изменяется значение, либо появляются новые пункты вложенного меню на дисплее управления. Меню функциональных кнопок организовано в виде нескольких уровней, как описано в разделе «Дерево меню функциональных кнопок» в Главе 3. Вернуться к пунктам предыдущих меню можно при помощи повторного нажатия на кнопку **PREV MENU**. При нажатии кнопки **RESET** происходит возвращение в меню верхнего уровня, кроме этого происходит сброс всех несохраненных настроек и возвращение Калибратора в ждущий режим, при котором напряжение на его выходе равно 0 В пост. тока. Кнопка **PREV MENU** используется как основное средство перемещения по уровням меню.

Использование меню "Настройка"

Для доступа к различным операциям и изменяемым параметрам нажмите кнопку **SETUP**. Большинство параметров хранятся в энергонезависимой памяти. Это означает, что они сохраняются при сбросе или после выключения питания. В Главе 3 показана карта дерева меню, перечислены параметры и приведена таблица заводских настроек по умолчанию.

Если после включения питания нажать кнопку **SETUP**, то изображение на дисплее будет иметь следующий вид:



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 далее в этой главе.
- **SHOW SPECS** (Просмотр характеристик) Отображает паспортные технические характеристики Калибратора для выбранного в данный момент выходного значения.
- **INSTMT SETUP** (настройка прибора) Позволяет изменять значения по умолчанию при включении питания или сбросе 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. При изменении их в этом меню они сохраняются в энергонезависимой памяти. Для восстановления стандартных заводских настроек используется вложенное меню Format NV Memory в меню UTILITY FUNCTNS.
- **UTILITY FUNCTNS** (Служебные функции) Позволяет запускать самодиагностику, форматировать энергонезависимую память (восстанавливать стандартные заводские настройки) и просматривать версию конфигурации программного обеспечения и строку отчета пользователя. Эти функции описаны далее в разделе «Меню служебных функций» данной главы.

Использование меню "Настройка прибора"

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



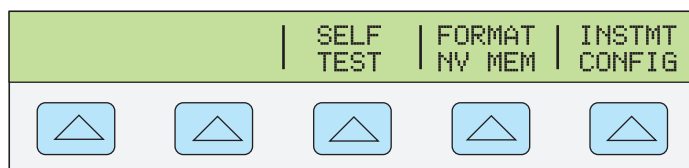
nn065f.eps

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 (ipts-68) или Международную температурную шкалу (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 (OVLD T), а также выбирать единицы отображения ошибок. Можно также настроить наиболее оптимальный режим работы устройства при частоте 50 Гц в сети переменного тока.
- **OUTPUT SETUP** (Настройка выходного сигнала) Открывает меню, из которого можно изменять параметры питания, а также заданные по умолчанию пределы выходных значений тока и напряжения, типы термопар и резистивных датчиков, задавать значения опорной фазы, внутренние или внешние источники опорной фазы, значение полного сопротивления для отображения на табло dBm, а также единицы давления.
- **DISPLAY SETUP** (Настройка дисплея) Открывает подменю настройки яркости и контрастности на дисплее управления и выходном дисплее.
- **REMOTE SETUP** (Удаленная настройка) В этом меню можно выбирать настройки двух портов RS-232 - SERIAL 1 FROM HOST и SERIAL 2 TO UUT, а также универсальной интерфейсной шины IEEE-488 (GPIB). (Дополнительную информацию см. в Главе 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

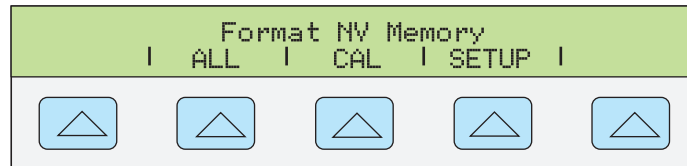
- **SELF TEST** Эта кнопка открывает доступ к пунктам меню самодиагностики Калибратора.
- **FORMAT NV MEM** (Форматирование энергонезависимой памяти) Открывает меню восстановления стандартных заводских значений для всех или части данных в энергонезависимой памяти (EEPROM).
- **INSTMT CONFIG** (Конфигурация прибора) Позволяет просматривать версию установленного в Калибраторе программного обеспечения, а также введенную пользователем строку отчета.

Использование меню "Энергонезависимая память"

⚠ Предостережение

Использовать с крайней осторожностью. Нажатие функциональных кнопок меню форматирования энергонезависимой памяти приводит к безвозвратному удалению калибровочных постоянных. После нажатия кнопки ALL или CAL статус калибровки Калибратора 5522A становится недействительным.

По нажатию кнопки FORMAT NV MEM в меню служебных функций открывается следующее меню:



nn067f.eps

Для функциональных кнопок ALL и CAL в этом меню необходимо, чтобы переключатель CALIBRATION на задней панели находился в положении ENABLE. В энергонезависимой памяти хранятся калибровочные постоянные и даты калибровки, параметры настройки и строка отчета пользователя. В случае калибровочных постоянных стандартные заводские значения являются одинаковыми для всех калибраторов. Они не являются калибровочными постоянными, полученными во время калибровки Калибратора на заводе перед поставкой. Функциональные кнопки имеют следующие значения:

- ALL заменяет все содержание энергонезависимой памяти (EEPROM) стандартными заводскими значениями. Например, она используется обслуживающим персоналом после замены энергонезависимой памяти. Она не требуется при обычной работе.
- CAL заменяет все калибровочные постоянные стандартными заводскими значениями, но оставляет все параметры настройки без изменений. Она также не требуется при обычной работе.
- SETUP 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, PRES_UNIT_D, RTD_TYPE_D, TC_TYPE_D, LIMIT.)

Сброс настроек Калибратора

В любой момент при работе с передней панели (не в дистанционном режиме) имеется возможность вернуть Калибратор в исходное состояние после включения питания нажатием на кнопку **RESET**, за исключением момента появления сообщения об ошибке, которое следует очистить нажатием синей функциональной кнопки. После нажатия кнопки **RESET** происходит следующее:

- 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.

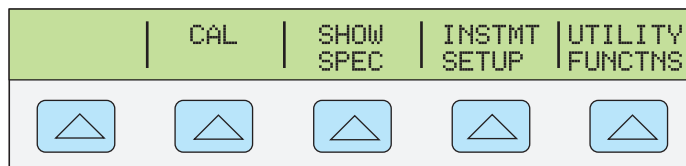
Очистка сохраненных предельных значений и эталонного значения режима измерения погрешности.

Обнуление настроек Калибратора

При обнулении происходит перекалибровка внутренних схем, что в основном касается смещения постоянной составляющей во всех рабочих диапазонах. Техническими характеристиками, приведенными в Главе 1, 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 $\pm 1^\circ\text{C}$. На дисплее Калибратора появляется сообщение, если пришло время обнуления настроек Калибратора. Обнуление особенно важно при выполнении калибровки с разрешением 1 мВ или 1 мкВ, а также при значительном изменении температуры условий эксплуатации Калибратора. В приборе применяются две функции обнуления: полное обнуление всех настроек (ZERO) и обнуление только показаний сопротивления (OHMS ZERO).

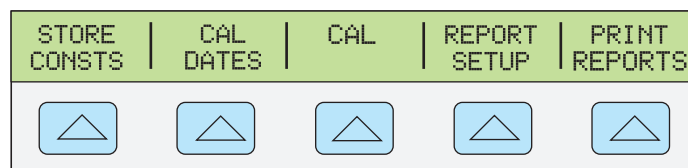
Чтобы провести обнуление Калибратора, выполните следующую процедуру. (Примечание: При выполнении этой процедуры переключатель CALIBRATION на задней панели Калибратора можно не переключать в положение «enabled».)

1. Включите Калибратор и дайте ему прогреться не менее 30 минут.
2. Нажмите клавишу **RESET**.
3. Нажмите кнопку **SETUP**. Откроется меню настройки (см. далее).



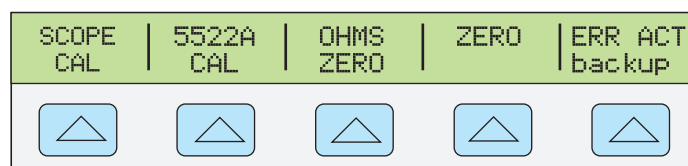
4. Нажмите функциональную кнопку CAL. Откроется меню сведений о калибровке (см. далее).

nn068f.eps



nn069f.eps

- Нажмите функциональную кнопку CAL. Откроется меню операций калибровки (см. далее). Пункт меню SCOPE CAL появится, если установлен модуль калибровки осциллографов.



gjh034.eps

- Нажмите функциональную кнопку ZERO, чтобы полностью обнулить настройки Калибратора; либо нажмите кнопку OHMS ZERO, чтобы обнулить только настройки функции измерения сопротивления (в омах). После завершения подпрограммы обнуления (через несколько минут), нажмите кнопку **RESET** сброса настроек 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. Если на дисплее выходного сигнала отображается индикация STBY, то все выходы Калибратора разомкнуты, за исключением клемм термопары (TC) на передней панели. Чтобы перейти в рабочий режим, нажмите кнопку **OPR**. Чтобы перевести Калибратор в ждущий режим, нажмите кнопку **SETUP**.

Калибратор автоматически переходит из рабочего режима в режим ожидания при наступлении любого из следующих событий:

- 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.
- Переключение клемм для воспроизведения выходного тока с AUX на 20 А, или наоборот.
- При обнаружении перегрузки.

Подключение Калибратора к испытываемому устройству

⚠⚠ Предупреждение!

Калибратор является источником опасного для жизни напряжения. Не выполняйте подключение к выходным клеммам, когда на них присутствует напряжение. Переключение прибора в ждущий режим не позволяет полностью избежать поражения электрическим током, поскольку может быть случайно нажата кнопка . Нажмите кнопку сброса и убедитесь, что индикатор STBY появился на дисплее управления, прежде чем выполнять подключение к выходным клеммам.

Выходные клеммы NORMAL (HI и LO) используются для передачи значений 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 быть подключена и отключена от защитного заземления и/или заземления шасси, в зависимости от положения кнопок  и . См. «Когда используются кнопки EARTH и EXGRD» на следующей странице, где объясняются эти внутренние соединения.

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 установлен модуль калибровки осциллографов, то BNG- разъемы с обозначениями SCOPE OUT и TRIG воспроизводят сигналы для калибровки осциллографов.

Гнездо с обозначением TC используется для измерения показания термопар и формирования смоделированных выходных сигналов термопар.

Рекомендуемые кабели и типы разъемов

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание опасности поражения электрическим током, пожара или получения травм не дотрагивайтесь до оголенных металлических контактов однополюсных вилок - на них может оставаться опасное для жизни напряжение.

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. Оптимальные результаты могут быть получены при использовании щупов Fluke модели 5440A-7002 с незначительной термо-ЭДС, изготовленных из надежно изолированного медного провода, и покрытых теллуром медных разъемов. (См. Главу 9, «Принадлежности»)

Когда используются кнопки **EARTH** и **EXGRD**

На Рисунке 4-1 показаны внутренние соединения, установленные по нажатию кнопок **EARTH** и **EXGRD**.

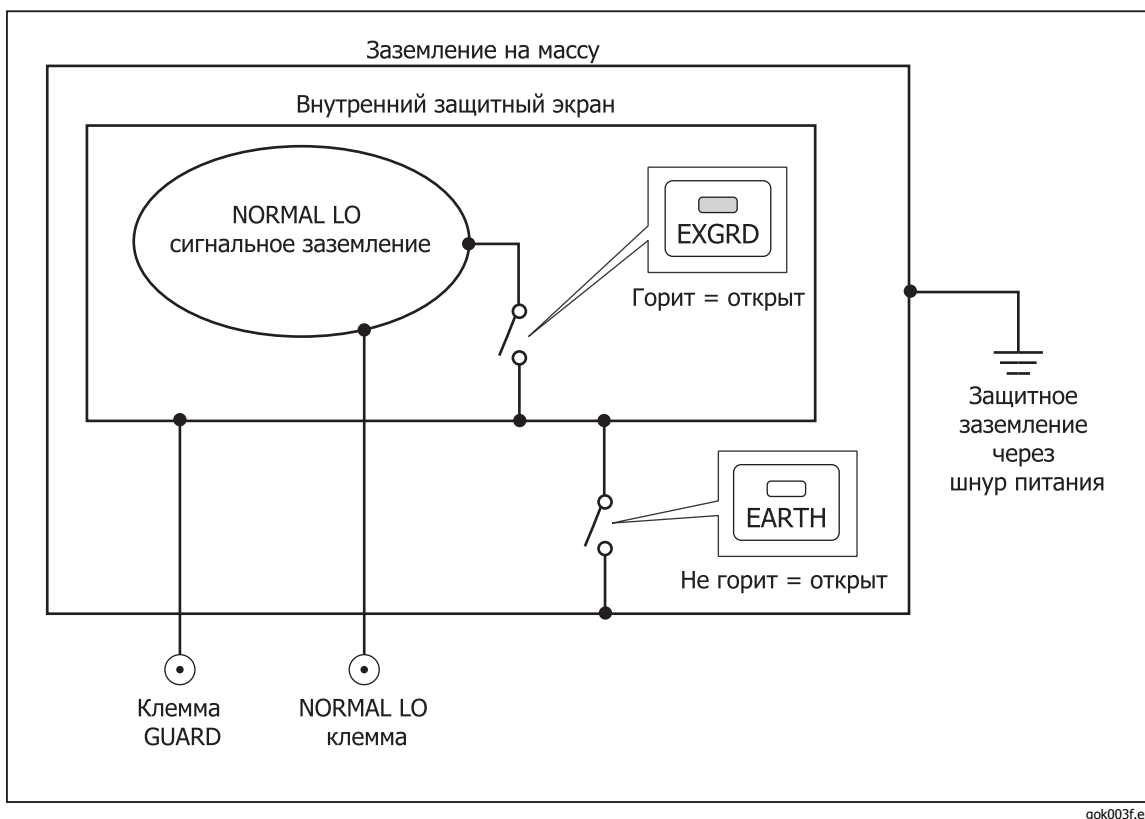


Рисунок 4-1. Внутренние соединения EARTH и EXGRD

gok003f.eps

Заземление

Клемма **NORMAL LO** на передней панели Калибратора обычно изолирована от заземления (шасси). Если желательно соединить клемму **NORMAL LO** с землей, нажмите кнопку **EARTH**, 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 испытываемом устройстве и убедиться, что индикатор кнопки **EARTH** не светится. Как правило, индикатор кнопки **EARTH** светится только для переменного и постоянного напряжения, когда испытываемое устройство изолированно от земли. Однако, и в этом случае защитное заземление должно быть подключено к Калибратору. См. раздел «Подключение к электрической сети» в Главе 2. Если позволяет воспроизводимый выходной сигнал, появляется функциональная кнопка **LO**, которая может замыкать или размыкать внутреннее соединение между клеммой **NORMAL LO** и клеммой **AUX LO**. Если индикатор кнопки **EARTH** светится и соединение замкнуто, то обе клеммы **LO** заземлены на шасси.

Внешний ограничитель

Этот ограничитель представляет собой электрический, изолированный от шасси и защищающий аналоговые схемные компоненты. Этот ограничитель

обеспечивает низкоомный тракт для синфазного шума и токов в заземляющем контуре. Внутренний ограничитель подключается к клемме NORMAL LO примерно через 30 Ω . Обычно между ограничителем и клеммой NORMAL LO устанавливается внутреннее соединение. Нажимая кнопку **EXGRD**, вы прерываете внутреннее соединение, что позволяет подключать клемму GUARD к заземлению на другом приборе во взаимосвязанной системе. Это подключение через внешний ограничитель используется для тестирования испытуемого устройства с заземленной клеммой LO. Достаточно регулярно обслуживать только одну точку привязки заземления в системе.

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 Рисунках 4-2 - 4-4 показаны конфигурации подключения для измерения сопротивления; На Рисунках 4-5 и 4-6 показаны конфигурации для измерения 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. разделы "Настройка выходного сигнала сопротивления" и "Настройка выходного сигнала емкости" далее 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. Повышение точности обеспечивается для сопротивлений значением 110 $k\Omega$ или ниже. 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 подключение применяется при всех значениях сопротивления и емкости и как правило выбирается, когда для аналогового измерительного прибора или цифрового мультиметра не требуется повышенный уровень точности. 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 ссылки на рисунки для каждого типа соединения между испытываемым устройством и Калибратором. См. рисунки 4-2 – 4-10.

При калибровке резистивных температурных датчиков (RTD) с использованием трехжильного соединения, показанного на Рисунке 4-9, убедитесь, что на испытательных щупах одинаковые значения сопротивления, что необходимо для сброса ошибок, возникших при воспроизведении сопротивления на щупах. Это можно выполнить, например, с помощью трех идентичных щупов и идентичных стилей разъемов.

При калибровке термопар особенно важно использовать правильный соединительный провод и миниразъем между клеммой ТС на передней панели Калибратора и испытываемым 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.

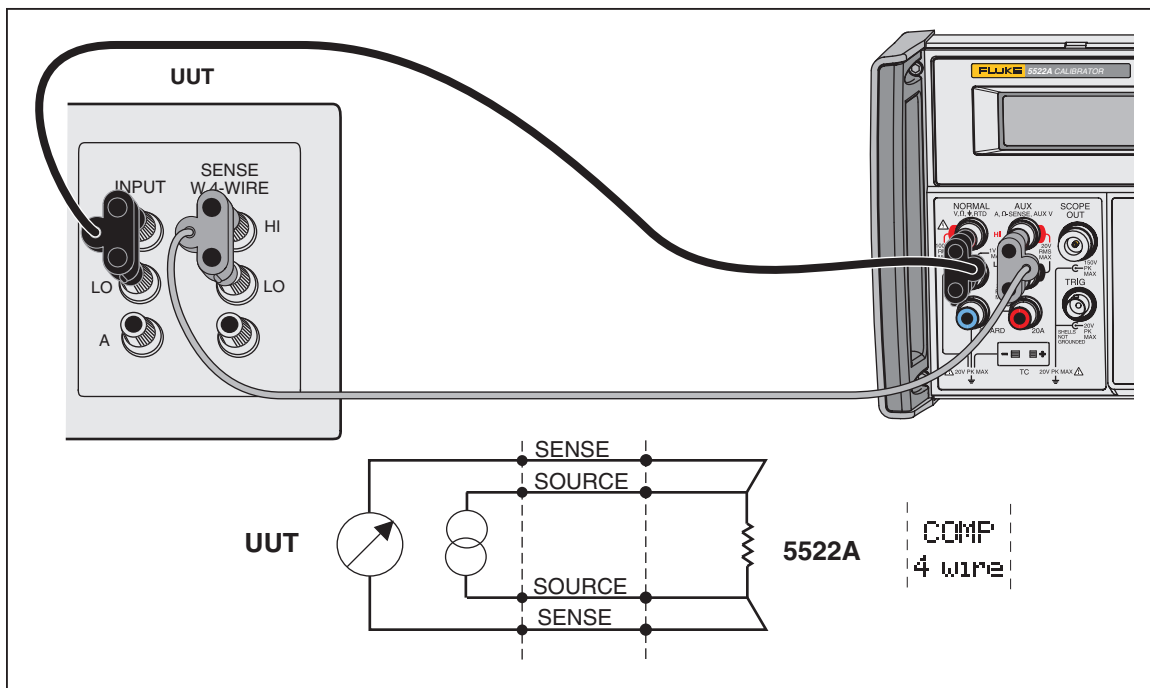
Для подключения Калибратора к испытываемому устройству выполните следующее:

1. Если Калибратор включен, нажмите кнопку **RESET** для снятия выходных сигналов с клемм Калибратора.
2. Выполните подключение к испытываемому устройству, выбрав соответствующий рисунок из таблицы 4-1.

Для выходных сигналов емкости обнулите паразитную емкость, подключив испытательные щупы к испытываемому устройству, направив их (но не подключая) к Калибратору, установленному на непроводящей поверхности. Обнулите показание на испытываемом устройстве с помощью команд "rel," "offset," или "null," в зависимости от выбранного метода, затем подключите тестовые щупы к Калибратору.

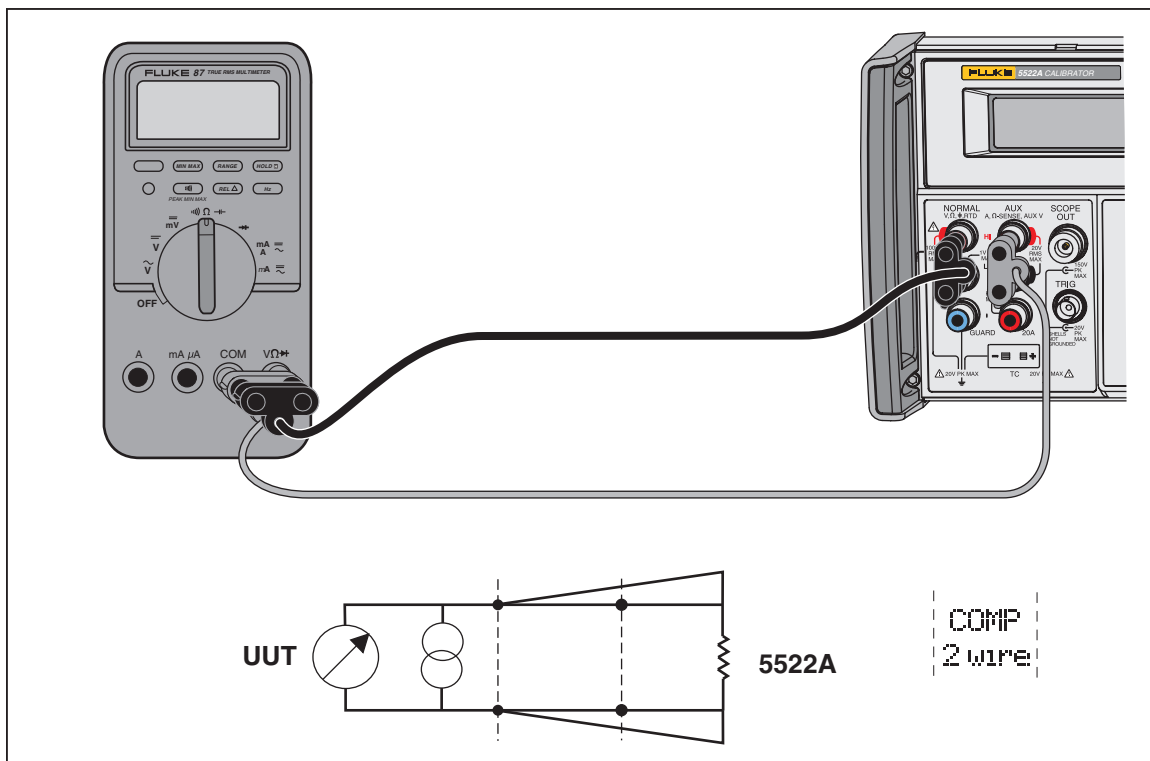
Таблица 4-1. Подключения испытываемого устройства

Выходной сигнал Калибратора 5522A	Ссылка на рисунок
Сопротивление	4-2 Сопротивление - с четырехпроводной компенсацией 4-3 Сопротивление - с двухпроводной компенсацией 4-4 Сопротивление - без компенсации
Емкость	4-5 Емкость - с двухпроводной компенсацией 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.	



gjh014.eps

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



gjh015.eps

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

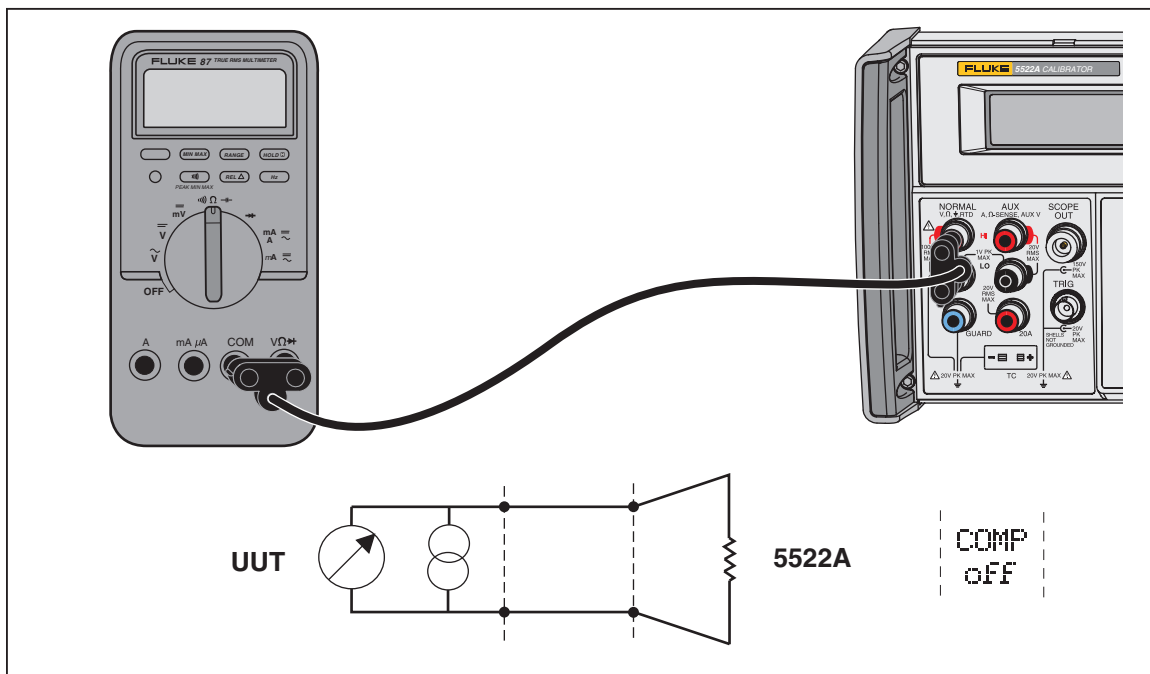


Рисунок 4-4. Подключение испытываемого устройства: Сопротивление (без компенсации) gjh016.eps

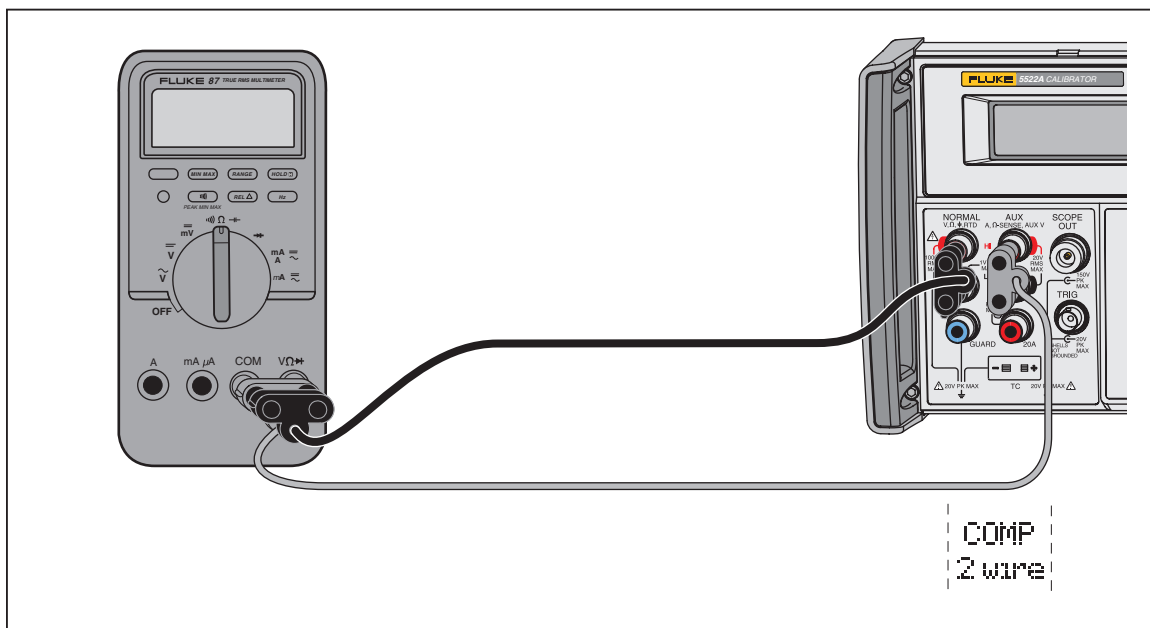


Рисунок 4-5. Подключение испытываемого устройства: Емкость (2-проводная компенсация) gjh017.eps

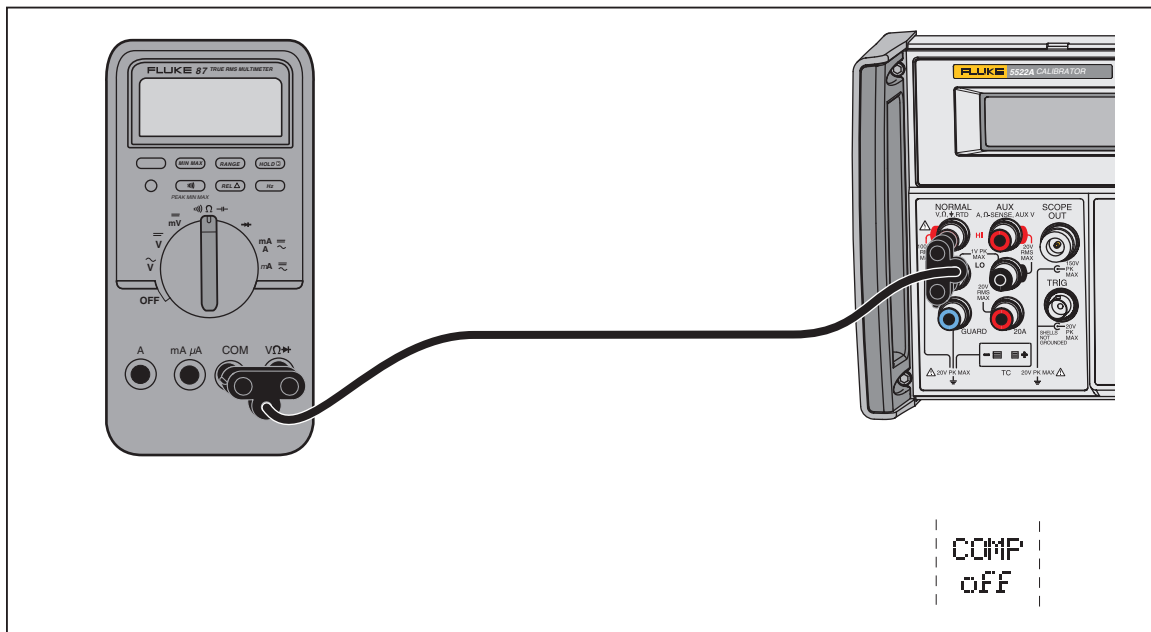


Рисунок 4-6. Подключение испытываемого устройства: Емкость (без компенсации)

gjh018.eps

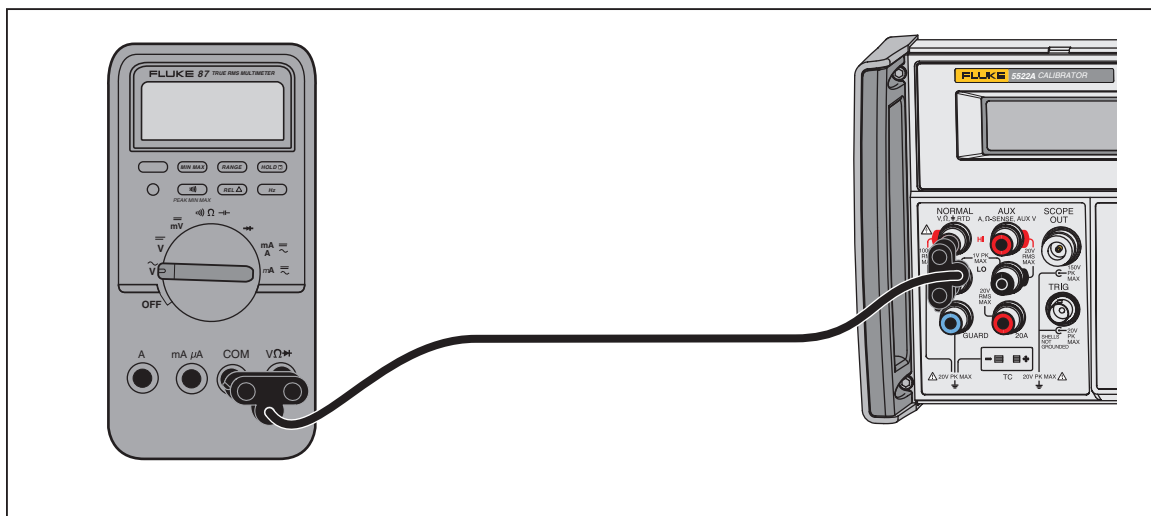


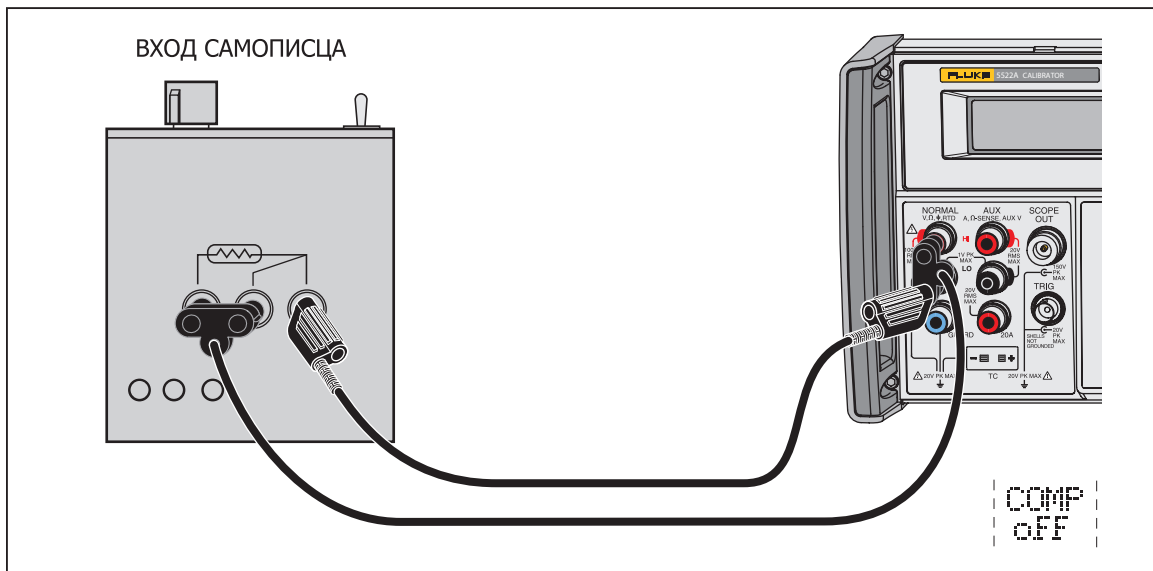
Рисунок 4-7. Подключение испытываемого устройства: Постоянное напряжение/Переменное напряжение

gjh019.eps



gjh020.eps

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



gok021.eps

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



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

gok022.eps

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 $p-p \times 0,2165063 = rms$

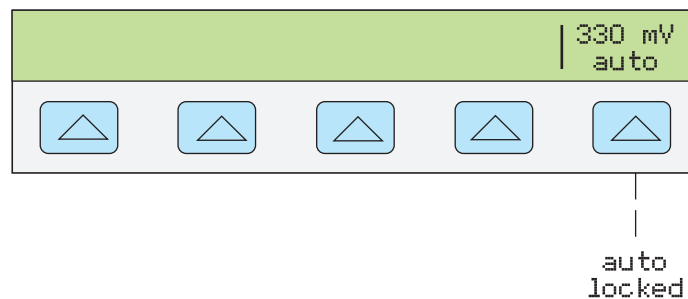
Если диапазоны функций переменного тока напрямую совместимы для синусоидальных волн, то содержимое rms для других форм волн не столь очевидно. Эта характеристика приводит к малозаметным изменениям диапазона значений для Калибратора. Например, если ввести значение напряжение в виде синусоидальной волны, 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 6,0000, подпадает в диапазон от 0,33 до 3,29999 В.

Необходимо знать активный диапазон, чтобы ввести правильные значения смещения напряжения, так как максимальные значения смещения специфичны для каждого 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 р-р смещения могут применяться вплоть до максимального пикового сигнала 8 В, так как активный диапазон находится в пределах от 0,93 до 9,29999 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, Калибратора фиксирует выбранный диапазон и диапазоны не изменяются при редактировании выходного сигнала или вводе новых значений выходных сигналов. Значения ниже или выше фиксированного диапазона запрещены. Выбор фиксированного режима обычно выполняется, когда нежелательно изменение диапазона, которое может привести к небольшим отклонениям выходного сигнала, например, при проверке линейности определенного диапазона мультиметра.

Установка выходного сигнала

Установка выходного сигнала Калибратора подобна вводу значений в калькулятор: с помощью кнопок вводится желаемое числовое значение и затем нажимается кнопка единиц измерения. Этим указывается, какую величину, напряжение, амплитуду или частоту и т.д. должно представлять данное значение. В процессе ввода значения и единиц измерения в Калибратор они отображаются на дисплее управления. Убедившись в правильности введенного значения и единиц измерения, нажмите кнопку **ENTER**. Если на дисплее выходного сигнала изображен символ STBY, нажмите кнопку **OPR** для воспроизведения выбранного выходного сигнала. Отображение символа «u» (unsettled) на дисплее выходного сигнала означает, что для стабилизации внутренних схем Калибратора необходимо некоторое время.

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** → **secHz** → **ENTER** → **OPR**

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

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

Далее приводятся пошаговые процедуры для каждой выходной функции:

- 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 на выходе

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.

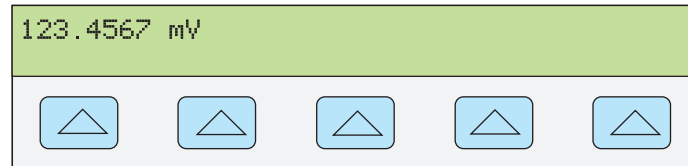
1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы.
3. Установите желаемый диапазон измерения постоянного напряжения испытываемого 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 установке напряжения 100 В и выше (номинал) может появиться негромкий звук высокой частоты. Это нормально.

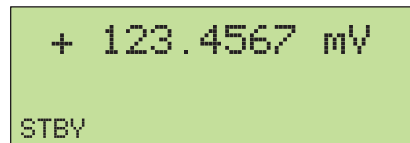
5. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности напряжения (по умолчанию +).

6. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку μm .
7. Нажмите кнопку dBmV .
8. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды. Например, 123.4567 мВ (внизу).



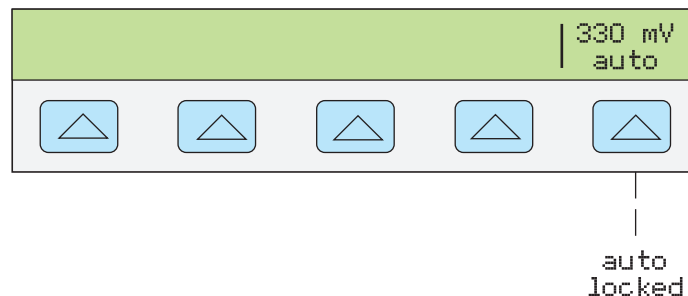
nn071f.eps

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



nn072f.eps

10. Нажмите кнопку OPR для активизации выходного сигнала Калибратора. На дисплее управления появится функциональная кнопка 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 (настройка по умолчанию), Калибратор автоматически выбирает диапазон, который обеспечивает наилучшее разрешение выходного сигнала. Если выбран фиксированный режим, Калибратор не изменяет диапазон при редактировании выходного сигнала. Выбор фиксированного режима обычно выполняется, когда нежелательно изменение диапазона, которое может привести к небольшим отклонениям выходного сигнала, например, при проверке линейности определенного диапазона мультиметра.

Установка переменного напряжения на выходе

Выходной сигнал можно задать как переменное напряжение в вольтах, или как выходная мощность в дБм, где дБм – это $10 \log(P_{\text{out}}/0,001)$, 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. Исходя из сказанного, получается следующая формула:

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

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.

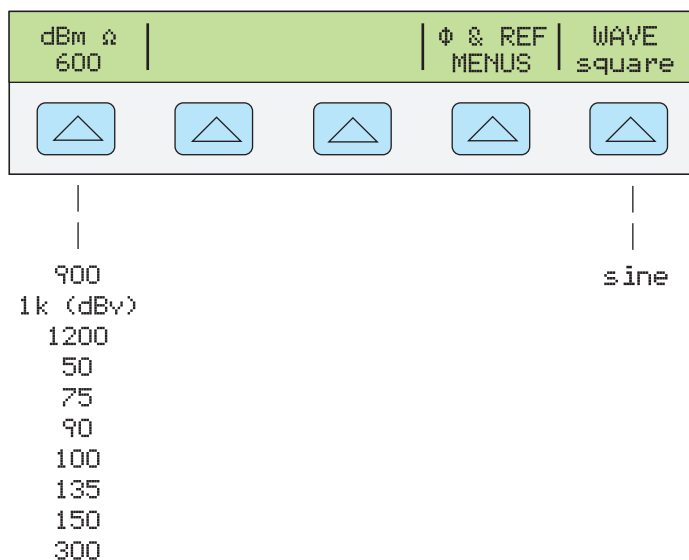
1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение калибратора к испытываемому устройству» этой главы.
3. Установите желаемый диапазон измерения переменного напряжения испытываемого устройства.

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

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

После нажатия кнопки dBm, самая правая функциональная кнопка станет активной. Это позволяет вводить значение дБм и выходное полное сопротивление как единицы измерения.

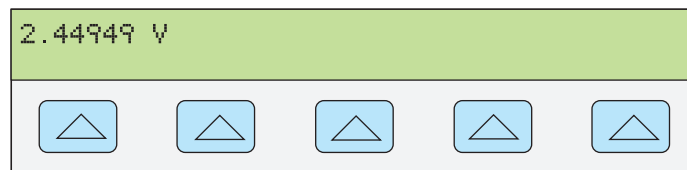
Когда выходное значение вводится в дБм, дисплей управления принимает следующий вид:



Примечание

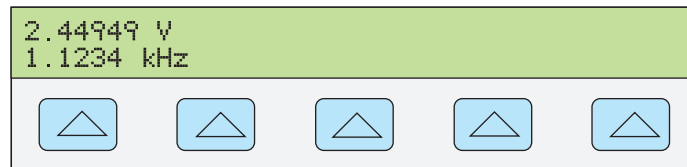
При установке напряжения 100 В и выше (номинал), может появиться негромкий звук высокой частоты. Это нормально.

1. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку μ m.
2. Выходное значение в вольтах. Нажмите кнопку 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 V (ниже).



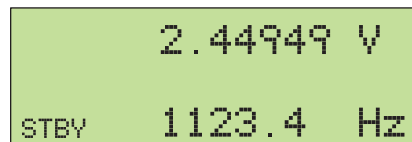
nn073f.eps

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 (ниже).



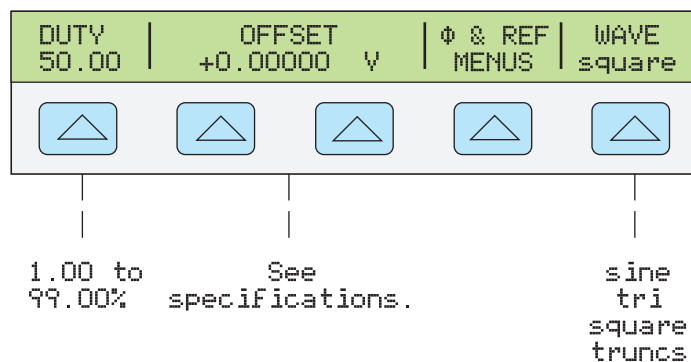
nn074f.eps

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



nn075f.eps

6. Нажмите кнопку OPR для активизации выходного сигнала Калибратора.
На дисплее управления отобразятся несколько функциональных кнопок для функции напряжения переменного тока, в зависимости от того, какая была выбрана форма волны: DUTY, OFFSET и WAVE.



nn076f.eps

- **DUTY** (Продолжительность 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%. Значение продолжительности работы должно быть 50,00 %, если требуется ввести значение смещения (OFFSET) (см. далее).
- 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).
- **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 калибратором (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.
- **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). Если выбрана несинусоидальная форма сигнала, то на дисплее выходного сигнала отображается Pp (p-p). Для вывода значений в dBm допускается выбор только синусоиды.

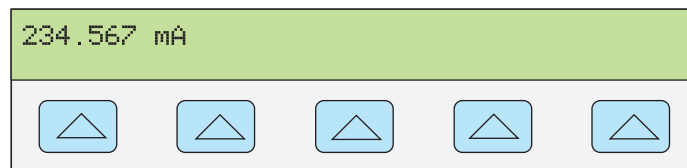
Установка выходного сигнала постоянного тока

Выполните следующую процедуру, чтобы задать выходной сигнал постоянного тока между клеммами AUX HI и LO или AUX 20A и LO, в зависимости от выбранного уровня тока. 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

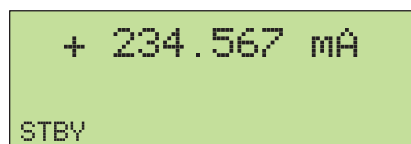
На Рисунке 1-4 в главе 1 показана диаграмма ограничений продолжительности или времени работы для значений тока более 11 А. Если превышено это значение продолжительности или времени работы, Калибратор немедленно отключится. После некоторого периода охлаждения Калибратор будет работать нормально.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы.
3. Установите желаемый диапазон измерения постоянного тока испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного тока (не более шести знаков). Например: 234,567.
5. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности тока (по умолчанию +).
6. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку **μ m**.
7. Нажмите кнопку **10^w A**.
8. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды. Например, 234,567 мА.



nn077f.eps

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



nn078f.eps

10. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. На дисплее управления появится функциональная кнопка диапазона в

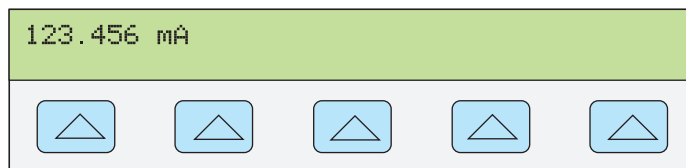
режиме воспроизведения постоянного тока (рабочий диапазон). Она позволяет выбрать автоматический (auto) или фиксированный (locked) режим для текущего диапазона. Если выбран автоматический режим (настройка по умолчанию), Калибратор автоматически выбирает диапазон, который обеспечивает наилучшее разрешение выходного сигнала. Если выбран фиксированный режим, Калибратор не изменяет диапазон при редактировании выходного сигнала. Выбор фиксированного режима обычно выполняется, когда нежелательно изменение диапазона, которое может привести к небольшим отклонениям выходного сигнала, например, при проверке линейности определенного диапазона мультиметра.

Также появляется другая функциональная кнопка: OUTPUT. Если для этого параметра выбрать значение 20 А, или выбрать ток более 3 А, Калибратор переключится в режим ожидания. После этого необходимо подключить щупы к клемме 20А и нажать кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала.

Установка выходного сигнала переменного тока

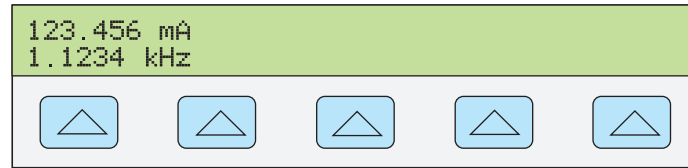
Выполните следующую процедуру, чтобы задать выходное значение переменного тока на клеммах AUX или 20А. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы.
3. Установите желаемый диапазон измерения переменного тока испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного тока (не более шести знаков). Например: 123,456.
5. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку **μ m**.
6. Нажмите кнопку **^{w} A**.
7. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды. Например, 123,456 мА (ниже).



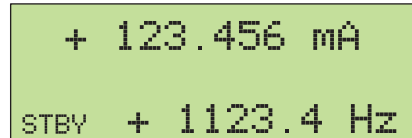
nn079f.eps

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» **^{n} k**. Затем нажмите кнопку **^{SEC} Hz**. Например, 1,1234 кГц (ниже).



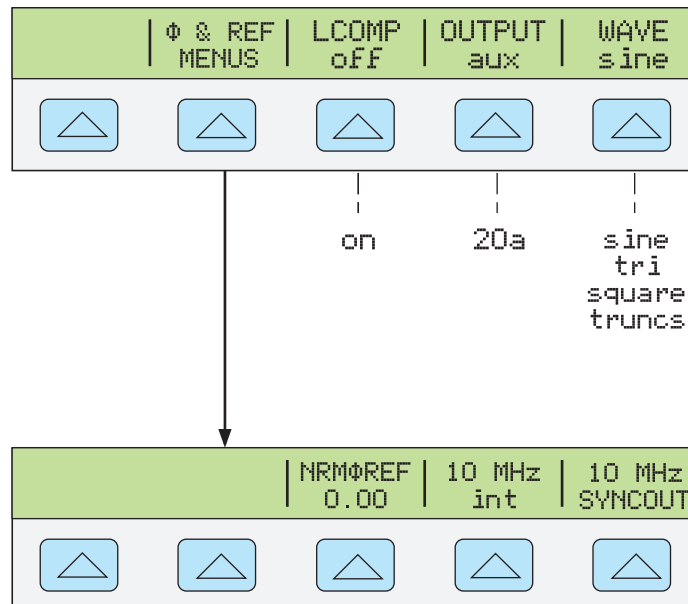
nn080f.eps

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



nn081f.eps

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



nn321f.eps

- **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 5522A (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.
- **Кнопка LCOMP** позволяет включать и выключать компенсацию индуктивности. Компенсация индуктивности доступна для частот не выше 1 кГц и при значениях выходного тока не более 239,999 мА, а также для частот не выше 440 Гц при значениях тока более 239,999 мА.
- **Кнопка OUTPUT** показывает, через какие клеммы - AUX или 20А - воспроизводится выходной сигнал. Выходной сигнал 3А или более всегда воспроизводится через клеммы 20А.

- **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). Если выбрана несинусоидальная форма сигнала, то на дисплее выходного сигнала показания в RMS будут преобразованы в показания p-p (PP).

Установка выходной 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

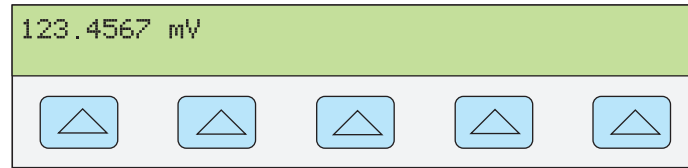
Во избежание повреждения испытываемого устройства убедитесь, что подаваемое напряжение не превышает допустимого напряжения изоляции испытываемого устройства и соединительных проводов.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» данной главы, выполнив подключение напряжения и тока.
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

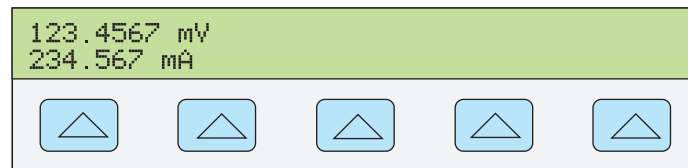
При установке напряжения 100 В и выше (номинал) может появиться негромкий звук высокой частоты. Это нормально.

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



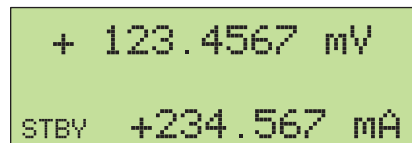
nn071f.eps

9. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного тока (не более шести знаков). Например: 234,567.
10. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности тока (по умолчанию +).
11. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку **μ m**.
12. Нажмите кнопку **^{w} A**.
13. На дисплее управления теперь отображаются введенные значения амплитуды. Например, 123.4567 мВ и 234.567 мА (внизу).



nn082f.eps

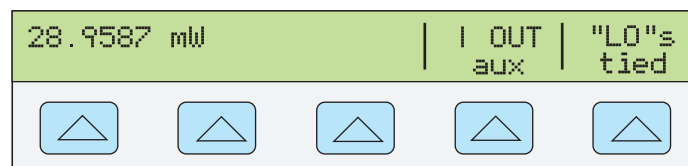
14. Нажмите кнопку **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора и его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



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** **^{w} 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 выходной 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. При силе тока > 2,2 А замкните клеммы на испытываемом устройстве с помощью провода большого сечения сопротивлением > 10 мΩ.

Калибратор воспроизводит выходную мощность переменного тока, создавая постоянное напряжение на выходах NORMAL и переменный ток на выходах AUX.

См. выше раздел «Установка выходного переменного напряжения» для информации по выбору выходного напряжения в дБм; настоящая процедура предполагает установку выходного 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

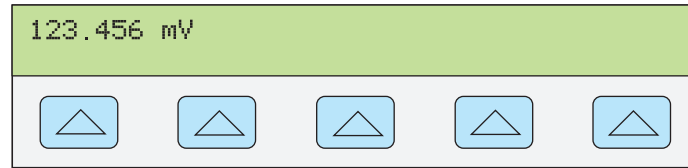
Во избежание повреждения испытываемого устройства убедитесь, что подаваемое напряжение не превышает допустимого напряжения изоляции испытываемого устройства и соединительных проводов.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы. (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 знаков). Например: 123,456.

Примечание

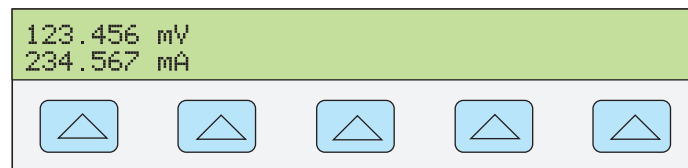
При установке напряжения 100 В и выше (номинал) может появиться негромкий звук высокой частоты. Это нормально.

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



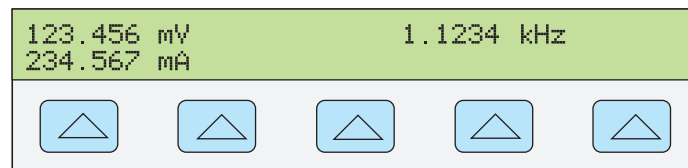
nn084f.eps

8. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного тока (не более шести знаков). Например: 234,567.
9. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку μm .
10. Нажмите кнопку mA .
11. На дисплее управления теперь отображаются введенные значения амплитуды напряжения и тока. Например, 123.456 мВ и 234.567 мА (внизу).



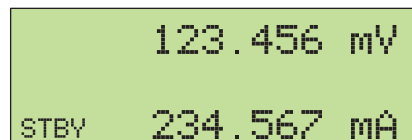
nn085f.eps

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» k . Затем нажмите кнопку Hz . Например, 234,567 кГц.
13. На дисплее управления теперь отображаются введенные значения. Например, 123,456 мВ и 234,567 мА при частоте 1,1234 Гц (внизу).



nn086f.eps

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



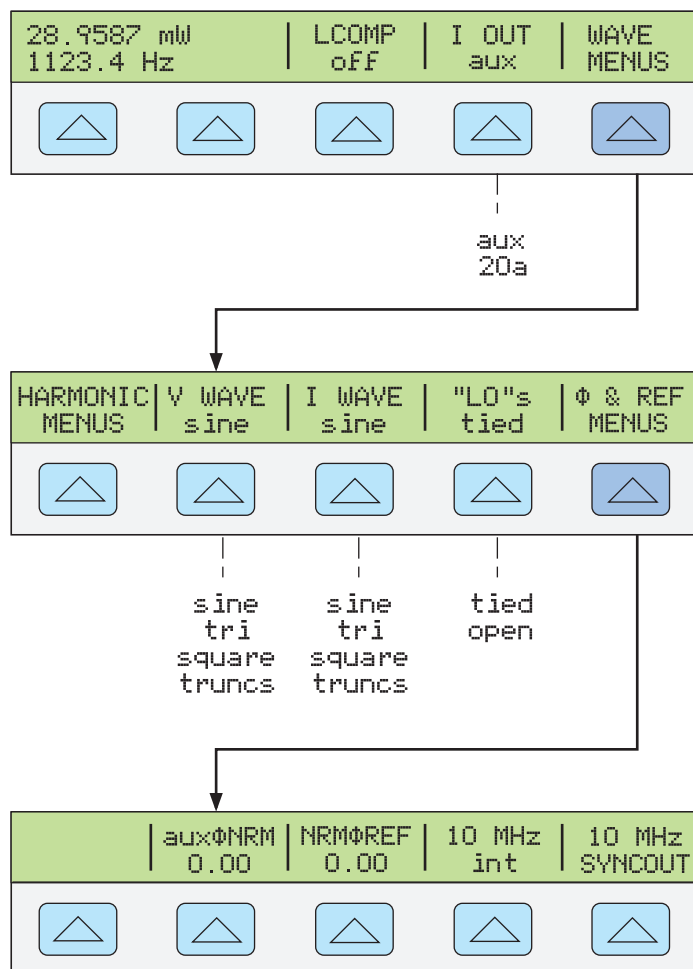
nn087f.eps

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 mA 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).



nn088f.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.
- **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 5522A (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.

Установка одновременного воспроизведения двух напряжений

Примечание

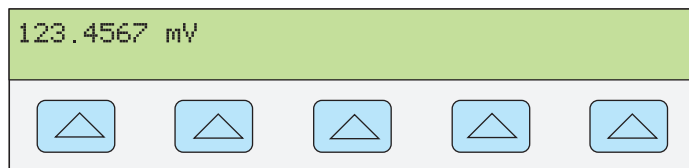
Замкните клеммы NORMAL LO и AUX LO между собой на испытываемом устройстве или на Калибраторе, для этого установите с помощью функциональной кнопки «LO» значение «tied».

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 испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы.
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 кнопку **μm**.
7. Нажмите кнопку **dBmV**.
8. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды для клемм NORMAL. Например, 123,4567 мВ (ниже).

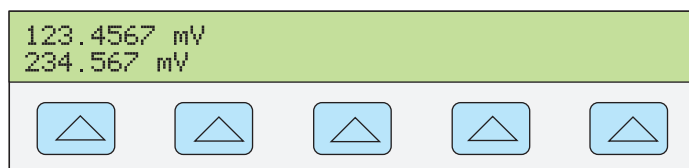


nn071f.eps

Примечание

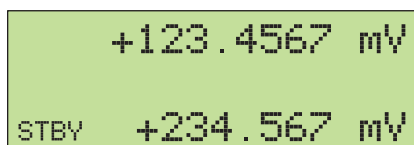
На выходе AUX выходное напряжение ограничено значением 3,3 В.

9. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходного напряжения на клеммах NORMAL (не более шести знаков). Например: 234,567.
10. Нажмите кнопку **+/-** для выбора полярности напряжения (по умолчанию +).
11. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку **μ m**.
12. Нажмите кнопку **dBmV** .
13. Теперь на дисплее управления отображаются введенные амплитуды сигналов для клемм NORMAL (верхние показания) и клемм AUX (нижние показания) (см. ниже).



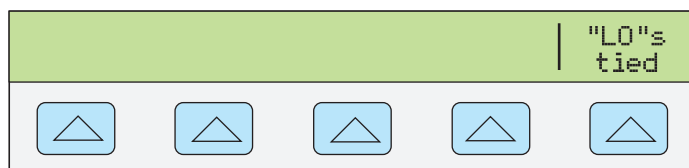
nn089f.eps

14. Нажмите кнопку **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора и 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 появится функциональная клавиша, обозначенная «LO».



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 одновременного воспроизведения двух переменных 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».

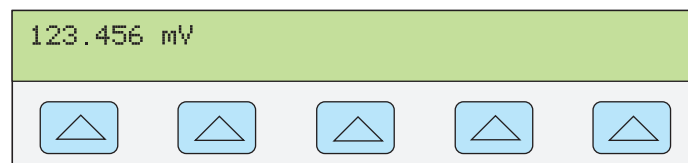
Калибратор воспроизводит одновременно два напряжения переменного тока, создавая одно переменное напряжение на выходах NORMAL, а второе переменное напряжение на выходах AUX.

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

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 испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы.
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 кнопку **μ m**.
6. Нажмите кнопку **dBm V**.
7. На дисплее управления теперь отображается введенное значение амплитуды напряжения. Например, 123,456 мА (ниже).

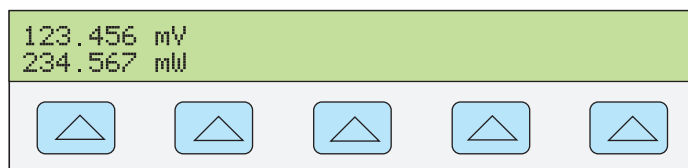


nn084f.eps

Примечание

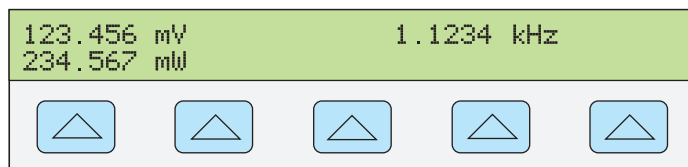
Значение выходного сигнала на клемме AUX ограничено 3,3 В rms для синусоид, 6,6 В p-p для прямоугольных волн, 9,3 В p-p для пилообразных волн и усеченных синусоид.

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



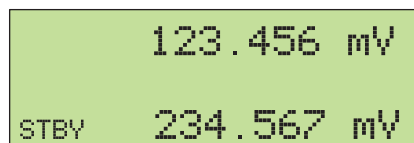
nn092f.eps

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» ^{n} k. Затем нажмите кнопку Hz . Например, 234,567 кГц.
13. На дисплее управления теперь отображаются введенные значения напряжения и частоты. Например, 123,456 мВ и 234,567 мА при частоте 1,1234 Гц (внизу).



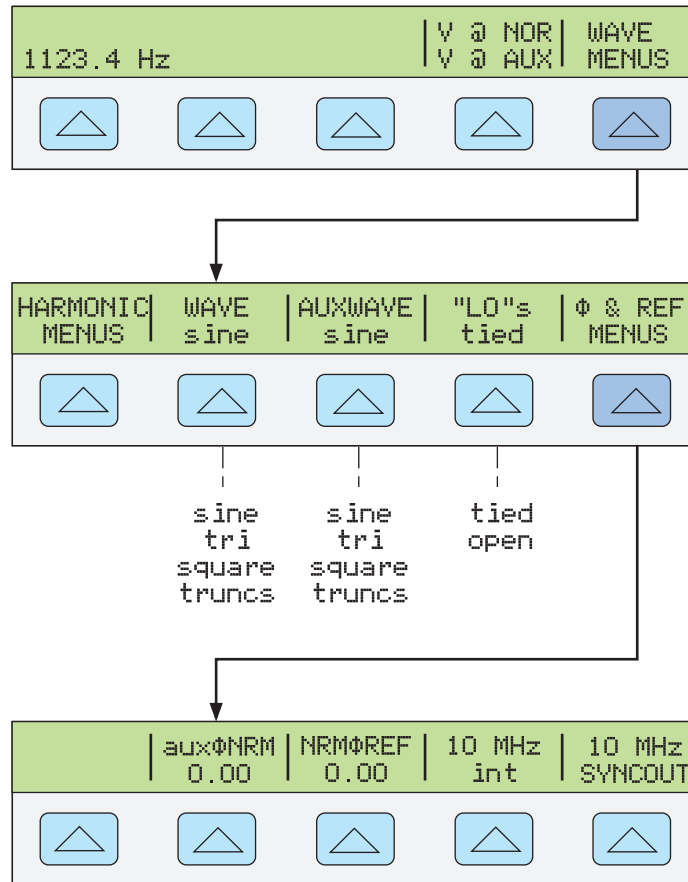
nn093f.eps

14. Нажмите кнопку ENTER . Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора и 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 две функциональные кнопки: V@NOR/V@AUX и WAVE MENUS.



nn095f.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 MENU (меню формы сигнала) открывает вложенные меню для выбора типа гармоник, формы сигнала, условий на клемме LO передней панели и фазы.
 - **Выберите пункт HARMONIC MENU** (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 5522A (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.

Установка выходного сопротивления

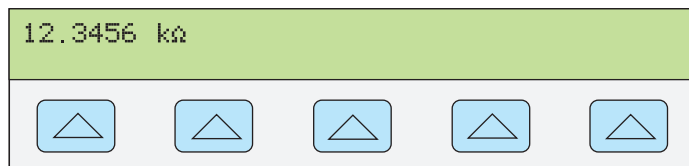
Для установки синтезированного выходного сопротивления на клеммах NORMAL передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы.

Примечание

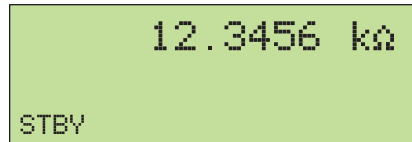
Поскольку это синтезированный выходной сигнал, убедитесь, что соединения клемм LO и HI совпадают на Калибраторе и испытываемом устройстве.

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 знаков). Например: 12,3456.
5. Если необходимо, нажмите кнопку множителя. Например, нажмите кнопку **k**.
6. Нажмите кнопку **Ω**.
7. На дисплее управления теперь отображается значение амплитуды сопротивления. Например, 12,3456 kΩ (ниже).



nn096f.eps

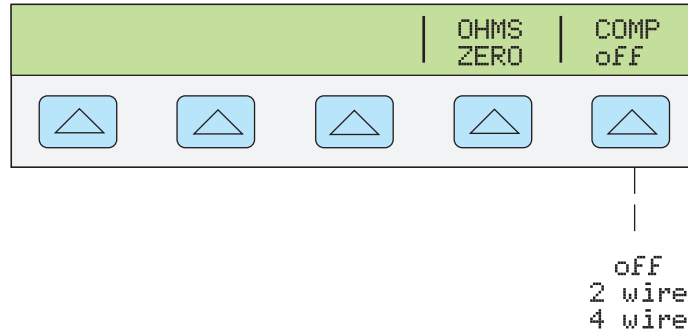
8. Нажмите кнопку **ENTER**. Введенное значение исчезнет с дисплея управления Калибратора и его копия появится на дисплее выходного сигнала (типичное изображение показано ниже).



nn097f.eps

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

С помощью функциональных кнопок можно выбрать три параметра коррекции опережения по фазе и нулевое сопротивление.



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 вплоть до 110 kΩ (не включая это значение). Дополнительную информацию см. в разделе «Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением» ранее в данной главе.

Установка выходной емкости

Выполните следующую процедуру, чтобы задать синтезированное выходное значение емкости на клеммах NORMAL передней панели. 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 испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы. Кроме того, обратитесь в раздел «Указания по кабельным подключениям» и прочтите описание процедуры обнуления паразитных емкостей, обязательной для тестовых кабельных подключений.

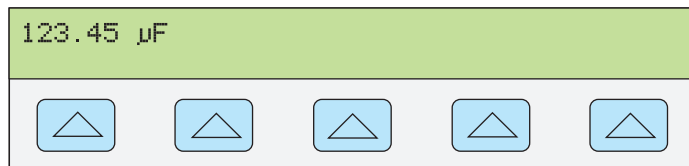
Примечание

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

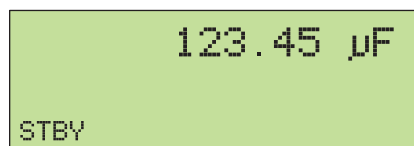
необходимое значение выходной емкости (не более пяти знаков).
Например: 123,45.

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



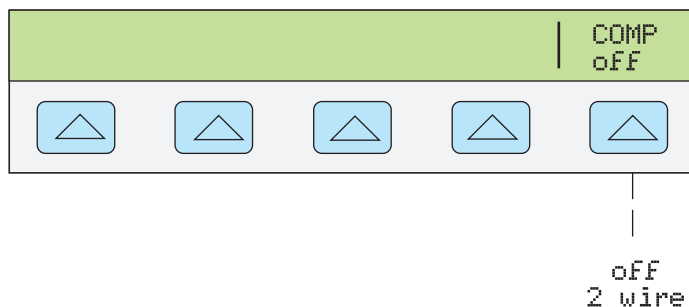
nn099f.eps

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



nn100f.eps

9. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. С помощью функциональной кнопки COMP на дисплее управления можно выбрать один из трех параметров коррекции опережения по фазе.



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. Эта функциональная кнопка не будет работать при значениях емкости ниже 110 нФ. Дополнительную информацию см. в разделе «Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением» ранее в данной главе.

Установка моделирования температуры (термопара)

Примечание

У термопар отсутствует электрическая изоляция. Убедитесь в отсутствии влияния внешних температурных источников на проводник и штекер термопары. Например, при моделировании температуры не дотрагивайтесь пальцами до проводника и штекера термопары.

Термопары генерируют малое напряжение постоянного тока при определенных температурах. Таким образом, смоделированный выходной сигнал представляет собой сигнал малого напряжения постоянного тока, полученного при выбранной температуре и для типа моделируемой 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".

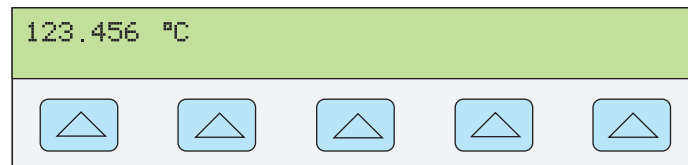
Для установки синтезированной выходной температуры термопары на клеммах ТС передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы.

Примечание

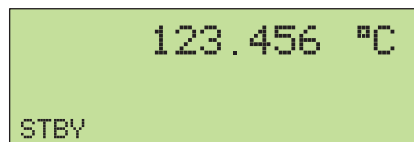
Обязательно используйте провод и миниразъемы термопары, соответствующие типу термопары. Например, при моделировании выходного сигнала температуры для термопар типа K используйте провод термопары K и миниразъемы типа K.

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



nn102f.eps

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

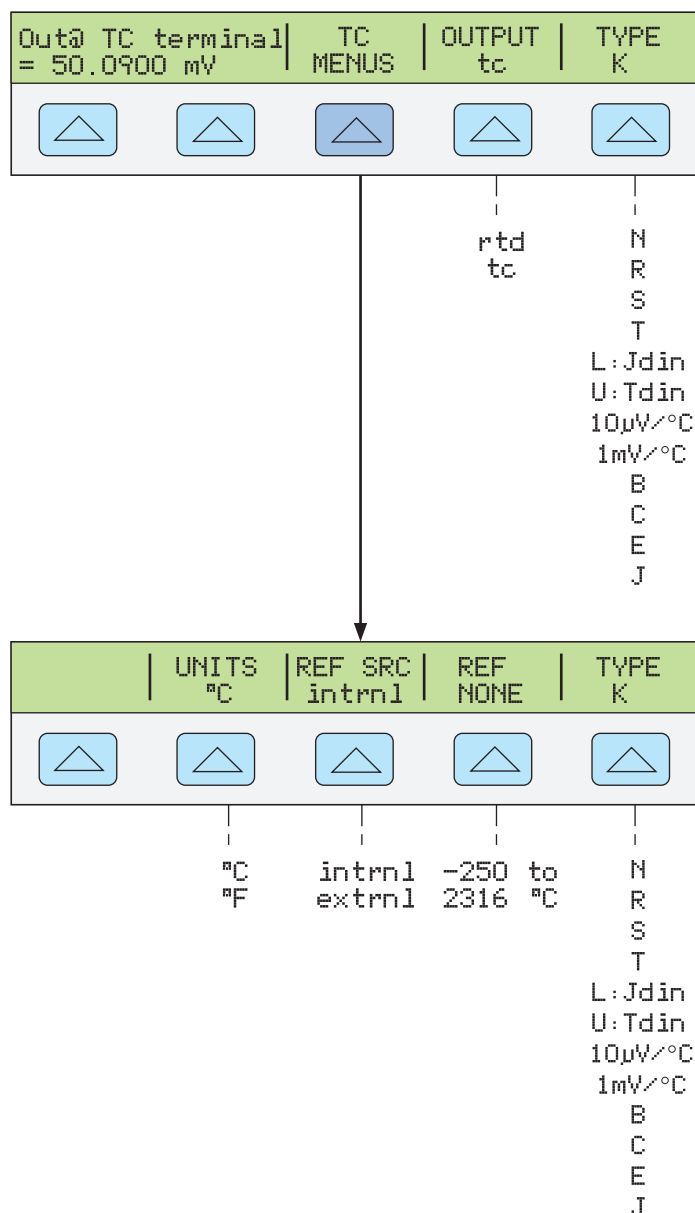


nn103f.eps

8. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. На дисплее управления отображаются четыре функциональных кнопки.

Примечание

Введенное значение температуры будет сброшено на 0 °C (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 "u" обозначает внутреннюю подстройку измеренной температуры изотермического блока, и это нормально. Если этот индикатор отображается более чем на 10 секунд (номинальное значение), либо если он постоянно мигает, проверьте, миниразъём или провода термопары на наличие источников внешнего нагрева.

Установка моделирования температуры (резистивный датчик температуры)

Резистивные датчики температуры выдают определенное значение сопротивления при заданных температурах. Смоделированный выходной сигнал представляет собой значение сопротивления, полученное при выбранной температуре и для типа моделируемого резистивного датчика

температуры (RTD). 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".

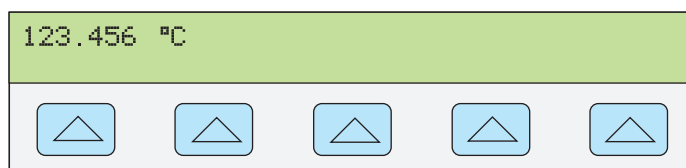
Для установки смоделированного выходного значения температуры резистивного датчика температуры (RTD) на клеммах NORMAL передней панели Калибратора выполните следующую процедуру. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Подключите испытываемое устройство, как описано ранее в разделе «Подключение Калибратора к испытываемому устройству» этой главы.

Примечание

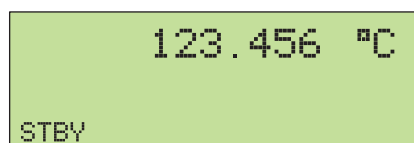
При калибровке резистивных температурных датчиков (RTD) с использованием трехжильного соединения, показанного на Рисунке 4-9, убедитесь, что на испытательных щупах одинаковые значение сопротивления, что необходимо для сброса ошибок, возникших при воспроизведении сопротивления на щупах. Это можно выполнить, например, с помощью трех идентичных щупов и идентичных стилей разъемов.

3. Установите желаемый диапазон измерения температуры испытываемого устройства.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение выходной температуры (не более 6 знаков). Например: 123,456.
5. Для отображения выходных значений в °C нажмите кнопку **°C**. Для отображения показаний в °F нажмите кнопку **SHIFT**, затем нажмите **°C**.
6. На дисплее управления теперь отображается амплитуда выходной температуры. Например, 123,456 °C (см. далее).



nn102f.eps

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



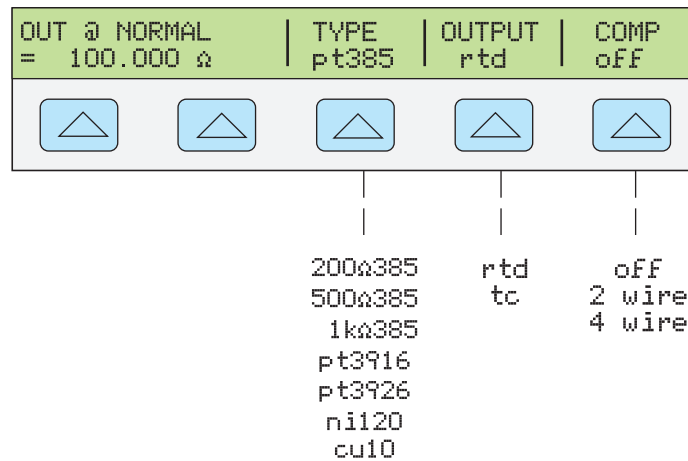
nn103f.eps

8. Нажмите кнопку **OPR** для активизации выходного сигнала Калибратора. На дисплее управления отображаются четыре функциональных 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). В этом случае выберите OUTPUT rtd, требуемый тип (TYPE) rtd, затем повторно введите значения температуры, выполняя шаги 4 - 8.



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. Дополнительную информацию см. в разделе «Различие между четырехпроводным и двухпроводным подключением» в начале этой главы. Для 3-проводного подключения (Рисунок 4-9) выберите значение COMP off.

Измерение температур термопары

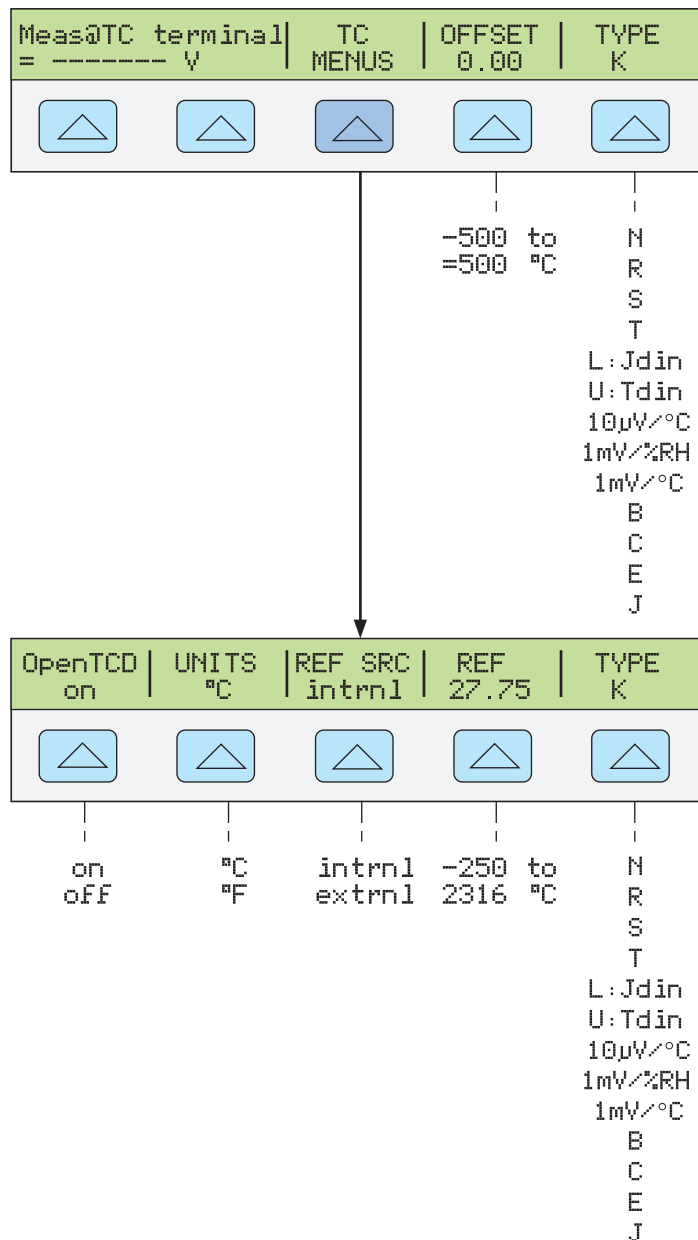
Выполните процедуру после процедуры , чтобы замерить выходной сигнал с термопары, подключенной к входной клемме TC. Если при вводе произошла ошибка, нажмите кнопку **CE** для очистки дисплея и введите значение повторно.

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

Примечание

Обязательно используйте провод и миниразъемы термопары, соответствующие типу термопары. Например, провод типа K и миниразъемы типа K.

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



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

- **Out@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 для отображения значений выходных сигналов 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. Опорный источник показывает влияние окружающей температуры на выходной сигнал термопары, что учитывается для точного моделирования 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.

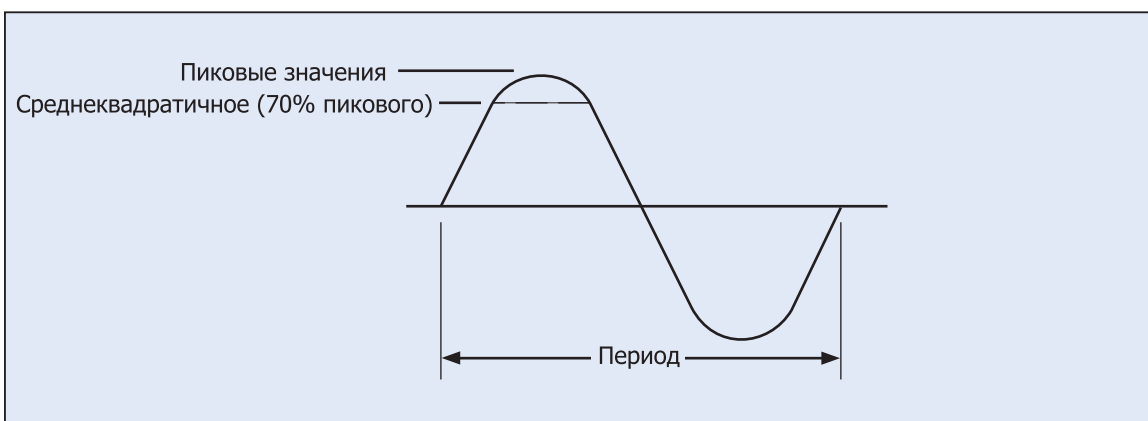


Рисунок 4-11. Синусоидальный сигнал

gok026f.eps

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.

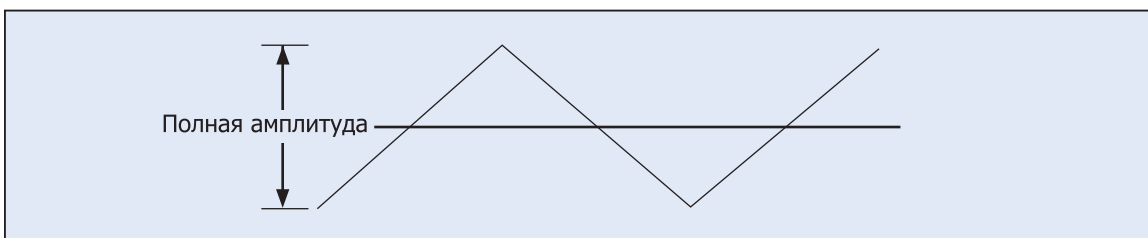


Рисунок 4-12. Пилообразный сигнал

gok027f.eps

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. Чтобы ввести новое значение продолжительности, нажмите функциональную кнопку DUTY CYCLE и не более пяти числовых клавиш, затем **ENTER**. Отрицательная часть границы прямоугольной волны переместится в зависимости от выбранного значения продолжительности.

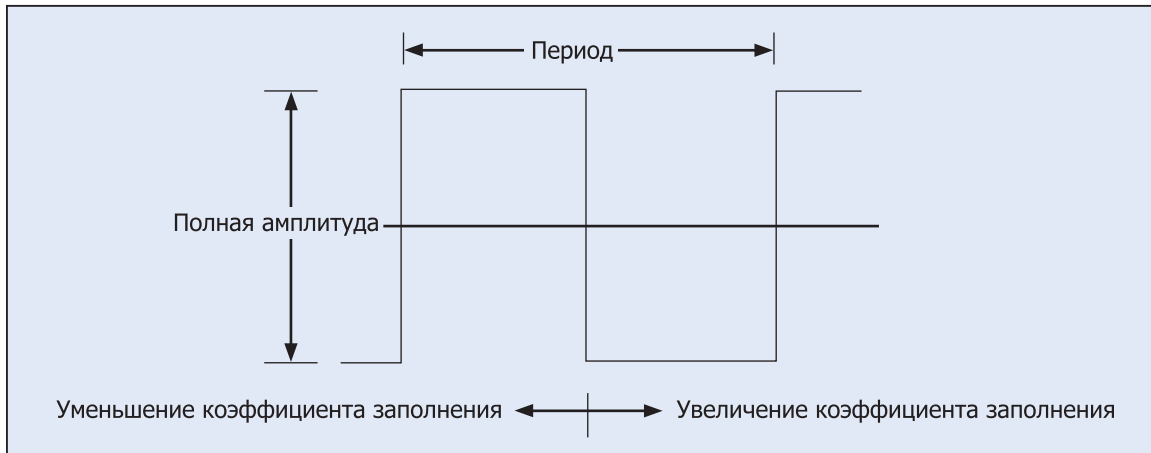


Рисунок 4-13. Прямоугольная волна и продолжительность

gok028f.eps

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.

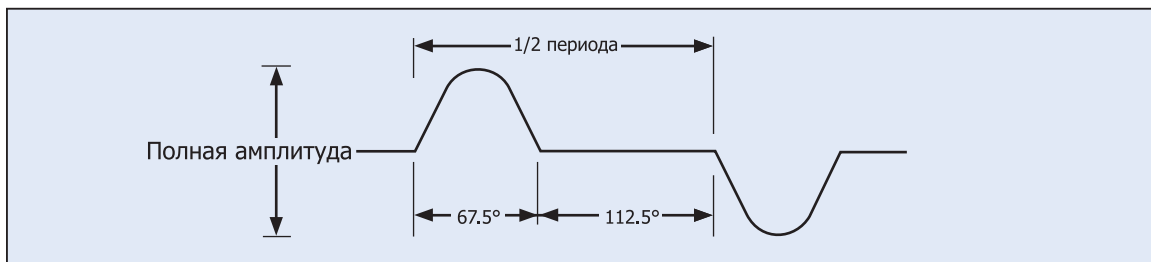


Рисунок 4-14. Усеченная синусоида

gok029f.eps

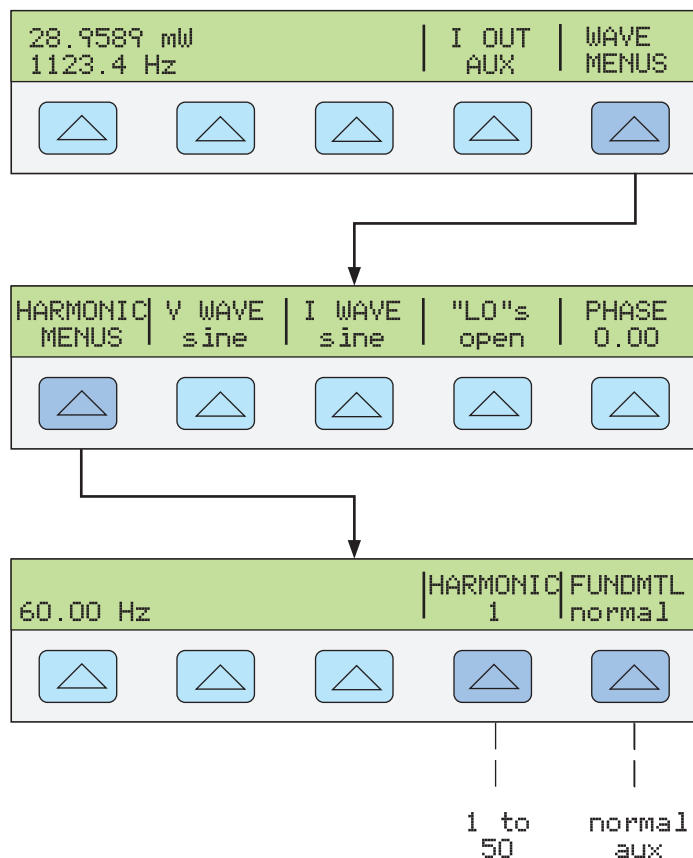
Настройка гармоник

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.

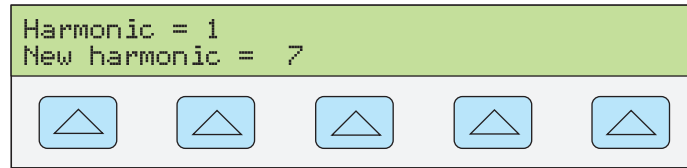
Для ввода выходных значений гармоники выполните следующую процедуру. Процедура предполагает, что уже установлен режим одновременного воспроизведения двух переменных напряжений или мощности переменного тока.

1. Нажмите функциональную кнопку WAVE MENUS, чтобы открыть меню формы сигнала.
2. Нажмите функциональную кнопку HARMONIC MENUS, чтобы открыть подменю выбора гармоники (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 гармоники.
4. 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. После того, как на дисплее управления отобразится требуемое значение, нажмите кнопку `ENTER`.



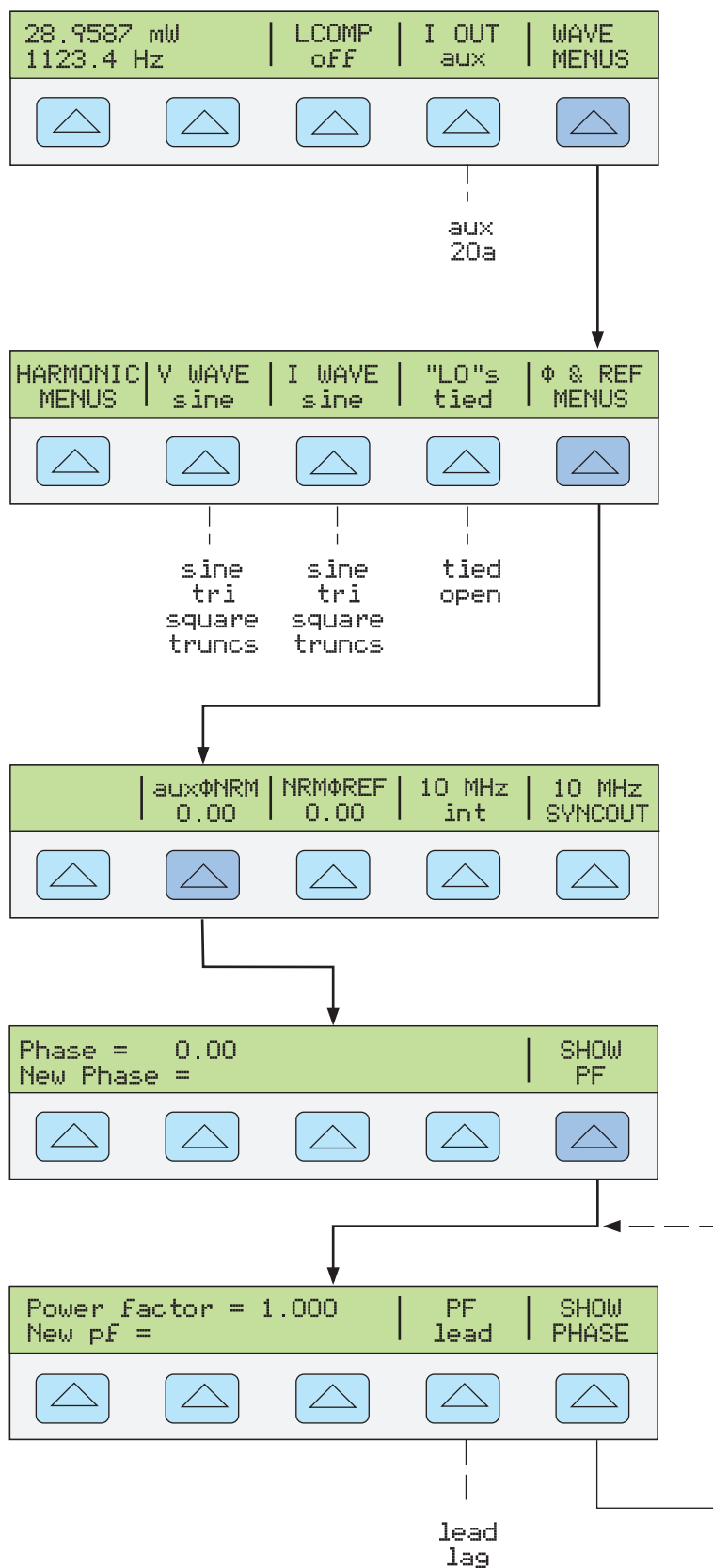
nn109f.eps

5. Нажмите кнопку  один или более раз, чтобы вернуться к предыдущим меню.

Настройка 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. Запоздывающий 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).



gjh070.eps

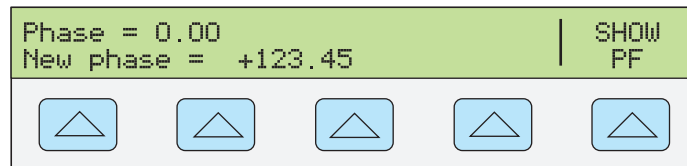
Когда один выходной сигнал является гармоникой другого, то смещение фазы определяется значением фазового угла или коэффициента мощности

(косинуса) сигнала гармоника. 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).

Ввод значений угла смещения фазы

Для ввода угла сдвига фаз в градусах выполните следующую процедуру. Процедура предполагает, что уже установлен режим одновременного воспроизведения двух переменных напряжений или мощности переменного тока.

1. Нажмите функциональную кнопку WAVE MENUS, чтобы открыть меню выбора гармоника.
2. Нажмите кнопку Ф & REF MENUS, чтобы открыть меню ввода значений фазы и опорного источника.
3. Нажмите функциональную кнопку AUXФNRM, чтобы открыть меню ввода значений фазы.
4. С помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной запятой введите необходимое значение угла сдвига фазы выходного сигнала (не более пяти знаков). Например: 123,45.
5. Нажмите кнопку $\pm$, чтобы выбрать опережающий (+) или запаздывающий (−) сдвиг фазы (значением по умолчанию является +).
6. На дисплее управления теперь отображается введенное значение. Например, угол опережающего сдвига фазы на 123,45 градусов (ниже). (SHOW PF отображается только для синусоид.)



nn111f.eps

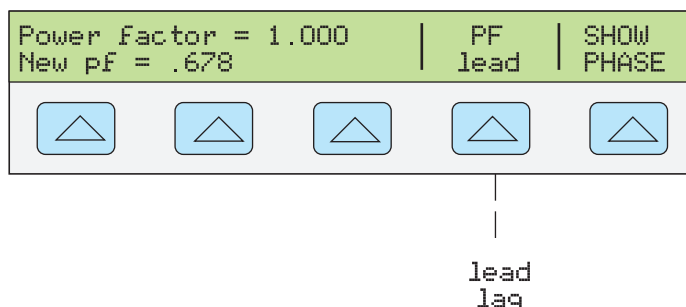
7. Нажмите кнопку **ENTER**. На дисплее управления Калибратора введенное значение будет удалено из строки «New phase =>» и скопировано в строку «Phase =>».
8. Нажмите кнопку **CE** один или более раз, чтобы вернуться к предыдущим меню.

Ввод значения коэффициента мощности

Для ввода сдвига фазы в виде коэффициента мощности (PF) выполните следующую процедуру. $PF = \cos \Phi$, где Φ является углом сдвига фазы. Процедура предполагает, что уже установлен режим одновременного воспроизведения двух переменных напряжений или мощности переменного тока сигналов синусоидальной формы.

1. Нажмите функциональную кнопку WAVE MENUS, чтобы открыть меню формы сигнала.
2. Нажмите функциональную кнопку PHASE, чтобы открыть пункты меню ввода значений фазы.
3. Нажмите функциональную кнопку SHOW PF, чтобы открыть меню ввода 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 (ниже).



nn112f.eps

7. Нажмите кнопку **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.

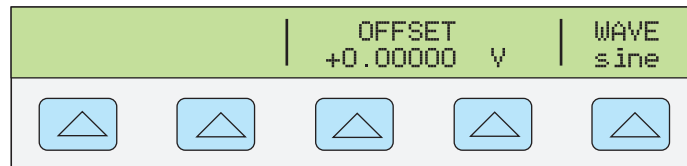
Ввод значения постоянного напряжения смещения

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 р-р (для прямоугольных волн) или 93 В р-р (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 dBm.

Максимально допустимое значение смещения зависит от максимального смещения и максимального пикового сигнала для каждого диапазона. Например, выходной сигнал 10 В р-р в форме прямоугольной волны находится в диапазоне от 6,6 до 65,9999 В р-р. 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.

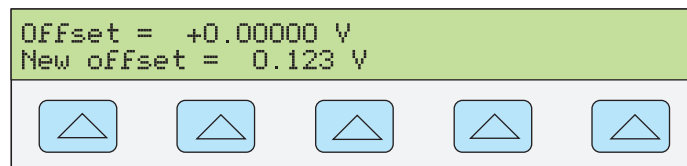
Проверьте предельные значения смещения в Главе 1. Если применяется напряжение смещения и выходной сигнал переносится в диапазон, в котором смещение не разрешено (например, более 33 В для выходного сигнала в виде синусоиды), то Калибратор переключится в режим ожидания, а функция смещения будет заблокирована.

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. ниже).



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 В (ниже).



nn114f.eps

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

Редактирование ошибочных значений выходных сигналов

Все значения выходных сигналов Калибратора доступны для редактирования с помощью рукоятки Edit Field на передней панели и соответствующих клавиш **◀**, **▶** и **EDIT FIELD**. Кроме этого, кнопки умножения **MULT x** и деления **DIV ÷** позволяют изменять выходной сигнал в кратное десяти число раз. 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.

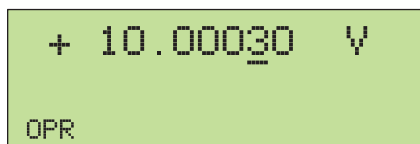
Таблица 4-2. Кнопки выхода из режима измерения погрешности

Кнопки	Действие
	Возвращение к предыдущему эталонному значению.
или	Ввод нового эталонного значения.
Ввод нового значения с кнопочной панели +	Ввод нового эталонного значения.
	Установка текущего выходного сигнала в качестве эталонного.
	Увеличение эталонного значения Калибратора в десять раз и установка результата в качестве нового эталонного значения.
	Настройка Калибратора на значение, равное одной десятой эталонного значения и установка результата в качестве нового эталонного значения.
	Возвращение в состояние после включения питания.

Изменение настройки выходного значения

При воспроизведении первоначального выходного сигнала в Калибратор вводится определенное значение. Например, 10.00000 В постоянного тока. Чтобы отредактировать выходное значение в соответствии с требованиями использования, поверните 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 .)

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

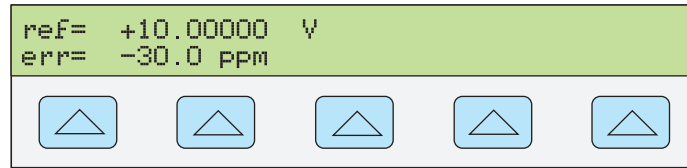


nn115f.eps

Кратковременное отображение символа «u» на дисплее выходного сигнала во время редактирования или в режиме OPR (Работа) означает «unsettled», то есть, происходит стабилизация нового значения выходного сигнала Калибратора.

Отображение ошибок испытываемого устройства

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, именуемый "номинальным" методом, применяется в Калибраторах Fluke 5700A, 5720A, 5500A и 5520A. Второй метод называется методом "действительных значений". В данном Калибраторе применяются оба эти метода.

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 измерительного прибора.

В методе действительных значений для 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:

$$\begin{aligned} \text{nominal} &= +10.0000 \text{ V} \\ \text{rel err} &= -9.0909 \% \end{aligned}$$

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 клавишу **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 "tru val".

Умножение и деление

Значение выходного сигнала Калибратора (или эталонное значение при редактировании выходного сигнала) может быть увеличено в кратное 10 число раз нажатиями на кнопку **MULT**. Аналогично, значение выходного сигнала Калибратора (или эталонное значение при редактировании выходного сигнала) может быть уменьшено в кратное 10 число раз нажатиями на кнопку **DIV**. Выходной сигнал будет переключен в режим STBY (Ожидание), если результат умножения превысит 33 В. Чтобы продолжить работу, нажмите кнопку **OFF**. Эта функция является удобной, если диапазоны испытываемого устройства отличаются друг от друга в кратное десяти число раз.

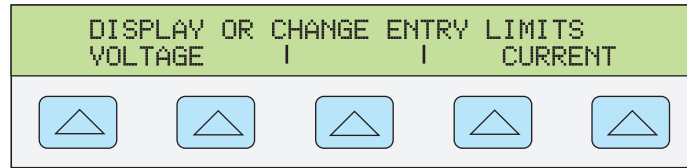
Настройка предельных значений выходного сигнала

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 максимально допустимое положительное и отрицательное значение напряжения или тока выходного сигнала. Установленные предельные значения предотвращают установку на выходе значений, превышающих предельные, при вводе с помощью кнопок передней панели или органов подстройки 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.

Установка предельных значений напряжения и тока

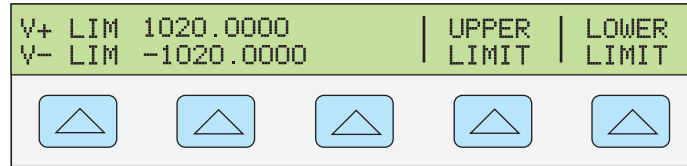
Для установки предельных значений напряжения и тока выполните следующее:

1. Нажмите кнопку **RESET** для прекращения воспроизведения Калибратором любого выходного сигнала.
2. Нажмите кнопку **SETUP**. Нажмите функциональную кнопку INSTMT SETUP, чтобы открыть подменю настройки.
3. Нажмите функциональную кнопку OUTPUT SETUP, чтобы открыть подменю настройки выходного сигнала.
4. Нажмите функциональную кнопку SET LIMITS, чтобы открыть меню установки предельных значений (ниже).



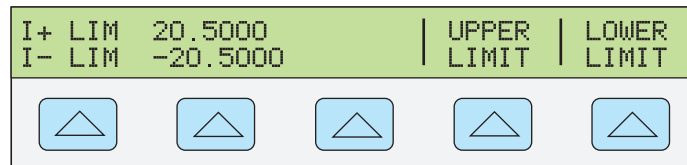
nn117f.eps

5. Для предельного значения напряжения (применимо одновременно к постоянным и переменным напряжениям). Нажмите функциональную кнопку VOLTAGE, чтобы открыть меню установки предельных значений напряжения (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.
6. Для предельного значения тока (применимо одновременно к постоянным и переменным токам). Нажмите функциональную кнопку CURRENT, чтобы открыть меню установки предельных значений тока (ниже).



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.

Измерение давления

Калибратор можно использовать в качестве Калибратора давления вместе со следующими принадлежностями:

Для измерения давления:

- Модуль давления Fluke серии 700
- Комплект калибровки давления, модель 700PSK (необходим, так как в нем предусмотрен интерфейсный модуль)

Для измерения давления:

- Стабильный измеритель давления с ручным или автоматическим управлением
- Модуль давления Fluke серии 700
- Комплект калибровки давления, модель 700PSK (необходим, так как в нем предусмотрен интерфейсный модуль)

На Рисунке 4-15 показана последовательность подключения модуля давления серии 700 к Калибратору.

Чтобы подключить модуль давления к Калибратору и отобразить на дисплее результаты измерений выполните следующие действия:

1. Подключите модуль давления серии 700 к входному разъему 700PCK, а блок питания 700PCK - в электрическую сеть.
2. С помощью адаптера, поставляемого в комплекте с 700PCK, подключите модуль 700PCK с помощью кабеля последовательного интерфейса к разъему SERIAL 2 TO UUT на задней панели.
3. Нажмите кнопку  на Калибраторе. Будет активирован режим давления.
4. На дисплее выходных значений отобразится значение давления, измеренное модулем давления серии 700. На дисплее управления доступны три функциональных кнопки: DAMPEN (on, off), SET OFFSET (обнуляет модуль давления) и UNITS (выбор единиц давления).
5. Если используется любой модуль давления серии 700, за исключением модулей абсолютного давления (номер модели начинается с "700PA"), выпустите воздух из модуля давления в атмосферу и нажмите кнопку OFFSET, чтобы обнулить показания модуля давления.
6. Если используется модуль абсолютного давления (номер модели начинается с "700PA"), обнулите его показания следующим образом:
7. Выпустите воздух из модуля в атмосферу.
8. Нажмите кнопку SET OFFSET.
9. Введите значение атмосферного давления в единицах, показанных на дисплее.

Примечание

Не полагайтесь на сводки давления, предоставляемые службами аэропорта. Применяйте стандарт барометрического давления, действующий на территории, где находится Калибратор.

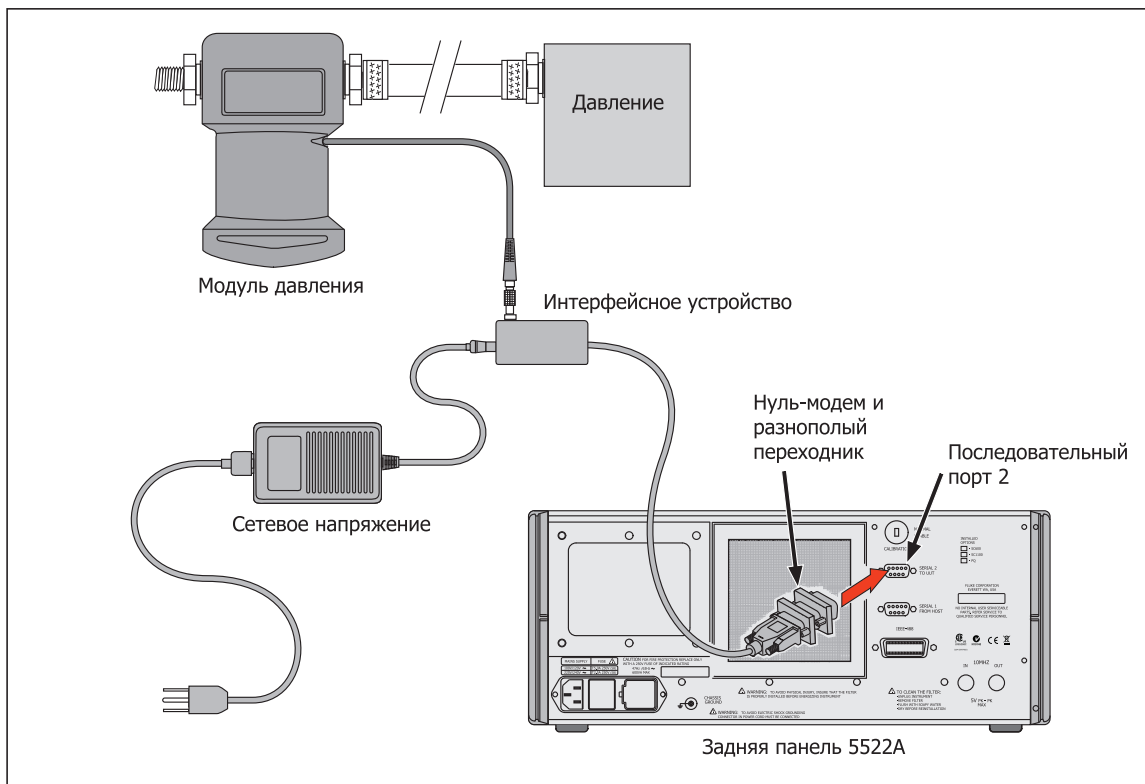


Рисунок 4-15. Измерение давления

gok040.eps

Синхронизация Калибратора через вход/выход 10 МГц (10 MHz IN/OUT)

Через вход/выход 10 МГц (10 MHz IN/OUT) на задней панели можно синхронизировать несколько калибраторов. Данную возможность можно использовать для параллельного подключения двух или более калибраторов в функции выходного сигнала тока для суммирования выходных сигналов, либо для калибровки трехфазных источников питания с помощью трех калибраторов.

Другим примером применения разъема эталонного входного сигнала 10 MHz IN - это улучшение частотных характеристик калибратора посредством внедрения синхросигнала частотой 10 МГц. Данный пример применения рассматривается далее.

Использование внешнего синхросигнала частотой 10 МГц

В данном Калибраторе применяется внутренний синхросигнал частотой 10 МГц, который является эталоном для всех функций переменного тока. Несмотря на высокую точность и стабильность внутреннего синхросигнала, для вашей лаборатории более актуальным может оказаться собственный стандарт регулирования частотных характеристик Калибратора. Применить внешний синхросигнал к Калибратору можно двумя способами. Можно задать зависимость подачи внешнего синхросигнала от включения питания и сброса состояния по умолчанию, либо выбрать внешний эталон, действующий только во время сеанса работы..

Чтобы задать зависимость подачи внешнего синхросигнала от включения питания и сброса состояния по умолчанию, выполните следующие действия:

1. Подайте сигнал частотой 10 МГц в форме прямоугольной волны

напряжением 5 В р-р в разъем 10 MHz IN BNC на задней панели.

2. Нажмите клавишу **SETUP**.
3. Последовательно нажмите кнопки INSTMT SETUP, OUTPUT SETUP, Ф & REF SETUP.
4. Нажмите кнопку REF CLK, чтобы выбрать "ext."
5. Нажмите клавишу **PREV MENU**.

Чтобы временно использовать внешний эталон в 10 МГц, выполните следующие действия:

1. Подайте сигнал частотой 10 МГц в форме прямоугольной волны напряжением от 1 до 5 В р-р в разъем 10 MHz IN BNC на задней панели.
2. Нажмите клавишу **SETUP**.
3. Для выходного сигнала Калибратора выберите функцию переменного напряжения или тока.
4. Последовательно нажмите кнопки INSTMT SETUP, OUTPUT SETUP, ф & REF SETUP.
5. Нажмите кнопку REF CLK, чтобы выбрать "ext."
6. Нажмите клавишу **PREV MENU**.

Подача переменного тока с параллельно подключенных приборов 5522A

Для параллельной подачи тока можно параллельно подключить два или более устройств 5522A. Этот метод позволяет подавать ток номиналом более ± 20 А. Если подается переменный ток, необходимо синхронизировать калибраторы таким образом, чтобы их выходные токи были в одной фазе. Для этого выполните следующие действия:

1. Переключив оба калибратора в режим ожидания, выполните подключение, как показано на Рисунке 4-16.
2. На калибраторе #2 (ведомом), выполните следующие настройки:
 - Нажмите клавишу **SETUP**.
 - Последовательно нажмите кнопки INSTMT SETUP, OUTPUT SETUP, Ф & REF SETUP.
 - Нажмите кнопку REF CLK, чтобы выбрать "ext."
 - Нажмите клавишу **PREV MENU**.
3. На обоих калибраторах выполните следующие настройки:
 - Не выходя из режима ожидания, задайте выходным сигналам необходимый уровень переменного тока и частоты.
 - Присвойте параметрам NRM Ф REF в меню Ф REF SETUP значения 0,00.
4. На калибраторе #2 (ведомом), нажмите **OPR**, чтобы переключиться в рабочий режим.
5. На калибраторе #1 (ведущем), нажмите **OPR**, чтобы переключиться в рабочий режим. После этого оба калибратора будут синхронизированы. Синхронизацию можно выполнить двумя способами: нажатием кнопки **OPR** на ведущем калибраторе или нажатием кнопки SYNC на ведущем калибраторе.

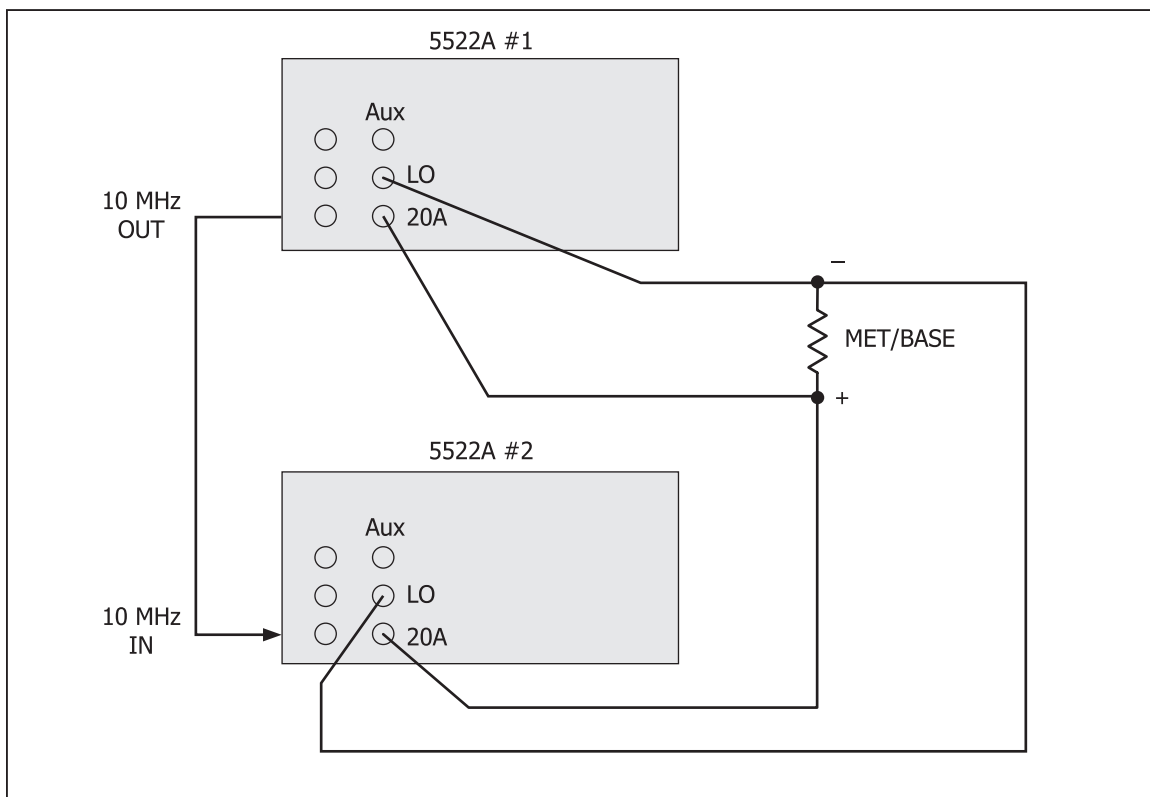
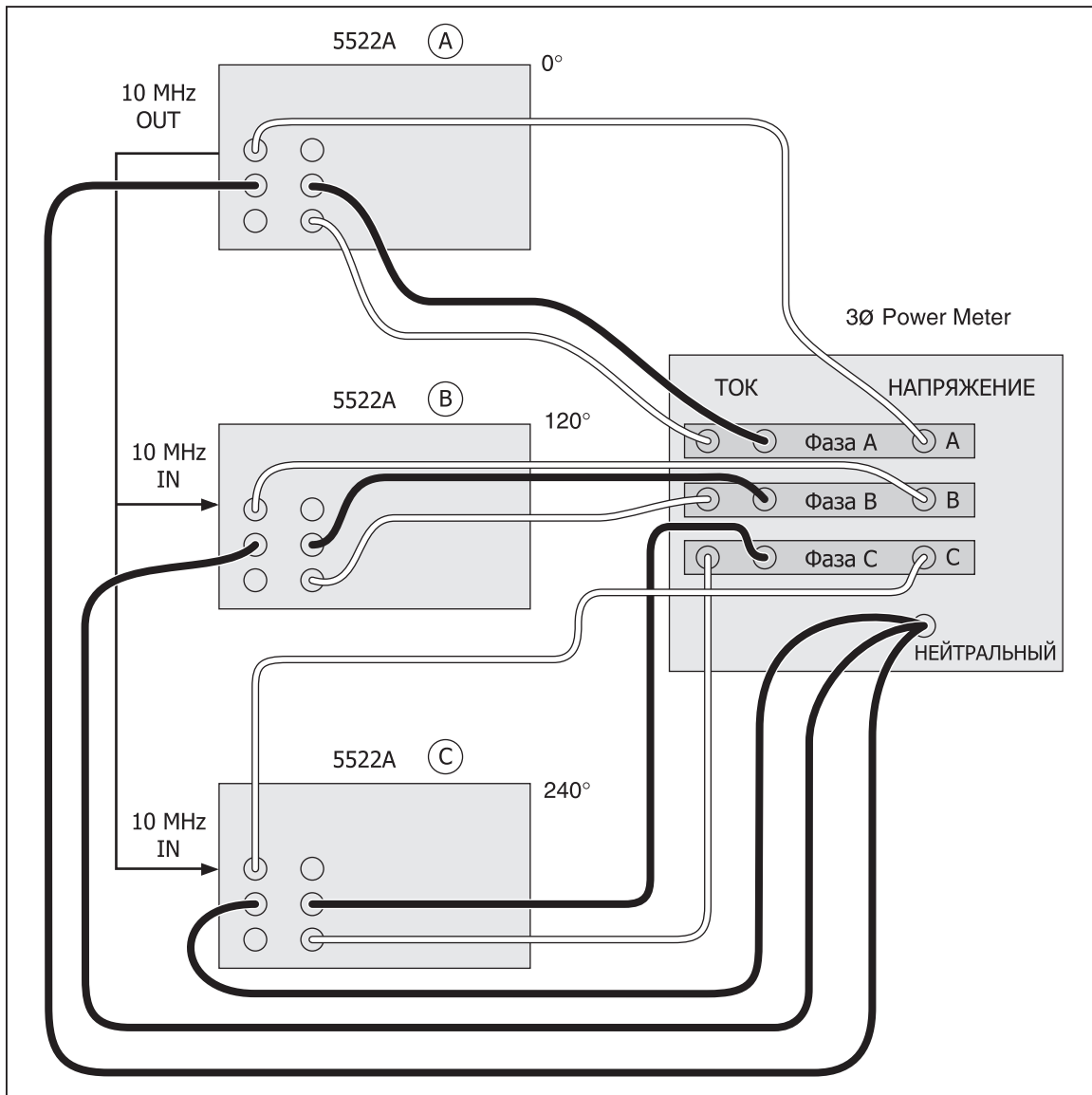


Рисунок 4-16. Подача тока с двух параллельно подключенных калибраторов

Калибровка трехфазного источника питания

Можно настроить три калибратора на калибровку трехфазных источников питания. Этот пример основан на предположении о необходимости применения идеально сбалансированного выходного сигнала с коэффициентом мощности, равным единице. Изменяя фазовые соотношения, можно применять другие тестовые факторы. На этом рисунке показаны фазовые соотношения каждого калибратора. Изменяя фазовые соотношения, можно применять другие тестовые воздействия.



gok024.eps

Рисунок 4-17. Калибровка трехфазного источника питания

Примеры применения

Калибровка трехфазных ваттметров:

- 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 этом примере описано выполнение действия, необходимого для калибровки цифрового мультиметра Fluke серии 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.

Прежде чем подключать калибратор к цифровому мультиметру серии 80, необходимо выбрать тип кабелей, а также определить, будет ли использоваться . Далее рассматривается сам процесс принятия решения.

Кабели

Для подключений при выполнении калибровки рекомендуется использовать кабели с низким тепловыделением Fluke 5440A-7002, но для калибровки устройств серии 80 использовать их необязательно. Погрешности термо-эдс, для снижения которых предназначены кабели с низкой теплоотдачей, незначительны при калибровке цифрового измерительного прибора 3-1/2. С помощью этих кабелей можно проводить следующие измерения:

- Напряжения переменного и постоянного тока.
- Все сопротивления
- Переменные напряжения и постоянные токи вплоть до 20A.

Подключение к заземлению

Поскольку цифровые мультиметры работают от аккумуляторов, их входные разъемы не подключены к заземлению. Поэтому рекомендуется активировать клемму заземления (шасси) калибратора и клемму LO для защиты от поражения электрическим током/ правильное соединение. (Нажмите кнопку , чтобы загорелся индикатор, и убедитесь, что индикатор  отключен.)

Тестирование измерительного прибора

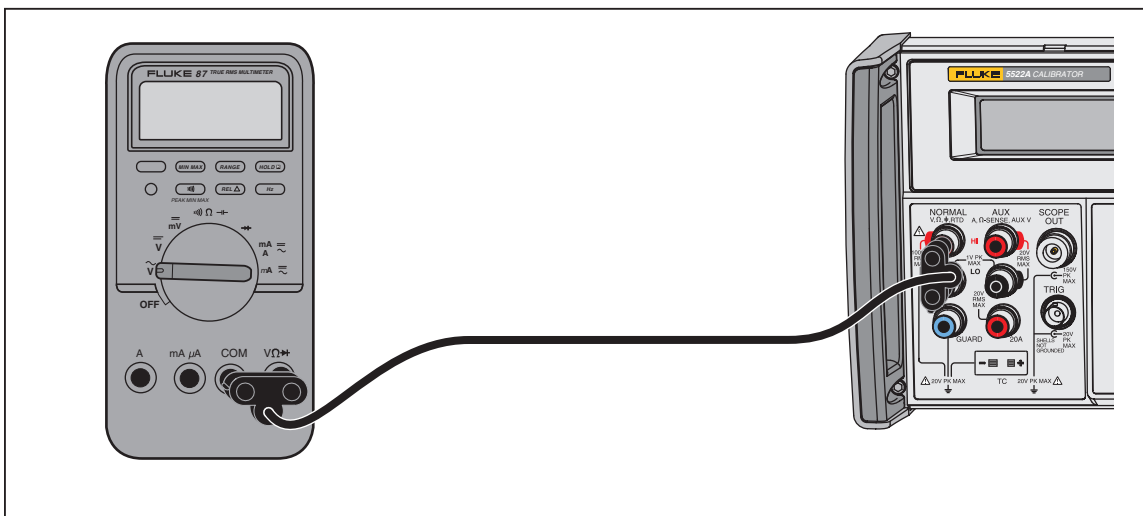
Для тестирования измерительного прибора можно использовать функцию режима погрешностей калибратора. Выполните следующие действия для проверки соответствия диапазонов всех функций требованиям технических характеристик:

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 4-18.



gjh025.eps

Рисунок 4-18. Подключения кабелей для тестирования общей функциональности устройств серии 80

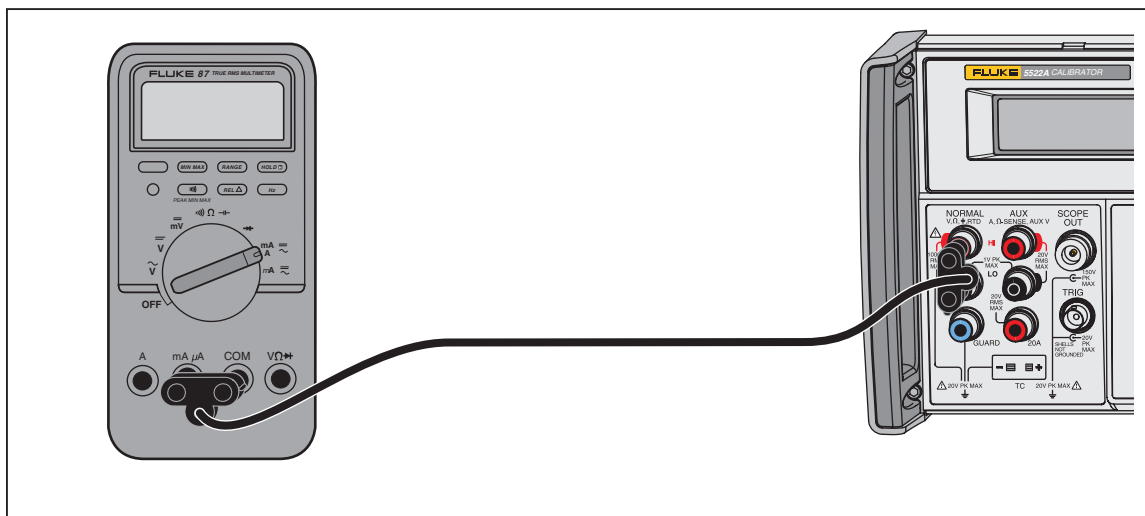
3. Протестируйте функцию постоянного напряжения следующим образом:
- Включите цифровой мультиметр и переведите его переключатель функций в положение $\bar{V}$.
 - После прогрева Калибратора установите на нем значение напряжения в 3,5 В постоянного тока. Нажмите кнопку **OPR**.
 - На дисплее цифрового мультиметра с помощью регуляторов выходного сигнала выберите показание +3,5000.
 - Убедитесь, что значение погрешности на табло управления меньше значения, указанного в технических характеристиках цифрового мультиметра (см. Руководство пользователя).
 - Проверьте погрешность цифрового мультиметра при напряжениях 35,0 В, -35,0 В, 350,0 В. Совет: используйте **MULT X**. Убедитесь, что погрешности не выходят за пределы, установленные в технических характеристиках. Если **MULT X** вызывает превышение уровня 33 В, Калибратор переключается в режим ожидания. Если это произошло, нажмите **OPR** для продолжения работы.
 - Проверьте погрешность цифрового мультиметра при напряжении 1000 В и убедитесь, что она не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - Установите выходное значение Калибратора до 350 мВ и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешности не выходят за пределы, установленные в технических характеристиках.
4. Тестирование функции переменного напряжения:
- Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\tilde{V}$.
 - Установите выходное значение Калибратора до 350 мВ при 60 Гц. и нажмите кнопку **OPR**. Убедитесь, что погрешности не выходят за пределы, установленные в технических характеристиках.

- с. Проверьте, не выходят ли погрешности за пределы, установленные в технических характеристиках, используя приведенные далее значения напряжений и частот:

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

5. Тестирование 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 погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - с. Установите для Калибратора значение 150 мВ при 190 кГц. Совет: нажмите кнопку **EDIT FIELD** два раза, чтобы переместить курсор к показанию частоты на дисплее выходных значений и нажмите **MULT X**. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
6. Тестирование чувствительности по частоте и уровней переключения:
 - а. На Калибраторе нажмите кнопку **RESET**, переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\tilde{V}$ и нажмите кнопку Hz на цифровом мультиметре, чтобы выбрать режим частоты.
 - б. Установите для Калибратора значение 300 мВ при 1 кГц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешность частоты не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - с. Для выходного сигнала Калибратора установите значение 1,7 В. Убедитесь, что погрешность частоты не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - д. Для выходного сигнала Калибратора установите значение 1,0 В. Убедитесь, что цифровой мультиметр отображает значение частоты 000,0.
 - е. Нажмите RANGE, чтобы установить на цифровом мультиметре диапазон 40 В. Для выходного сигнала Калибратора установите значение 6,0 В. Убедитесь, что погрешность частоты не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - ф. Для выходного сигнала Калибратора установите значение 2,0 В. Убедитесь, что цифровой мультиметр отображает значение частоты 000,0.
7. Протестируйте функцию сопротивления следующим образом:

- a. Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\Omega \rightarrow \pm$.
 - b. Установите на Калибраторе значение 190,0 Ω с 2-проводной компенсацией (см. Рисунок 4-3). Нажмите кнопку **OPR**. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - c. Повторите предыдущее действие со значениями 19.00 k Ω , 1.900 M Ω и 19.00 M Ω . Убедитесь, что погрешности не выходят за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - d. На цифровом мультиметре нажмите RANGE, чтобы ввести диапазон 40 nS, применяемый для тестов емкости при высоких значениях сопротивления.
 - e. Установите для Калибратора выходное значение 100 M Ω . Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
8. Протестируйте функцию емкости следующим образом (для вычитания емкости кабеля используйте функцию REL устройства серии 80):
- a. Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\Omega \rightarrow \pm$.
 - b. Установите для Калибратора выходное значение 1,0 мкФ при отключенной компенсации. Нажмите кнопку **OPR**. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
 - c. Повторите предыдущее действие, используя значения 0,470 мкФ, 0,047 мкФ и 4,70 нФ. Убедитесь, что погрешности не выходят за пределы, установленные в технических характеристиках.
9. Протестируйте функцию проверки диодов следующим образом:
- a. Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\rightarrow \pm$.
 - b. Установите для Калибратора значение 3,0 В постоянного тока и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
10. Тестирование функции переменного и постоянного тока:
- a. Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение **mA**.
 - b. Убедитесь, что Калибратор переключен в режим ожидания, и подключите цифровой мультиметр так, как показано на Рисунке 4-19.



gjh026.eps

Рисунок 4-19. Подключения кабелей для тестирования общей функциональности устройств серии 80

- с. Установите для Калибратора значение 35,0 мА и нажмите **OPR**.
- д. На дисплее цифрового мультиметра с помощью регуляторов выходного сигнала выберите показание +35,00 мА. Убедитесь, что значение погрешности, отображаемое на дисплее управления, не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
- е. Повторите это действие со значением 350,0 мА. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
- ф. Нажмите синюю кнопку на цифровом мультиметре, чтобы переключиться в режим измерения переменного тока.
- г. Установите для Калибратора выходное значение 35,0 мА при 60 кГц. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
- х. Повторите предыдущее действие со следующими настройками Калибратора:

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

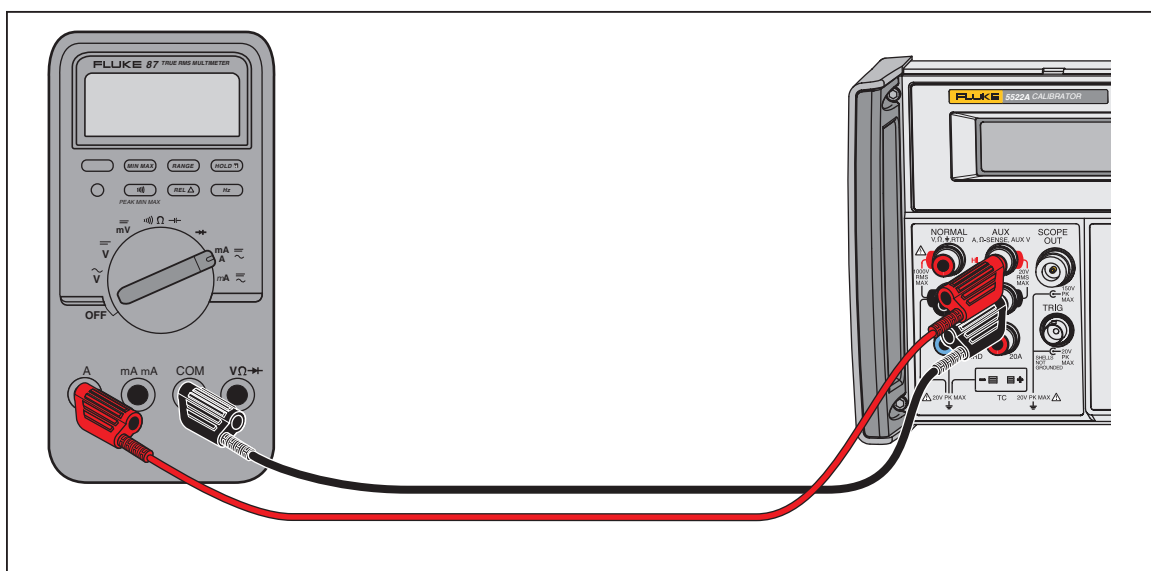
- и. Нажмите кнопку **STBY** на Калибраторе и переведите переключатель функций цифрового мультиметра в положение **μA**.
- й. Установите для Калибратора выходное значение 350 мкА при 0 Гц. и нажмите кнопку **OPR**. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
- к. Повторите предыдущее действие, используя значение 3500 мкА при 0 Гц.
- л. Нажмите кнопку **STBY** на Калибраторе и синюю кнопку на цифровом мультиметре, чтобы переключиться в режим измерений переменного тока.

- м. Установите для Калибратора выходное значение 350,0 мкА при 60 Гц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
- н. Повторите предыдущее действие 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. Протестируйте функцию высокого тока.

- а. Нажмите кнопку **RESET** на Калибраторе.
- б. Убедитесь, что Калибратор переключен в режим ожидания, и подключите цифровой мультиметр так, как показано на Рисунке 4-20.



gjh027.eps

Рисунок 4-20. Подключения кабелей для тестирования функции высокого тока устройств серии 80

- с. Установите для Калибратора выходное значение 3,5 А при 0 Гц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
- д. Повторите предыдущее действие, используя значение 10,0 А при 0 Гц. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
- е. Нажмите кнопку **STBY** на Калибраторе и синюю кнопку на цифровом мультиметре, чтобы переключиться в режим измерений переменного тока.
- ф. Установите для Калибратора выходное значение 3,5 А при 60 Гц и нажмите **OPR**. Убедитесь, что погрешность не выходит за пределы, установленные в технических характеристиках.
- г. Повторите предыдущее действие 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

Продолжайте калибровку, если при выполнении предыдущей процедуры был обнаружен выход за пределы допустимого диапазона.

Примечание

Для корректирующей калибровки измерительного прибора его необходимо 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. Если установка не выполнена, нажмите кнопку **RESET**.
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 4-19.
4. Установите для Калибратора значение 3,5 В постоянного тока и нажмите **OPR**.
5. На дисплее цифрового мультиметра должна отобразиться индикация 3.500 ± 0.001 . При необходимости отрегулируйте R21 для получения соответствующих показаний.
6. Установите переключатель функций цифрового мультиметра в положение $\bar{V}$ и установите для выходного сигнала Калибратора значение 3,500 В при 100 Гц.
7. На дисплее цифрового мультиметра должна отобразиться индикация 3.500 ± 0.002 . При необходимости отрегулируйте R34 для получения соответствующих показаний.
8. Задайте выходному сигналу Калибратора значение 10 кГц.
9. На дисплее цифрового мультиметра должна отобразиться индикация 3.500 ± 0.004 . При необходимости отрегулируйте C2 для получения соответствующих показаний.
10. Установите для Калибратора выходное значение 35,00 В при 10 кГц.
11. На дисплее цифрового мультиметра должна отобразиться индикация 3.500 ± 0.004 . При необходимости отрегулируйте C3 для получения соответствующих показаний.

Тестирование анализатора гармоник 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 тестирования этих двух функций

измерительного прибора приведены здесь для демонстрации функции одновременного воспроизведения двух напряжений Калибратора.

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

Тестирование показаний в ваттах, вольт-амперах, var

Выполните следующую процедуру для тестирования показаний в ваттах, вольт-амперах и var измерительного прибора. См. таблицу 4-3

⚠ ⚠ Предупреждение!

Прежде чем подключить Калибратор к измерительному прибору, убедитесь, что Калибратор переведен в режим ожидания. На контактах и разъемах может быть опасное для жизни напряжение.

Таблица 4-3. Показания в ваттах, текстовый экран

Выходные сигналы Калибратора			Предельные значения показаний							
Обычное напряжение, В, при 60 Гц	Фаза в град.	AUX, мВ, перемен. ток при 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 4-21.

Примечание

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

3. Нажмите кнопку VAφ REF на измерительном устройстве и удерживайте ее до тех пор, пока в верхней строке состояния не отобразится индикация АФ.
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 - Ф & 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 кнопку OPR.
8. Переместите курсор к соответствующему числу гармоники.
9. Убедитесь, что показания амплитуды гармоники и фазового угла не выходят за минимальные и максимальные пределы, представленные в Таблице 4-4. (Примечание: Измерительный прибор считывает положительное значение фазы, если выходное значение сигнала калибратора находится в отрицательной фазе, так как полярность фазы на калибраторе всегда определяется относительно выходного сигнала канала NORMAL.)
10. Повторите предыдущие три действия с настройками и предельными значениями, перечисленными в Таблице 4-4.

Таблица 4-4. Показания гармоники в вольтах, экран гармоники

Выходной сигнал на Normal в 5522A			Измерительный прибор Fluke	Предельные значения показаний			
Амплитуда	Гармоника	Фаза	Курсор в поле гармоники	Амплитуда		Фаза	
(V)	Номер	(град.)	Но.	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.

Тестирование показаний гармоники 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 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 "normal." Нажмите кнопку **OPR**.
7. Убедитесь, что показания амплитуды гармоник и фазового угла не выходят за минимальные и максимальные пределы, представленные в Таблице 4-5.

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

Выходной сигнал на AUX в 5522A			Измерительный прибор Fluke	Предельные значения показаний			
Амплитуда	Гармоника	Фаза	Курсор в поле гармоник	Амплитуда		Фаза	
(мВ)	Но.	(град.)	Но.	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 термометра Fluke 51

Термометр Fluke 51 используется для измерения температуры с помощью термопары типа J или K. Данный калибратор способен имитировать термопары обоих типов, что упрощает тестирование 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.

Тестирование термометра

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

1. Подключите термометр Fluke 51 к калибратору соответствующим соединительным кабелем (Рисунок 4-22). Материал соединительного

кабеля и миниразъёма должен соответствовать типу термопары. Например, если тестируется термопара типа К, то должны использоваться кабель и миниразъём для термопары типа К.



Рисунок 4-22. Подключения кабелей для тестирования термометра серии 50

gok029.eps

2. Убедитесь, что индикатор EARTH (заземление) горит. Если не горит, нажмите кнопку **EARTH**.
3. Выполните настройку калибратора, нажав на кнопку **0 °C ENTER**. Убедитесь, что на кнопке OUTPUT высвечивается индикация "tc". Если индикация не светится, нажмите и удерживайте нажатой кнопку OUTPUT, пока не загорится.
4. Выберите тип термопары и опорный источник нажатием кнопки TC MENUS. Убедитесь, что на кнопке REF SRC высвечивается индикация "intrnl." Если индикация не светится, нажмите кнопку REF SRC. Убедитесь, что на кнопке TYPE высвечивается индикация J или K, в зависимости от того, на какой тип настроено устройство 51. Продолжайте нажимать кнопку TYPE пока не отобразится выбранный тип термопары.
5. Введите настройки калибратора, перечисленные в Таблице 4-6, и убедитесь, что показания не выходят за пределы, установленные в технических характеристиках (см. Главу 1).

Таблица 4-6. Показания термопары

Тип термопары ^[1]	Настройка 5522A	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 выборе термопары других типов не забудьте подключить соединительный провод соответствующего типа. Например, необходимо вместо провода для термопары типа K использовать провод для термопары типа J.

Калибровка термометра

Описанная далее процедура применяется к испытываемому устройству 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. Отключите испытываемое устройство и снимите верхнюю крышку. Блок печатных плат при этом должен находиться в нижнем отсеке.
2. Убедитесь, что калибратор переведен в режим ожидания, и подключите испытываемое устройство к калибратору, как показано на Рисунке 4-22. При выполнении подключения со снятой верхней крышкой корпуса испытываемого устройства, убедитесь, что широкое лезвие сориентировано на обычное положение верхней крышки.
3. Одновременно замкните решетку TP1 и включите испытываемое устройство нажатием выключателя питания (ON/OFF). 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

Для выполнения нескольких следующих действий требуется наличие напряжений определенного номинала на входах термометра. Выбрав настройку типа термопары 10 µV/ °C на калибраторе, можно задать выходное напряжение на клеммах ТС.

5. Нажмите **0**, **°C** и **ENTER**. Убедитесь, что на кнопке OUTPUT высвечивается индикация "tc". Если индикация не светится, нажмите и удерживайте нажатой кнопку OUTPUT, пока не загорится.

6. Нажмите и удерживайте кнопку TYPE, пока не высветится индикация $10\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Выбрав эту настройку, можно указать значение напряжения на клемме TC.
 7. Нажмите кнопку TC MENU.
 8. Нажмите и удерживайте кнопку REF SRC, пока не высветится индикация "external".
 9. Нажмите кнопку REF, чтобы ввести значение внешнего опорного источника.
 10. Нажмите и , чтобы присвоить внешнему опорному источнику значение 0°C .
 11. Нажмите кнопку , чтобы перейти на один уровень меню назад.
 12. Нажмите кнопку .
 13. Дождитесь стабилизации показаний на испытываемом устройстве, затем отрегулируйте смещение T1 (R7), чтобы на дисплее отобразились показания $25.2^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$.
 14. Установите на выходе калибратора значение 5380.7°C . На клеммы tc будет подано напряжение 53,807 мВ.
 15. Дождитесь стабилизации показаний на испытываемом устройстве, затем отрегулируйте R21, чтобы на дисплее отобразились показания $+1370.0^\circ\text{C} \pm 0.4^\circ\text{C}$.
 16. Нажмите кнопку на калибраторе, чтобы снять напряжение с испытываемого устройства. Отключите испытываемое устройство от калибратора. Отключите питание испытываемого устройства нажатием выключателя.
 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. С помощью полоски термопары типа K (поставляемой в комплекте с тестовыми щупами the 5520A-525/LEADS) и выбрав режим Calibrator MEAS TC (нажмите кнопку) , измерьте температуру транзистора с холодным спаем, помещая K-полоску в среднее отверстие изотермального блока. Наконечник полоски следует помещать в полость напротив корпуса Q1. Совет: Для надежного крепления контрольной полоски выложите поверхность полости тканью. Не удерживайте полоску руками, так как это может привести к дополнительным погрешностям. Дождитесь стабилизации показания температуры.
 19. Отрегулируйте значение R16 для показания температуры на испытываемом устройстве, совпадающее с показанием на калибраторе.
- Обесточьте испытываемое устройство и выполните его сборку.

Глава 5

Работа в дистанционном режиме

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	5-7
Настройка порта RS-232 Host для дистанционного управления	5-9
Процедура настройки порта RS-232 Host.....	5-9
Проверка порта Калибратора RS-232 Host	5-11
Тестирование работы порта Калибратора RS-232 при помощи утилиты Terminal	5-12
Тестирование работы порта Калибратора RS-232 Host при помощи Visual Basic	5-14
Настройка порта RS-232 UUT для дистанционного управления.....	5-15
Процедура настройки порта RS-232 UUT	5-15
Проверка порта Калибратора RS-232 UUT через порт Калибратора RS-232 Host.	5-16
Тестирование работы порта Калибратора RS-232 UUT при помощи утилиты Terminal.....	5-17
Тестирование работы порта Калибратора RS-232 UUT при помощи Visual Basic	5-18
Проверка порта RS-232 UUT через порт IEEE-488	5-18
Переход между дистанционным и автономным управлением.....	5-20
Автономное состояние	5-20
Автономное состояние с блокировкой	5-20
Дистанционное состояние.....	5-20
Дистанционное состояние с блокировкой	5-21
Обзор интерфейса RS-232	5-22
Обзор интерфейса IEEE-488.....	5-22
Использование команд	5-25
Типы команд	5-25
Устройство-зависимые команды	5-25
Общие команды.....	5-25
Команды запросов	5-26
Интерфейсные сообщения (IEEE-488).....	5-26
Составные команды	5-28
Связанные команды.....	5-28
Перекрывающиеся команды	5-29
Последовательные команды	5-29
Команды, для выполнения которых необходим переключатель калибровки.....	5-29

Команды только для RS-232	5-30
Команды только для IEEE-488	5-30
Синтаксис команд	5-31
Правила синтаксиса параметров	5-31
Дополнительные символы пробела или табуляции	5-33
Символы завершения	5-33
Обработка поступающих символов	5-34
Синтаксис ответных сообщений	5-34
Проверка состояния Калибратора 5522A	5-35
Байт состояния последовательного опроса (STB)	5-36
Линия запроса на обслуживание (SRQ)	5-38
Регистр разрешения запроса на обслуживание (SRE)	5-38
Программирование STB и SRE	5-39
Регистр состояния события (ESR)	5-39
Регистр разрешения состояния события (ESE)	5-39
Назначение битов ESR и ESE	5-39
Программирование ESR и ESE	5-40
Регистр состояния прибора (ISR)	5-41
Регистры изменения состояния прибора	5-41
Регистры разрешения изменения состояния прибора	5-41
Назначение битов регистров ISR, ISCR и ISCE	5-41
Программирование регистров ISR, ISCR и ISCE	5-42
Выходная очередь	5-43
Очередь ошибок	5-43
Примеры программ дистанционного управления	5-43
Указания по программированию Калибратора	5-44
Запись SRQ и обработчик ошибок	5-45
Проверка измерителя на шине IEEE-488	5-45
Проверка измерителя на последовательном порту RS-232 UUT	5-45
Использование *OPC?, *OPC и *WAI	5-46
Измерение при помощи термопары	5-47
Измерение давления	5-47
Использование порта RS-232 UUT для управления прибором	5-47
Работа входного буфера	5-47

Введение

В этой главе описываются методы работы с Калибратором в режиме дистанционного управления.

⚠⚠ Предупреждение!

Калибратор 5522A обеспечивает воспроизведение напряжений до 1020 В эфф. и необходимо соблюдать осторожность при программировании, чтобы избежать появления опасных для жизни напряжений без достаточного внимания со стороны оператора.

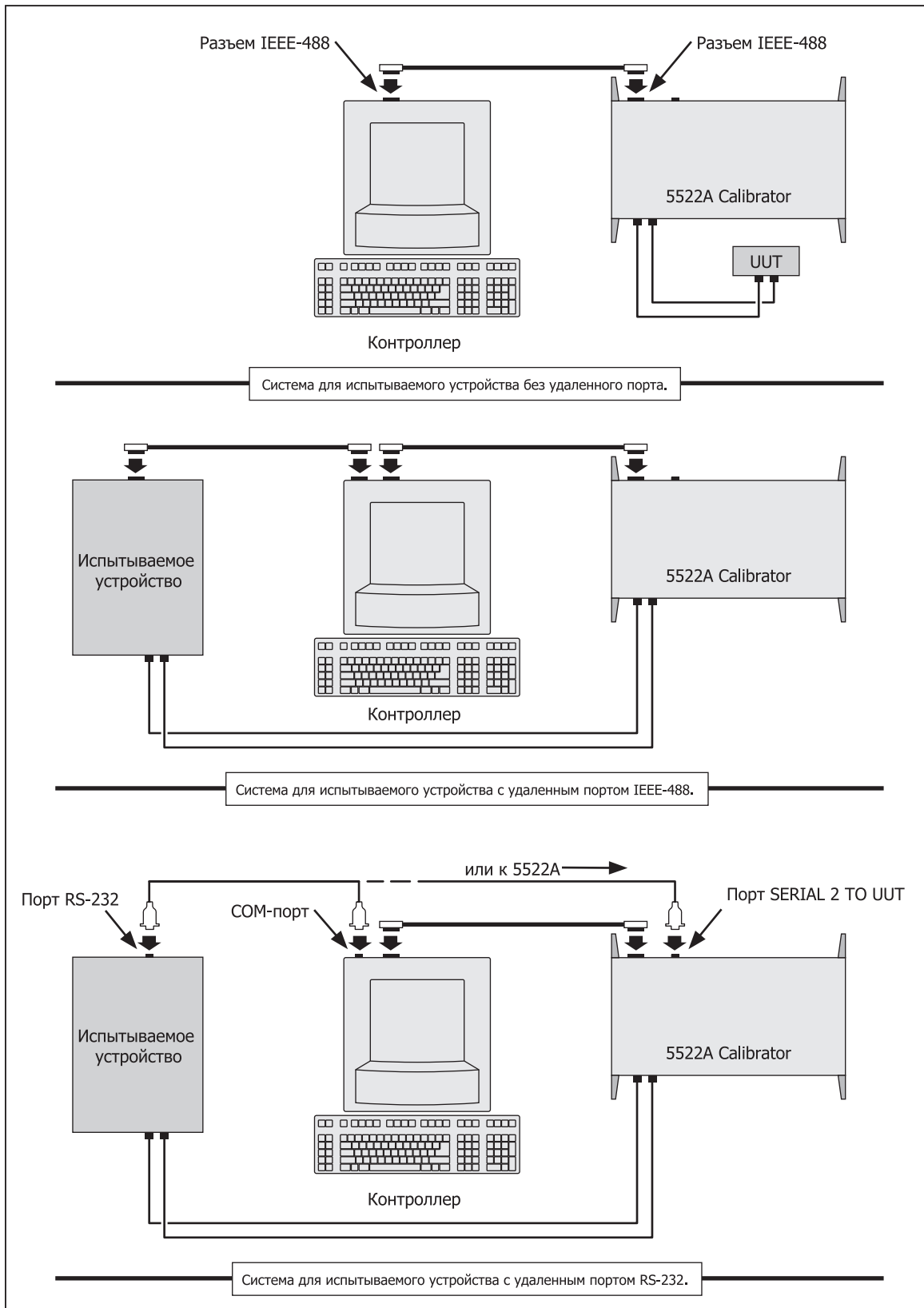
Для обеспечения безопасной работы Калибратора писать программы необходимо тщательно, а тестировать их – всесторонне. Fluke рекомендует включать в программы специальные подпрограммы поиска ошибок.

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). В следующей скелетной программе имеется код поиска 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 "Fault ";A\$ detected"	! Печать сообщения
1060	PRINT @4, "STBY"	! Перевести 5522A в режим ожидания
1070	STOP	

Дистанционное управление может быть интерактивным, когда пользователь контролирует каждый шаг с терминала, или под контролем компьютерной программы, при работе Калибратора в составе автоматизированной системы. 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. Пользователь может писать свои программы для работы системы с использованием набора команд, а также приобрести дополнительно программное обеспечение для калибровки Fluke MET/CAL или 5500/CAL, а также программу управления оборудованием MET/TRACK. Типичные конфигурации IEEE-488 показаны на рисунке 5-1. В конфигурации ПК с двумя портами IEEE-488 используется MET/CAL, для чего предпочтительно подключить испытываемое устройство к отдельному порту IEEE-488. Можно также применить ступенчатое подключение разъемов к одному порту IEEE-488.



gok041.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 или 5500/CAL для работы с системами на основе RS-232. Типичная конфигурация дистанционной работы через RS-232 показана на рисунке 5-2.

После конфигурации порта IEEE-488 или RS-232 для работы в дистанционном режиме все готово к началу использования набора команд. Работа с набором команд описана в разделе «Использование команд» этой главы. Перечень команд дистанционного управления находится в Главе 6, «Дистанционные команды».

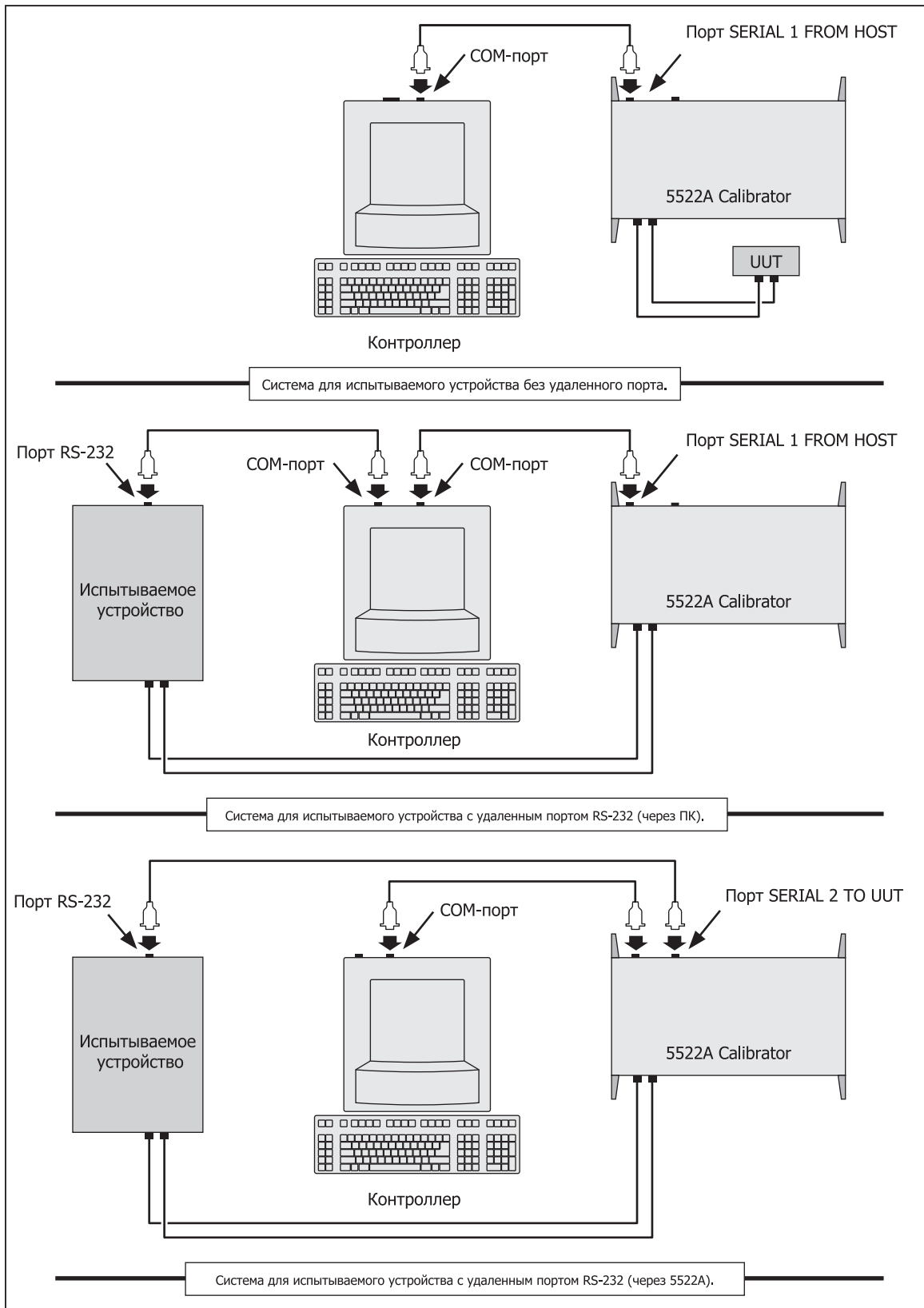
Настройка порта IEEE-488 для дистанционного управления

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. В случае дистанционного управления прибором Калибратор работает как передатчик/приемник.

ПК оборудован интерфейсом IEEE-488 и управляет Калибратором. Совместимое программное обеспечение для работы с IEEE-488 можно приобрести в Fluke, в том числе METCAL и METRACK. Доступен и другой программный пакет 5500/CAL, но он работает только с последовательным интерфейсом RS-232.

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. 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.



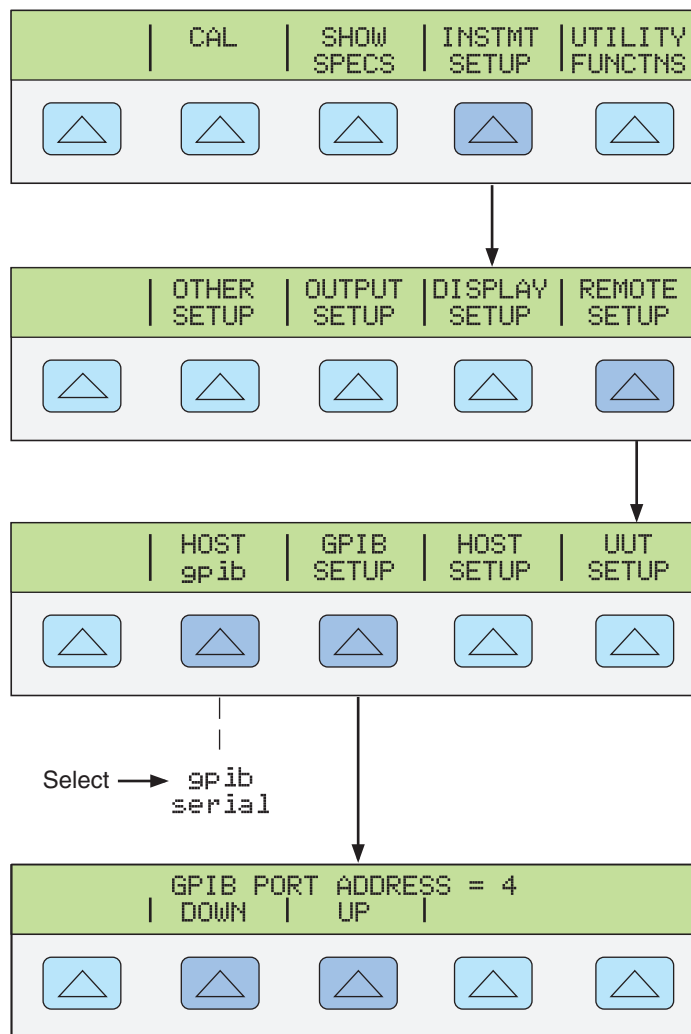
gok042.eps

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. Ее целью является выбор GPIB в качестве интерфейса и выбор адреса GPIB для интерфейса.

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.



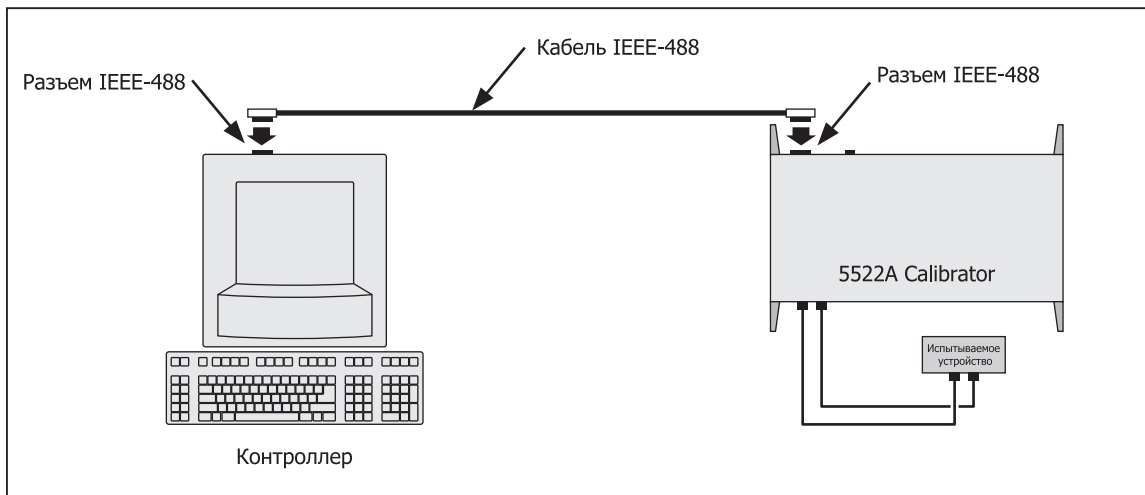
nn120f.eps

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 9, «Принадлежности») Типичное подключение показано на рисунке 5-3.

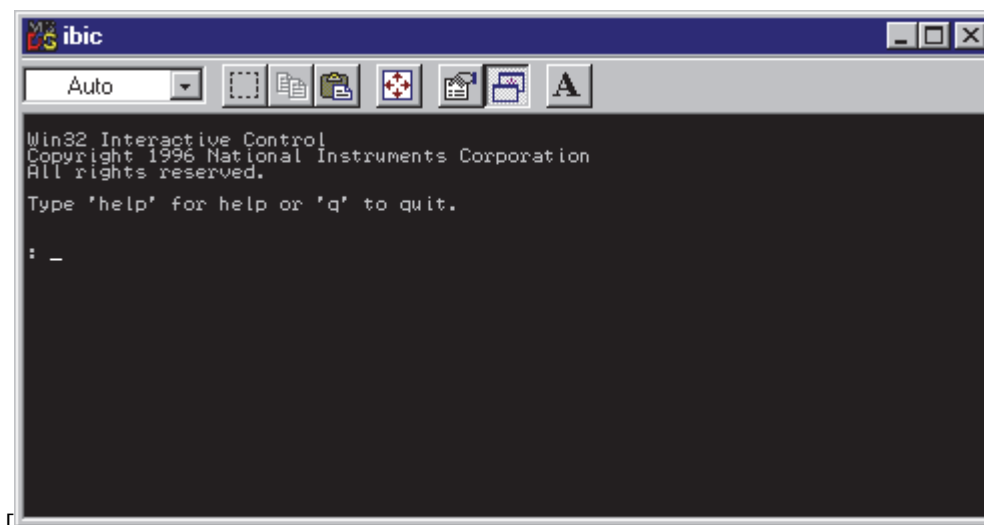


gok043.eps

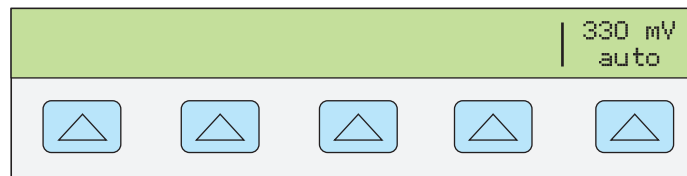
Рис. 5-3. Тестирование порта IEEE-488

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 9 "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 находится теперь в режиме дистанционного управления.
9. Выберите команду Local (Локальное) в меню Control (Управление) и нажмите OK в окне ввода параметров. Проследите, чтобы дисплей 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 Host для дистанционного управления

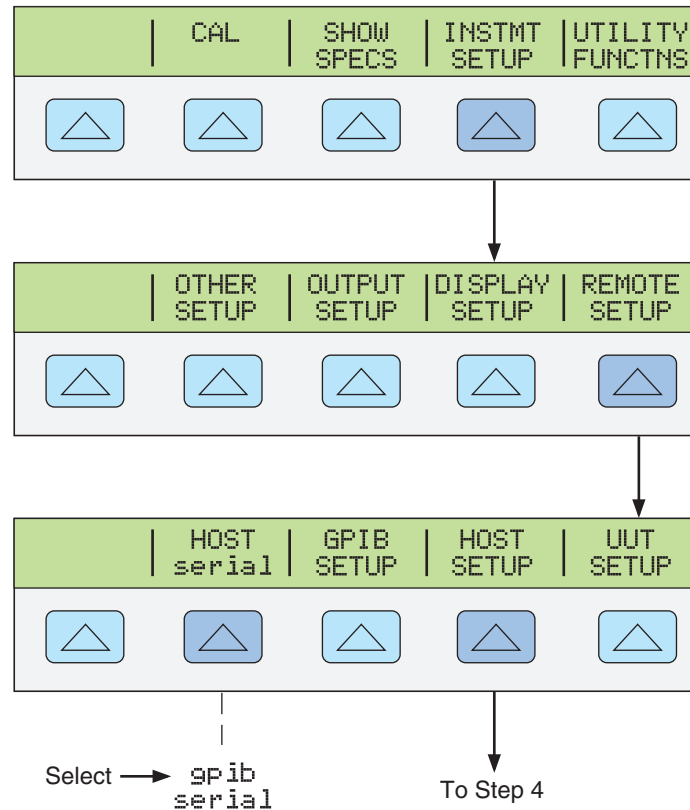
Калибратор полностью программируется по линии связи RS-232 с ПК через расположенный на задней панели порт SERIAL 1 FROM HOST (рисунок 5-2). Можно вводить отдельные команды с терминала, писать собственные программы, например, с помощью языков платформы Windows, таких как Visual Basic, или запускать предоставляемые по отдельному заказу Windows-программы Fluke, такие как 5500/CAL или 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

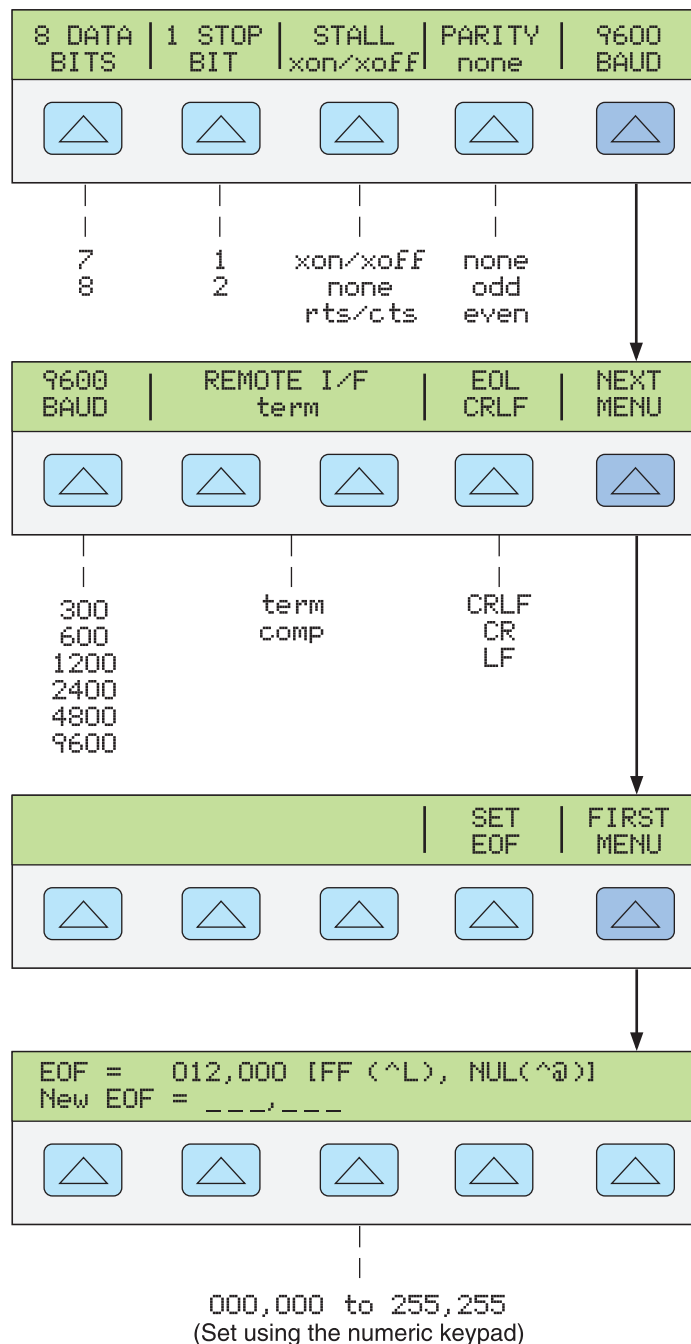
Для настройки порта SERIAL 1 FROM HOST выполните следующую процедуру. Выбранные здесь параметры RS-232 должны соответствовать параметрам настройки порта COM ПК. Стандартными заводскими значениями являются (показаны на дисплее внизу), 9600 бит/с, 8 бит данных, 1 стоп-бит и отсутствие проверки четности.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

1. 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. Чтобы выбрать последовательный порт для дистанционной работы, нажмите показанные ниже функциональные кнопки, затем перейдите к пункту 4.



nn121f.eps

4. Чтобы выбрать параметры последовательного порта Калибратора (HOST serial) 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».

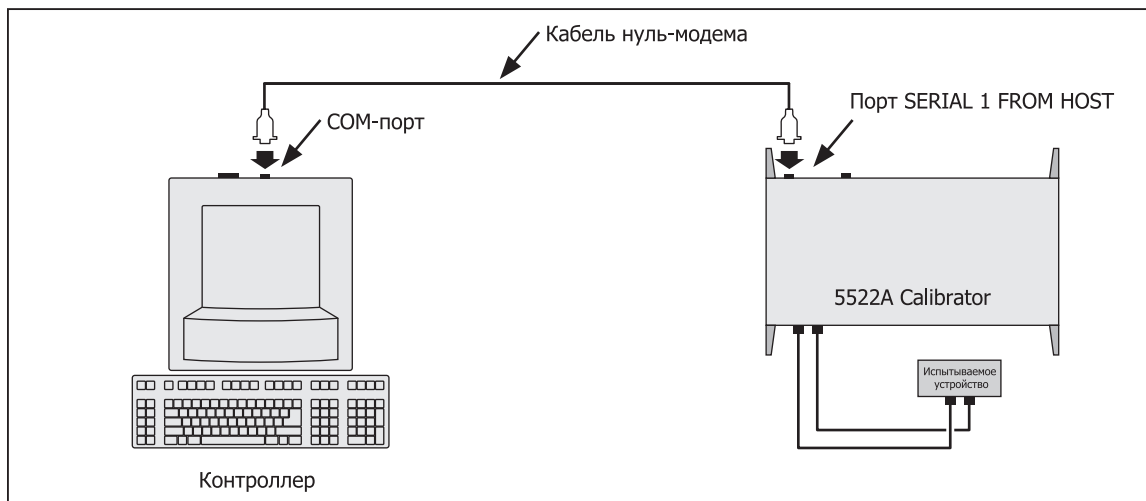


nn122f.eps

- 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 Калибратора RS-232 Host

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. Отметьте, что для подключения используется нуль-модемный кабель. (См. в Приложении С сведения о кабеле и разъемах RS-232.)



gok044.eps

Рис. 5-4. Тестирование порта Калибратора RS-232 Host

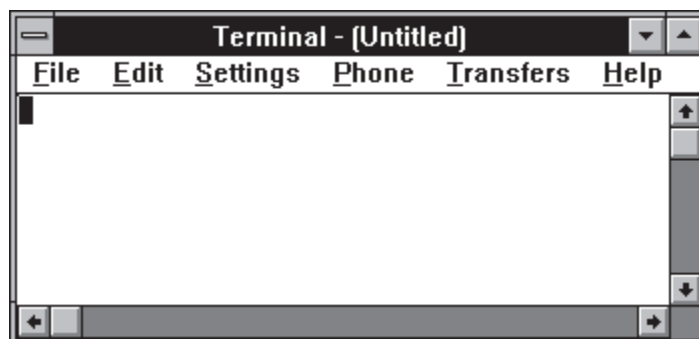
Terminal В этой процедуре используется утилита Terminal, поставляемая с Windows (или равноценная) для проверки работы порта Калибратора RS-232 Host. Для использования этого метода необходимо выбрать "term" в качестве "Remote I/F" на шаге 4 в процедуре настройки порта RS-232 Host.

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

Тестирование работы порта Калибратора RS-232 при помощи утилиты Terminal

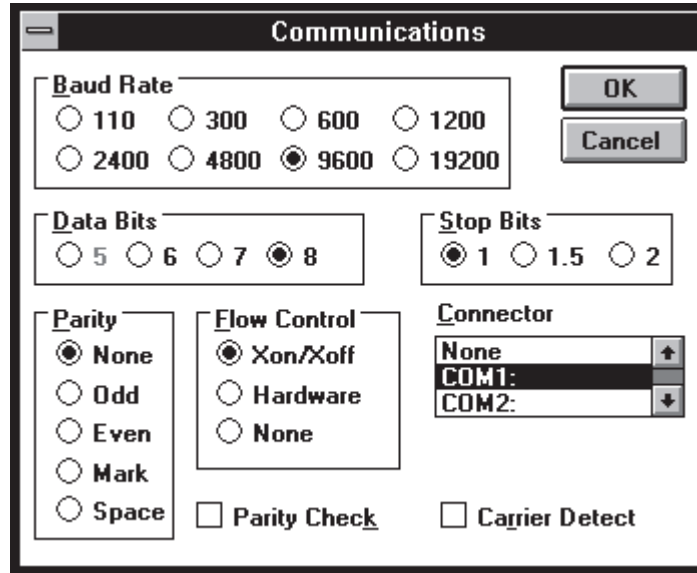
Выполните следующую процедуру для проверки работы порта Калибратора RS-232 Host при помощи утилиты Windows Terminal (или аналогичной).

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 C 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 противном случае перейдите к шагу 5.



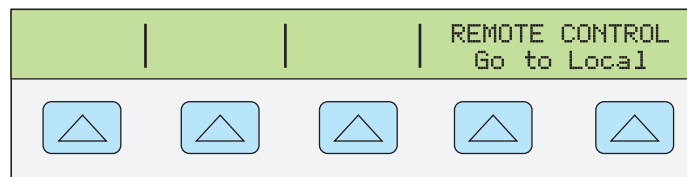
nn308f.bmp

5. Выберите команду Communications (Связь) в меню Setting (Настройка). Введите параметры RS-232, соответствующие выбранным для порта Калибратора. При использовании заводских установок Калибратора диалоговое окно связи с портом COM1 будет выглядеть, как показано на следующем рисунке. 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>. Проследите, чтобы дисплей Калибратора перешел в состояние REMOTE CONTROL (Дистанционное управление, см. ниже).



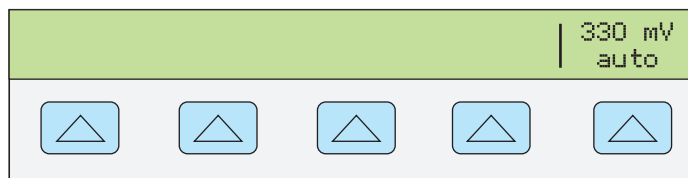
nn325f.eps

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 появляются бессмысленные символы, значит, параметры RS-232 выбраны неверно. Перейдите на шаг 4 процедуры настройки порта RS-232 Host для задания правильных параметров RS-232, затем повторите текущую процедуру, начиная 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. Он должен быть в нуль-модемной конфигурации, где линии RX и TX зарезервированы (см. Приложение C). Проверьте также подключение к правильному порту COM на ПК.

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.

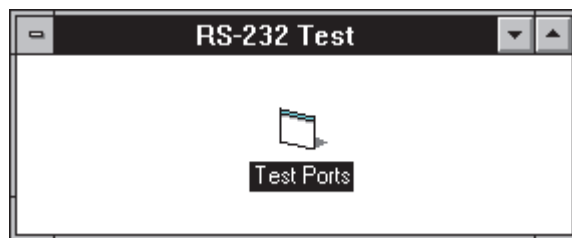
Совет: Чтобы сохранить параметры связи в утилите Terminal для дальнейшей работы, выберите Save (Сохранить) в меню File (Файл) и введите имя, например, host.trm.

Тестирование работы порта Калибратора RS-232 Host при помощи Visual Basic

Выполните следующую процедуру для проверки работы RS-232 (Host) при помощи языка программирования Visual Basic в среде Windows. В процедуре предполагается, что выполнены действия, описанные в Приложении D, «Создание тестовой программы на языке Visual Basic» для создания группы RS-232 Test.

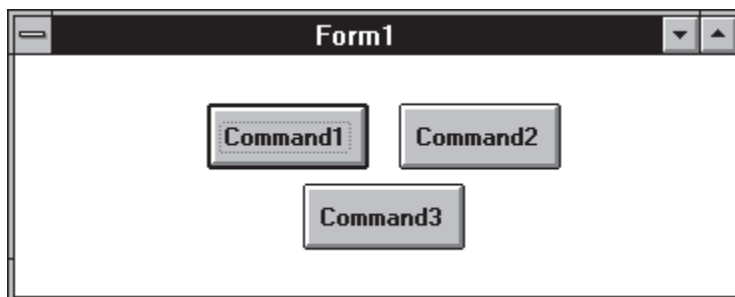
Выполните следующие действия для проверки работы RS-232 с использованием языка Visual Basic.

1. Выполните процедуру «Настройка порта RS-232 Host», описанную выше в этой главе, чтобы настроить Калибратор для работы с портом RS-232 Host. Запишите 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).



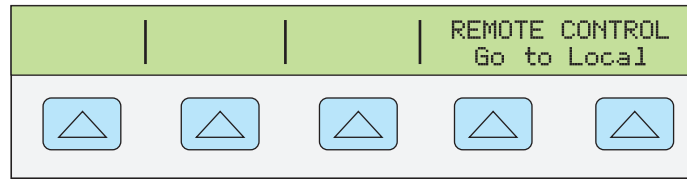
nn310f.bmp

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



nn311f.bmp

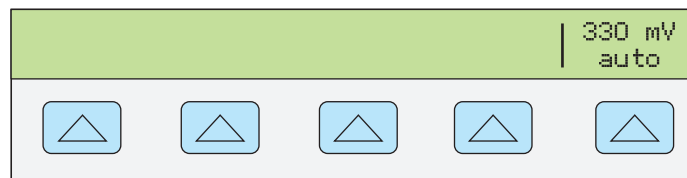
5. Проследите, чтобы дисплей Калибратора перешел в состояние REMOTE CONTROL (Дистанционное управление, см. ниже).



nn325f.eps

6. Нажмите кнопку Command2. Проследите, чтобы дисплей Калибратора вернулся обратно в состояние сброса (см. ниже).

(Кнопка Command3 используется для тестирования порта RS-232 UUT, см. далее в этой главе.)



nn323f.eps

7. Закройте программу, щелкнув верхний левый угол и далее "Close" (Заккрыть).

Настройка порта RS-232 UUT для дистанционного управления

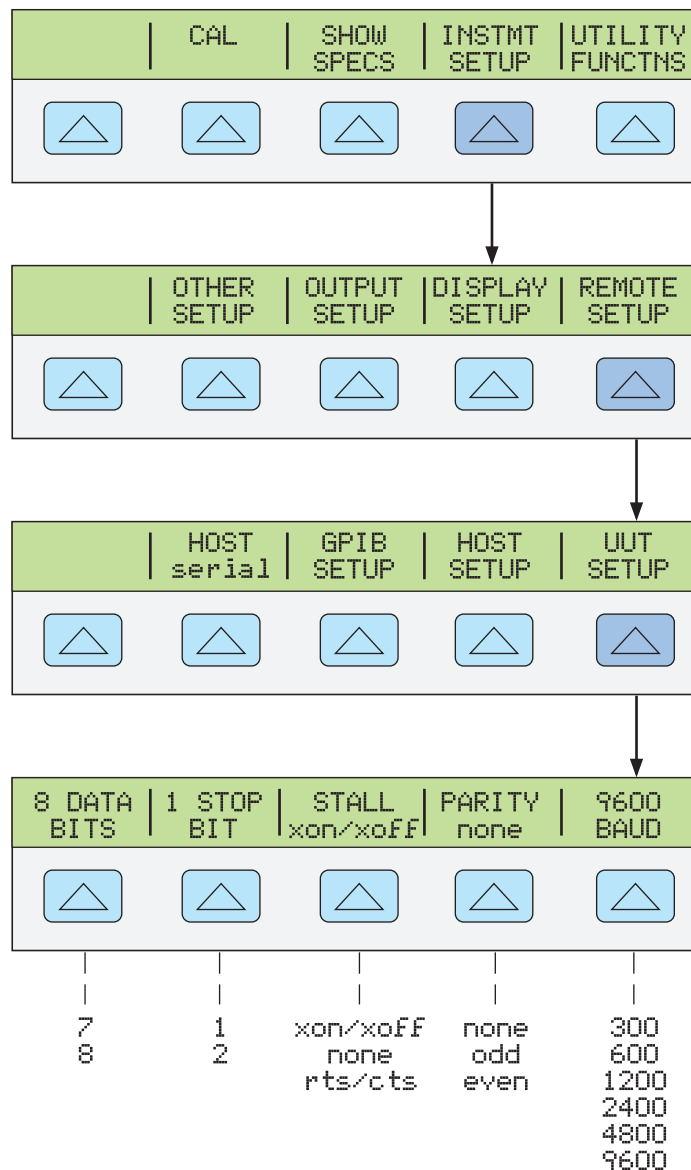
Последовательный порт SERIAL 2 TO UUT соединяет испытываемое устройство с ПК или терминалом через Калибратор (см. рисунки 5-1 и 5-2). «Транзитная» конфигурация устраняет необходимость в двух COM-портах на ПК или терминале. Команды UUT_* (см. Главу 6) служат для управления потоком данных через порт UUT.

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. Включите питание 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 Калибратора RS-232 UUT через порт Калибратора RS-232 Host.

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. Убедитесь, что для подключения UUT используется модемный кабель (НЕ нуль-модемный). (См. в Приложении С сведения о кабеле и разъемах RS-232.)

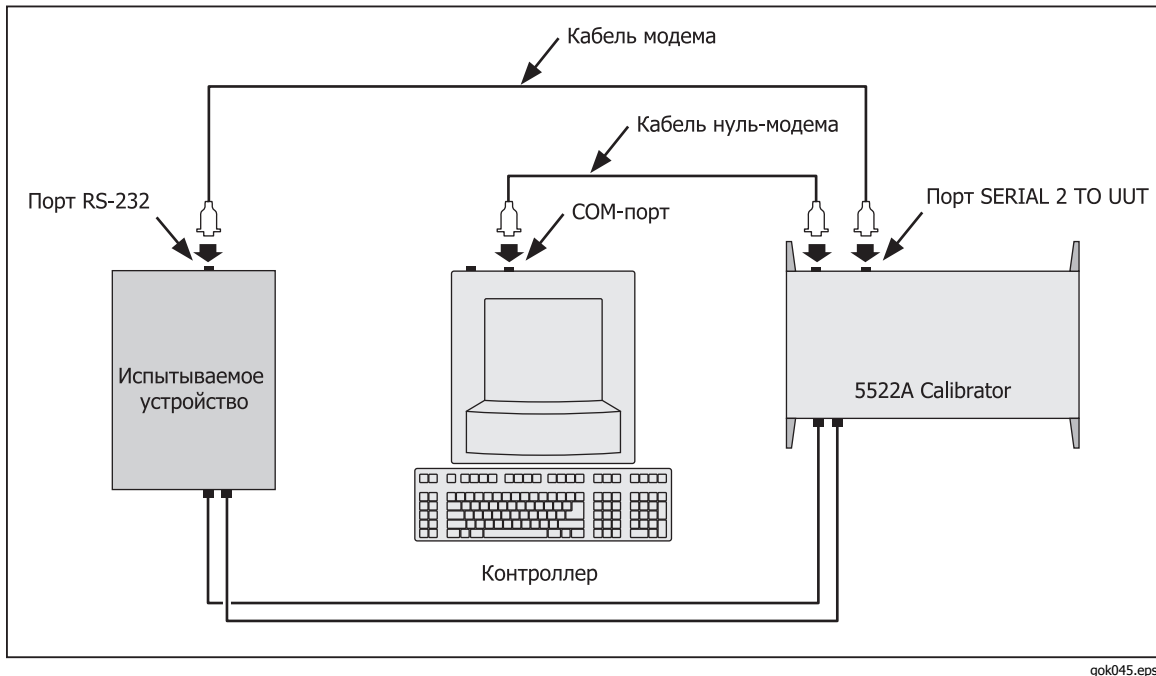


Рисунок 5-5. Тестирование порта Калибратора RS-232 UUT через порт RS-232 Host

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.

Тестирование работы порта Калибратора RS-232 UUT при помощи утилиты Terminal

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>. Наблюдайте отклик испытываемого устройства. Например, чтобы направить на испытываемое устройство команду REMS, используйте UUT_SEND "REMS\n" и нажмите <Enter>.

Обратите внимание на символ \n, означающий возврат каретки (CR) в качестве символа конца строки. Среди других возможных символов \r (перевод строки), \t (табуляция), \b (возврат) and \f (прогон страницы). Если для команд испытываемого устройства требуется символ конца строки, можно использовать один или несколько символов из вышеприведенных.

Символы UUT_SEND "<команда uut>" должны появляться по мере ввода. 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.

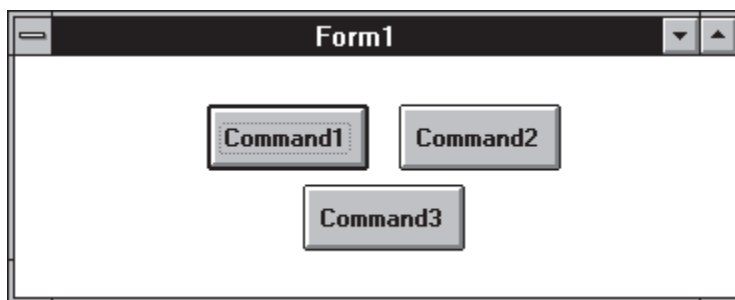
4. Если команда UUT не выполняется, перейдите на шаг 3 процедуры настройки порта RS-232 UUT для проверки параметров порта RS-232 UUT. Убедитесь также, что испытываемое устройство подключено по модемному кабелю, а не по нуль-модемному. Убедитесь, что у команды правильно введен(ы) символ(ы) конца строки, если это требуется.
5. По завершении проверки команд UUT выберите команду Exit (Выход) в меню File (Файл), чтобы закрыть утилиту Terminal.

Тестирование работы порта Калибратора RS-232 UUT при помощи Visual Basic

Выполните следующую процедуру для проверки работы RS-232 UUT через порт RS-232 Host при помощи тестовой программы на языке Visual Basic . В процедуре предполагается, что выполнены действия, описанные в Приложении D, "Создание тестовой программы на языке Visual Basic" для создания программы, используемой в этом тесте.

Выполните следующие действия для проверки работы RS-232 с использованием языка Visual Basic.

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 тестирование 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".



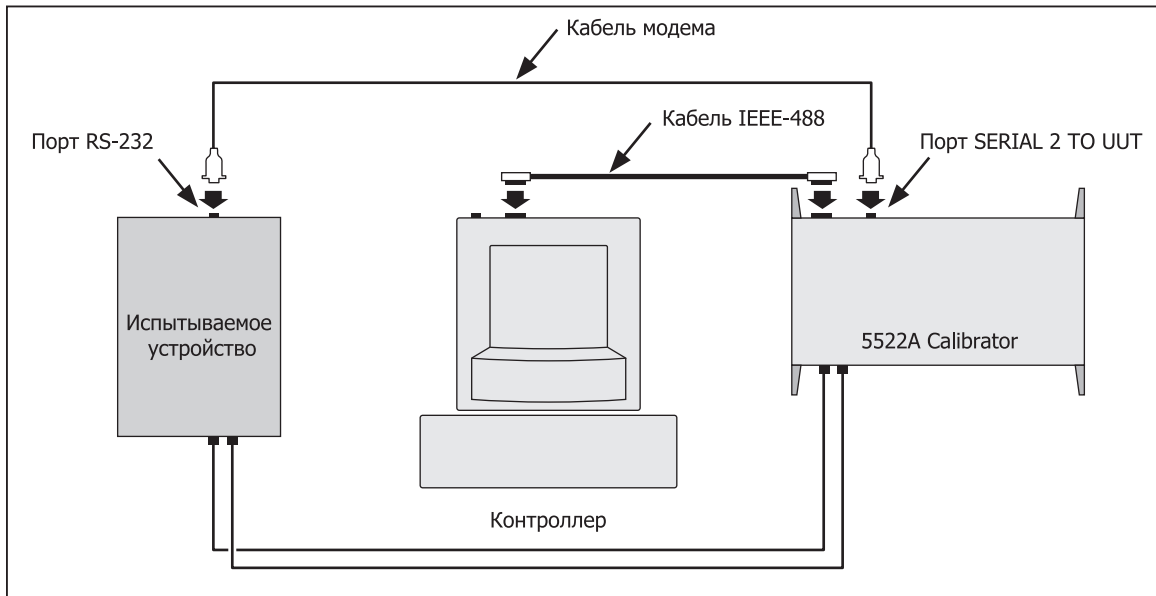
nn311f.bmp

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 (а не нуль-модемный) кабель. Проверьте программу Visual Basic, чтобы убедиться, что команды UUT введены правильно, в том числе, при его наличии, символ конца строки.

4. Закройте программу, щелкнув верхний левый угол и далее "Close" (Закреть).

Проверка порта RS-232 UUT через порт IEEE-488

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. Убедитесь, что для подключения UUT используется модемный кабель (НЕ нуль-модемный). (См. в Приложении С сведения о кабеле и разъемах RS-232.)

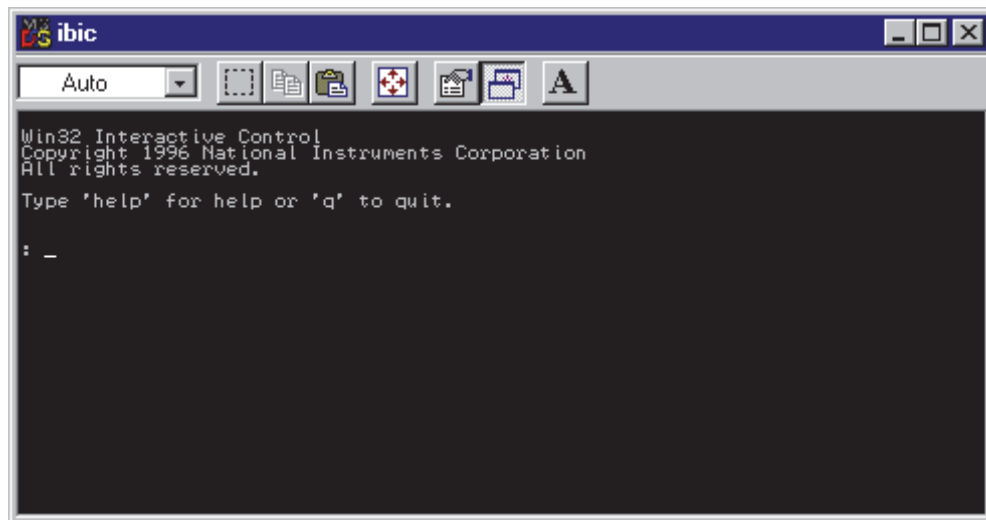


gok046.eps

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.

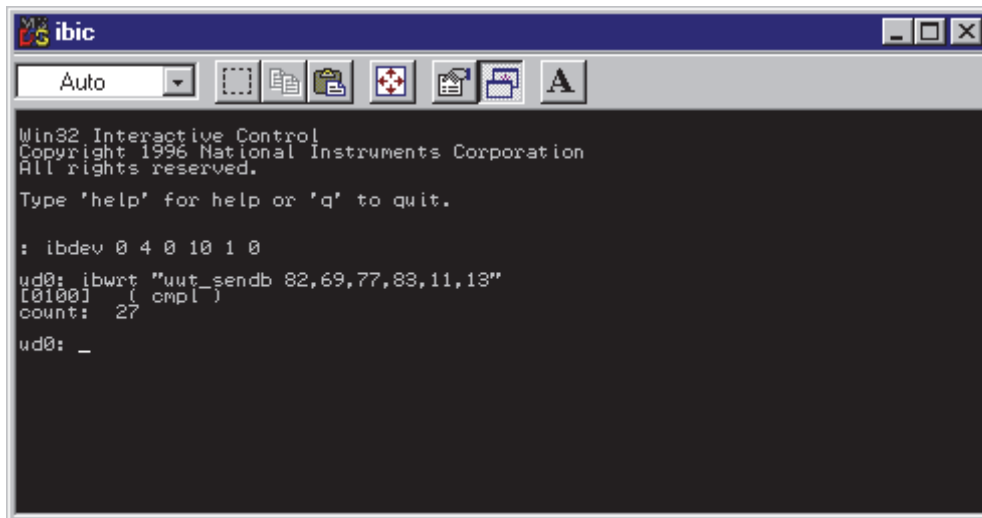
1. Выполните процедуру "Настройка порта IEEE-488", описанную выше в этой главе, чтобы настроить Калибратор для работы с GPIB.
2. Выполните тестирование порта IEEE-488 для подготовки порта Калибратора IEEE-488 к тестированию. Перед последним шагом вернитесь к этой процедуре и продолжите с указанного ниже 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 утилиты 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 "count" (подсчет) означает количество символов, посланных по шине.



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

Переход между дистанционным и автономным управлением

В дополнение к автономному режиму (работа с передней панели) и удаленному, Калибратор может быть переведен в автономный режим с блокировкой в любое время по команде контроллера. Все вместе режимы, автономный, дистанционный и блокировки, определяют четыре возможных состояния работы, описанных ниже.

Автономное состояние

Калибратор реагирует на локальные и дистанционные команды. Обычно это работа с передней панели. Разрешено выполнение всех дистанционных команд.

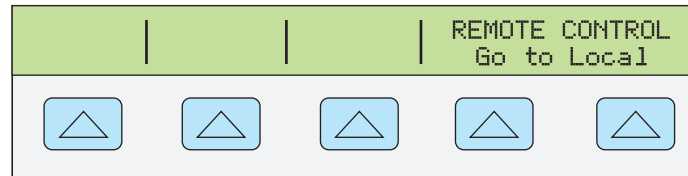
Автономное состояние с блокировкой

Автономное состояние с блокировкой аналогично автономному состоянию, за исключением того, что Калибратор при получении дистанционной команды переходит не в дистанционное состояние, а в дистанционное состояние с блокировкой.

Дистанционное состояние

Если Калибратор переводится в дистанционное состояние, либо по команде RS-232 REMOTE, либо через IEEE-488 по линии REN, он переходит в дистанционное состояние. 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:

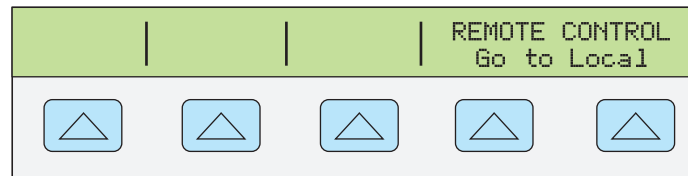


nn325f.eps

В левой части дисплея управления отображается информация в соответствии с текущей выходной функцией. Однако работа с передней панелью ограничена использованием выключателя питания и функциональными кнопками «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, 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. Однако работа с передней панелью ограничена только использованием выключателя 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. Интерфейс RS-232 обеспечивает последовательную передачу двоичных данных со скоростью от 300 до 9600 бит/с (выбирается) на расстояния до 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 Мбит/с, при максимальной суммарной длине соединительных кабелей 20 м. Длина одиночного 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 должна была бы отправляться как данные по интерфейсу IEEE-488 для перевода Калибратора в состояние дистанционного управления, но это не так ввиду того, что стандарты IEEE требуют отправки remote function на устройство в виде однострочного сообщения REN. 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. По линиям квитирования проводится контроль времени для 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. Линия SRQ используется устройствами для указания контроллеру на то, что им требуется 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 - Адресуемая команда DD - Аппаратно-зависимый
AD - Адрес (передача или прием) HS – Квитирование
UC - Универсальная команда SE – Вторичный
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	L A S S	D I O 8	D I O 7	D I O 6	D I O 5	D I O 4	D I O 3	D I O 2	D I O 1	D A	N R D	N D A	A T N	E O I	S R Q	I R E N	
ACG	Группа адресных команд	M	AC	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	AC	0	0	0	1	0	0	0					1				
GTL	Переход в автономный	M	AC	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 MSA-NOT)															
OTA	Другой адрес передачи	M	AD	(OTA = TAG MTA-NOT)															
PCG	Первичная группа команд	M	----	(PCG = ACG UCG LAG TAG)															
PPC	Настройка параллельного опроса	M	AC	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	AC	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	AC	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 основаны на стандарте 488.2, их можно использовать с интерфейсом IEEE-488 или RS-232, кроме некоторых специализированных команд RS-232, описанных в разделе "Команды только для RS-232". (Дополнительную информацию о структуре команд см. стандарт IEEE 488.2.)

Для получения дополнительной информации о командах, упомянутых в данной главе, см. Главу 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. (Настройка и тестирование каждого из режимов описаны выше в этой главе).

Режим IEEE-488 Режим IEEE-488 используется, когда Калибратор работает под управлением компьютерной программы. В этом режиме запрошенная 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?

Команда Калибратору на возврат строки идентификации прибора.

Команды запросов

Команды запросов запрашивают информацию, которая возвращается после выполнения команды или помещается в буфер до тех пор, пока не будет затребована. Примером одной из команд запроса, которые всегда заканчиваются знаком вопроса, является следующая:

RANGE?

возвращающая в Калибратор первичный и вторичный выходные сигналы.

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". (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 генерации 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.

Табл. 5-4. Интерфейсные сообщения IEEE-488 (полученные) (продолжение)

Мнемонический	Наименование	Функция
GET	Триггер выполнения группы	Включает измерение термопары 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. (См. 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 этого сообщения он отправляет следующий за адресованным байт состояния на приемник, независимо от команды.
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	Управляющая строка, которую любое устройство на шине может направить, чтобы обозначить, что оно требует внимания. См. подробнее в разделе "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. Необходимо обратить внимание на случаи, когда в объединенную команду входит какая-либо из связанных команд. (См. «Связанные команды».)

Связанные команды

Связанные команды – это две или более команд, входящих в составную команду (см. «Составные команды»), которые выполняют действия, могущие влиять друг на друга и тем самым вызвать неисправность. Связанные команды в командной строке 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, за исключением команд осциллографа, суть:

```
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. Обе команды WAVE и OUT являются связанными. Поэтому составная команда

WAVE TRI; OUT 10V, 1kHz

выполняется 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, за исключением команд осциллографа, суть:

CUR_POST	MULT	STBY
DBM	OLDREF	SYNCOUT
DC_OFFSET	OPER	TC_OFFSET
DPF	OUT	TC_OTCD
DUTY	PHASE	TC_REF
EARTH	PRES_UNIT	TC_TYPE
EXTGUARD	RANGELCK	TSENS_TYPE
HARMONIC	REFCLOCK	WAVE
INCR	REFPHASE	ZCOMP
LCOMP	*RST	
LOWS	RTD_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 5522A».)

Последовательные команды

Команды, которые выполняются немедленно, называются последовательными командами.

В Главе 6 последовательные команды отмечены флажком.

Большинство команд являются последовательными.

Команды, для выполнения которых необходим переключатель калибровки.

Следующие команды не выполняются, пока переключатель CALIBRATION на задней панели не установлен в положение ENABLE:

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

***PUD**

Попытка использовать любую из этих команд, когда переключатель CALIBRATION находится в положении NORMAL, приводит к помещению в очередь сообщения об ошибке. (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 килogerцах
MHZ	Частота в мегагерцах
UV	Напряжение в микровольтах
MV	Напряжение в милливольтх
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

Табл. 5-8. Единицы, допустимые в параметрах команды и ответных сообщениях (продолжение)

Единицы	Значение
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
PSI	Давление в фунтах на квадратный дюйм
MHG	Давление в миллиметрах ртутного столба
INHG	Давление в дюймах ртутного столба
INH2O	Давление в дюймах водяного столба
FTH2O	Давление в футах водяного столба
MH2O	Давление в метрах водяного столба
BAR	Давление в барах
PAL	Давление в паскалях
G/CM2	Давление в граммах на квадратный сантиметр
INH2O60F	Давление в дюймах водяного столба при 60 градусах Фаренгейта

Общие правила При использовании параметров соблюдаются следующие общие правила:

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. Указание слишком большого или слишком малого количества параметров вызывает ошибку команды.
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. Байтам данных предшествует символ #n и n-значное число. 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 вводятся в руководстве для ясности, и могут быть опущены по желанию. Между параметрами можно, по желанию, вставлять дополнительные пробелы или знаки табуляции. Дополнительные пробелы внутри параметра в общем случае недопустимы, за исключением пробелов между числами и соответствующими множителями или единицами. 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» ранее в этой главе.) Команды, посылаемые Калибратору, должны заканчиваться символом CR, LF или обоими. (См. вышеприведенную 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. Символы ASCII, десятичный код которых меньше 32 (пробел) отбрасываются, за исключением символов с кодами 10 (LF) и 13 (CR), а также аргументов команды *PUD. Блоки двоичных данных допускают все символы в аргументах и завершаются особым способом.

Синтаксис ответных сообщений

При описании команд в Главе 6, где целесообразно, дается описание ответных сообщений Калибратора. 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	Любые символы ASCII, включая разделительные кавычки. Пример: SRQSTR «SRQ from 5522A»; SRQSTR? ответ: «SRQ from 5522A»
Символьные данные ответа (CRD)	Этот тип ответа всегда представляет собой ключевое слово. Например: OUT 10V, 100HZ; FUNC? ответ: ACV
Неопределенный ASCII (IAD)	Любые 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 5522А

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. Остальные являются специфическими 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 любых 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 для получения дополнительной информации.)

Байт состояния последовательного опроса (STB)

Калибратор посылает байт состояния последовательного опроса (STB) при ответе на последовательный опрос. Этот байт сбрасывается (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.

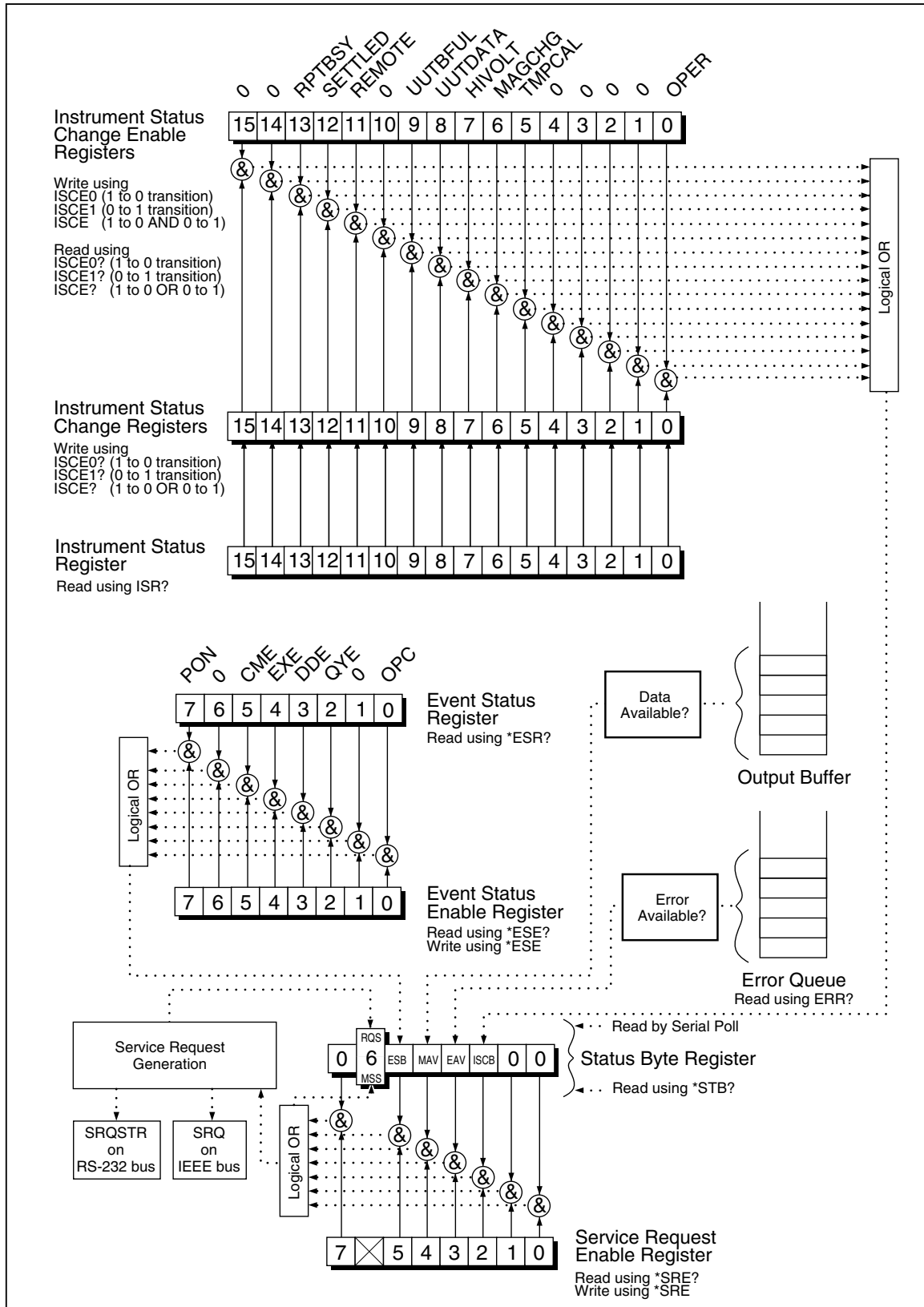


Рисунок 5-8. Описание регистра состояния

nn317f.eps

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

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 5522A устанавливает линию управления SRQ на интерфейс IEEE-488. Можно выполнить последовательный запрос для считывания этого бита, чтобы увидеть, является ли 5522A 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 5522A.
EAV	Имеется ошибка. Произошла ошибка и код ошибки можно прочитать из очереди ошибок с помощью запроса ERR?.
OPER	Один или более битов разрешения ISCR установлены в 1.

gok035.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 MSS 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 обслуживание (SRE) активирует 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

Путем сброса (в 0) битов регистра SRE, можно замаскировать (закрыть) 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 5522A
30 A% = SPL(6)                 ! ВЫПОЛНИТЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ОПРОС
40 IF ((A% AND 72%)=0%) THEN PRINT "EAV and RQS should have been set"
50 PRINT @6, "STB?"           ! ПОЛУЧИТЬ БАЙТ
60 INPUT @6, A%
70 IF ((A% AND 8%)=0%) THEN PRINT "EAV should have been set"
```

Регистр состояния события (ESR)

Регистр состояния события представляет собой двухбайтный регистр, в котором верхние 8 бит всегда 0, а нижние 8 бит представляют разные состояния Калибратора. Регистр ESR сбрасывается (в 0) при включении питания и каждый раз при считывании.

Многие дистанционные команды требуют параметров. Неправильное использование параметров приводит к ошибкам при выполнении команды. 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 активировать или деактивировать (маскировать) каждый бит в ESR. Когда бит ESE установлен в 1, соответствующий бит в ESR открыт. Когда любой 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 устройство-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.

Рисунок 5-10. Регистр состояния события (ESR) и разрешения состояния события (ESE) gok048.eps

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. Следующая программа-пример на языке BASIC возвращает содержимое обоих регистров:

```

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 A и B в двоичную форму, позволяя считывать состояние регистров. Например, если A 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. Это реализовано в следующем примере программы путем проверки состояния бита CME и его переключения на 1.

10 ! ПРОГРАММА УСТАНОВЛИВАЕТ 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, в том числе к некоторой информации, предоставляемой оператору на дисплее и на индикаторах в ходе автономной работы.

Регистры изменения состояния прибора

Имеется два регистра, предназначенных для контроля за изменениями в регистре ISR. Это регистры ISCR0 (регистра изменения состояния прибора из 1 в 0) и ISCR1 (регистра изменения состояния прибора из 0 в 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.

gok049.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?. Калибратор в ответ посылает десятичное число, которое представляет биты с 0 по 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 ! УЧИТЕ, ЧТО КОМАНДА ISCR? СБРАСЫВАЕТ СОДЕРЖИМОЕ ISCR
30 PRINT @6, "ISR?"           ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО ISR
40 INPUT @6, A%               ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА ИЗ 5522A
50 PRINT @6, "ISCR0?"         ! ЗАПРОС И СБРОС СОДЕРЖИМОГО ISCR0
60 INPUT @6, B%               ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА ИЗ 5522A
70 PRINT @6, "ISCE0?"         ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО ISCE0
80 INPUT @6, C%               ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА ИЗ 5522A
90 PRINT @6, "ISCR1?"         ! ЗАПРОС И СБРОС СОДЕРЖИМОГО ISCR1
100 INPUT @6, D%              ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА ИЗ 5522A

```

```

70 PRINT @6, "ISCE1?"      ! ЗАПРОС СОДЕРЖИМОГО ISCE1
80 INPUT @6, E%             ! ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРА ИЗ 5522A
90 PRINT "ISR = ";A%        ! ВЫВОД ISR
100 PRINT "ISCR0 = ";B%     ! ВЫВОД ISCR0
110 PRINT "ISCE0 = ";C%     ! ВЫВОД ISCE0
100 PRINT "ISCR1 = ";D%     ! ВЫВОД ISCR1
110 PRINT "ISCE1 = ";E%     ! ВЫВОД ISCE1
120 END

```

Преобразует содержимое возвращаемых переменных в бинарную форму, позволяя считывать состояние прибора. Например, если регистр содержит 128, то его двоичный эквивалент: 00000000 10000000. Поэтому 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 по мере поступления запросов и сохраняет 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? . (Список сообщений об ошибках см. в Приложении Е.) Для расшифровки кода ошибки существует команда EXPLAIN?, которая возвращает описание кода ошибки. После чтения первой ошибки с помощью команды ERR? 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 может содержать до 16 записей. При появлении большого числа ошибок, только первые 15 ошибок сохраняются в очереди. 16-я запись всегда 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, факсации диапазона и калибровки Калибратора. Фрагменты программ написаны на языке DOS BASIC.

Указания 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). Использование следующих указаний по программированию позволит получить на выходе требуемое 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, даже 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.

Программа контроллера сначала должна инициализировать интерфейс и Калибратор. Пример программы:

```
10 INIT PORT 0 \ REMOTE @6      ! ПЕРЕВОДИТ КАЛИБРАТОР 5522A В ДИСТАНЦИОННЫЙ РЕЖИМ
20 PRINT @6, "*RST;OUT 10V;OPER" ! СБРАСЫВАЕТ КАЛИБРАТОР 5522A, ПРОГРАММИРУЕТ ЕГО В
```

Если требуется использовать SRQ, сначала необходимо при помощи команд *SRE, *ESE и ISCE активировать необходимое событие. См. «Проверка состояния Калибратора 5522A».

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 "Function is: "; A$
230 PRINT @6, "ONTIME?"        ! ПОЛУЧИТЬ В ОПРЕДЕЛЕННЫЙ МОМЕНТ
240 INPUT LINE @6, A$
250 PRINT "The instrument has been on for "; A$;" minutes"
```

В этом примере программа генерирует следующий результат:

```
Function is: DCV
The instrument has been on for 134 minutes
```

Проверка ошибок в программе как в следующем примере. 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, приспособив 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 5522A».

```

10 INIT PORT0                      ! IFC шина
20 CLEAR PORT0                     ! DCL шина
30 ! ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТЧИКА SRQ ПРИБОРА 5522A
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 5522A
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 5522A
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 измерителя 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
50 PRINT @1, "OUT 10 V ; OPER; " ! УСТАНОВКА КАЛИБРАТОРА 5522A 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 5522A
80 PRINT @1, "**TRG;VAL?"           ! ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ 45 НА ИЗМЕРЕНИЕ
90 INPUT @1, VM                     ! ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ С 45
100 ER = ABS(V - VM)/V * 1E6         ! ОШИБКА ВЫЧИСЛЕНИЯ
110 PRINT "5522 OUTPUT: ";V;U$      ! ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ
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 5522A НА 10 В ПОСТ.ТОКА
80 PRINT @4, "*WAI; OUT?" ! ОЖИДАНИЕ УСТАНОВКИ, ПОЛУЧЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ
90 PRINT @4, "V,U$,F,V2,U2$" ! ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ С КАЛИБРАТОРА 5522A
100 PRINT @4, "UUT_SEND `*TRG; VAL?\n" ! ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ FLUKE 45
110 PRINT @4, "UUT_RECV?" ! ОТПРАВКА ПОКАЗАНИЙ 45 НА 5522A
120 INPUT @4, VM, P$ ! ПОЛУЧЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ 45 И ПОДСКАЗКА
130 ER = ABS (V - VM)/V * 1E6 ! ОШИБКА ВЫЧИСЛЕНИЯ
140 PRINT "5522 OUTPUT: ";V;U$ ! ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ
150 PRINT "FLUKE 45 MEASURED: ";ER;"PPM" ! ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ
160 END

```

Использование *OPC?, *OPC и *WAI

Команды *OPC?, *OPC и *WAI позволяют контролировать порядок выполнения команд, во избежание опережения их последующими командами.

Если была отправлена команда OUT, можно проверить, был ли выход установлен на отправку запроса *OPC?. По завершении команды OUT (выход установлен) в выходном буфере появляется "1". После команды *OPC? всегда должна идти команда чтения. Команда чтения вызывает приостановку выполнения программы, пока адресуемый прибор отвечает. В следующем примере программы показано, как использовать *OPC?.

```

10 PRINT @4, "OUT 100V,1KHZ;OPER; *OPC?" ! АДРЕС 5522A – 4
20 INPUT @4, A ! СЧИТЫВАНИЕ "1" С 5522A
30 ! ПРОГРАММА ОСТАНАВЛИВАЕТСЯ ЗДЕСЬ, ПОКА В ВЫХОДНОЙ БУФЕР НЕ БУДЕТ ВВЕДЕНА "1"
40 PRINT "OUTPUT SETTLED"

```

Команда *OPC аналогична запросу *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. Простым примером использования *OPC является включение его в программу для генерации запроса на обслуживание SRQ. Затем обработчик SRQ, вписанный в программу, может обнаружить условие завершения операции и ответить соответствующим образом. Команду *OPC можно использовать аналогично *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 5522A – 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 переводит Калибратор в состояние ожидания до завершения всех предыдущих команд перед переходом к следующей команде, и не выполняет никаких других действий. Использование команды *WAI удобно для приостановки работы до завершения выполнения предыдущих команд. В следующем примере программы показано, как использовать *WAI.

```

10 REMOTE
20 PRINT @4, "OUT 100V,1KHZ;OPER;*WAI" ! АДРЕС 5522A – 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
```

Измерение при помощи термопары

Следующая программа выполняет 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 5522A, режим измерения с термопарой
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
```

Измерение давления

Следующая программа выполняет одно измерение давления 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 5522A, режим измерения давления
110 PRINT @6, "*RST; PRES_MEAS "
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. Есть семь специальных команд UUT_*, встроенных в Калибратор, для передачи команд на прибор, подключенный 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 хранит до 350 байт данных и работает по принципу "первый вошел, первый вышел".

IEEE-488 Калибратор обрабатывает 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 этой главе описаны дистанционные команды IEEE-488/RS-232 Калибратора (далее «Калибратор»). Дистанционные команды дублируют действия, которые могут быть выполнены с передней панели в автономном режиме. Следом за сводной таблицей 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

В таблицах 6–1 – 6-11 перечислены и описаны наборы команд Калибратора.

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?	Возвращает содержимое регистра разрешения состояния события.
*ESR?	Возвращает содержимое регистра состояния события и очищает его.
*IDN?	Запрос идентификации. Возвращает номер модели прибора, серийный номер, версию встроенной программы основного ЦП и ЦП передней панели и внутренней PGA.
*OPC	Позволяет установить в бите 0 (OPC сокращенно «Operation Complete») регистра состояния события значение 1, после завершения всех отложенных операций устройства.
*OPC?	Возвращает 1 после завершения всех отложенных операций. Эти команды позволяют приостановить выполнение программы до завершения всех операций. (См. также *WAI.)
*OPT?	Возвращает список неустановленных аппаратных и программных модулей.
*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?	Возвращает 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?	Возвращает байт из регистра разрешения запроса на обслуживание.
*STB?	Возвращает байт состояния.
*TRG	Изменяет режим работы на измерение термопарой (MEASURE), запускает измерение и возвращает результат измерения. Эта команда эквивалентна отправке "TC_MEAS;*OPC;VAL?".
*TST?	Начинает последовательность самодиагностики, затем возвращает «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	Прерывает дальнейшее выполнение дистанционных команд до тех пор, пока все предыдущие дистанционные команды не будут выполнены.

Таблица 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?	Возвращает параметры поля редактирования.
ERR_REF	Выбирает эталонный источник погрешности
ERR_REF?	Возвращает ранее выбранный эталонный источник погрешности
ERR_UNIT	Определяет способ отображения погрешности испытываемого устройства.
ERR_UNIT?	Возвращает текущее 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?	Возвращает погрешность испытываемого устройства после подстройки выходного сигнала командой INCR.
REFOUT?	Возвращает 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?	Возвращает активные клеммы для воспроизведения выходного тока.
EARTH	Замыкает или размыкает внутренний контакт между защитным заземлением и заземлением корпуса (шасси).
EARTH?	Возвращает замкнутое или разомкнутое состояние внутреннего контакта между защитным заземлением и заземлением корпуса (шасси).
EXTGUARD	Подсоединяет внутренний защитный экран к клемме LO или отсоединяет его.
EXTGUARD?	Возвращает замкнутое или разомкнутое состояние контакта между внутренним защитным экраном и заземлением корпуса (шасси).
LOWS?	Возвращает, разомкнуты или замкнуты внутри между собой нижние клеммы.
LOWS	Позволяет размыкать или замыкать внутри между собой нижние клеммы в режиме воспроизведения двух сигналов.
PRES_UNIT	Устанавливает единицы давления.
PRES_UNIT?	Возвращает единицы давления.
RTD_TYPE	Задаёт тип термометра сопротивления (RTD)

Табл. 6-3. Команда внешнего подключения (продолжение)

Команда	Описание
RTD_TYPE?	Возвращает 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?	Возвращает источник и величину температуры, используемой в качестве опорной для моделирования термопары и для измерения.
TC_TYPE	Задаёт тип термопары (TC).
TC_TYPE?	Возвращает тип термопары (TC).
TSENS_TYPE	Задаёт тип датчика температуры, когда выход установлен на температуру командой OUT.
TSENS_TYPE?	Возвращает тип датчика температуры.

Табл. 6-4. Команды осциллографа

Команды	Описание
OL_TRIP?	Возвращает обнаруженное состояние защиты осциллографа от перегрузки.
OUT_IMP	Задаёт выходной импеданс SCOPE BNC.
OUT_IMP?	Возвращает выходной импеданс SCOPE BNC.
RANGE	Задаёт диапазон Калибратора в режимах осциллографа OVERLD, PULSE и MEASZ.
SCOPE	Устанавливает на выходе Калибратора режим осциллографа.
SCOPE?	Возвращает текущий режим осциллографа.
TDPULSE	Активирует или деактивирует пусковую схему генератора туннельного диода для режима –SC600 EDGE.
TDPULSE?	Возвращает состояние активности или неактивности пусковой схемы генератора туннельного диода для режима –SC600 EDGE.
TLIMIT	Задаёт временной предел для продолжения действия режима –SC600 OVERLD.
TLIMIT?	Возвращает 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?	Возвращает 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?	Возвращает значение временной отметки сигнала для режима MARKER.
TRIG	Задаёт частоту сигнала в TRIG OUT BNC.
TRIG?	Возвращает частоту сигнала в TRIG OUT BNC.
VAL?	Возвращает последние измеренные значения для термопары и давления или, в режиме –SC600 импеданса.
VIDEOFMT	Выбирает формат для режима VIDEO.
VIDEOFMT?	Возвращает формат в режиме VIDEO.
VIDEOMARK	Задаёт местоположение отметки на линии развертки в режиме VIDEO.

Табл. 6-4. Команды осциллографа (продолжение).

Команды	Описание
VIDEOMARK?	Возвращает местоположение отметки на линии развертки в режиме VIDEO.
ZERO_MEAS	Обнуляет модуль измерения давления или задает смещение нуля для измерения емкости с использованием -SC600.
ZERO_MEAS?	Возвращает смещение нуля для модуля измерения давления или для измерения емкости с использованием -SC600.

Табл. 6-5. Выходные команды

Команда	Описание
CFREQ?	Возвращает оптимальную частоту тока возбуждения для режима измерения емкости.
DBMZ	Устанавливает полное сопротивление для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).
DBMZ?	Возвращает 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?	Возвращает коэффициент сдвига мощности (угол сдвига фаз) между сигналами на клеммах NORMAL и AUX.
DUTY	Задаёт коэффициент заполнения для прямоугольного выходного сигнала.
DUTY?	Возвращает коэффициент заполнения для прямоугольного выходного сигнала.
FUNC?	Возвращает 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?	Возвращает положения гармоник и основной частоты для текущего прибора.
LCOMP	Включает или отключает компенсацию индуктивной нагрузки для выходного сигнала переменного тока.
LCOMP?	Возвращает состояние компенсации индуктивной нагрузки для выходного сигнала переменного тока, включена или выключена.
OPER	Если Калибратор находился в режиме ожидания, активизирует воспроизведение выходного сигнала.
OPER?	Возвращает в каком режиме, рабочем или ожидания, находится Калибратор.
OUT	Устанавливает выходной сигнал Калибратора и новое эталонное значение для режима погрешности.
OUT?	Возвращает 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?	Возвращает разность фаз между клеммами NORMAL и AUX.
POWER?	Возвращает эквивалентную мощность выходного сигнала мощности постоянного и переменного тока.
RANGE?	Возвращает текущие диапазоны выходных сигналов.
RANGELCK	Фиксирует текущий диапазон или устанавливает режим автоматического выбора диапазона.
RANGELCK?	Возвращает, зафиксирован или нет текущий диапазон выходного сигнала.

Табл. 6-5. Выходные команды (продолжение).

Команда	Описание
REFCLOCK	Задаёт источник сигнала системных часов (внутренний или через 10 МГц разъем IN BNC).
REFCLOCK?	Возвращает источник сигнала системных часов (внутренний или через 10 МГц разъем IN BNC).
REFPHASE	Если два калибратора синхронизированы с использованием входа/выхода 10 МГц, то задается разность фаз между клеммами NORMAL ведомого Калибратора и клеммами NORMAL ведущего Калибратора.
REFPHASE?	Если два калибратора синхронизированы с использованием входа/выхода 10 МГц, то возвращается разность фаз между клеммами NORMAL ведомого Калибратора и клеммами NORMAL ведущего Калибратора.
STBY	Переводит Калибратор в ждущий режим.
SYNCOUT	Посылает синхроимпульс на ведомый Калибратор через разъем 10 МГц OUT BNC.
WAVE	Задаёт форму сигнала на выходе переменного тока.
WAVE?	Возвращает форму сигнала на выходе.
ZCOMP	Включает или отключает (2-проводную или 4-проводную) компенсацию импеданса.
ZCOMP?	Возвращает состояние (включена или выключена) компенсации импеданса, и если она включена, то какого типа.

Табл. 6-6. Команды измерения давления

Команда	Описание
DAMPEN	Включает или отключает усреднение показаний давления.
DAMPEN?	Возвращает активность или неактивность режима усреднения давления.
PRES?	Запрашивает модель и серийный номер подсоединенного модуля измерения давления.
PRES_MEAS	Переключает режим работы на измерение давления.
VAL?	Возвращает последние измеренные значения для термопары и давления или, в режиме -SC600, импеданса.
ZERO_MEAS	Обнуляет модуль измерения давления или задает смещение нуля для измерения емкости с использованием -SC600.
ZERO_MEAS?	Возвращает смещение нуля для модуля измерения давления или для измерения емкости с использованием -SC600.

Табл. 6-7. 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.

Табл. 6-7. Команды порта RS-232 Host (продолжение)

Команда	Описание
SPLSTR?	Возвращает 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?	Возвращает запрограммированную строку ответа на SRQ для последовательного режима.
UUT_RECVB?	Возвращает 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. 6-8. Команды порта RS-232 UUT

Команда	Описание
UUT_FLUSH	Очищает приемный буфер UUT.
UUT_RECV?	Возвращает данные с последовательного порта UUT.
UUT_RECVB?	Возвращает 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?	Возвращает UUT-параметры связи по последовательному порту, сохраненные в энергонезависимой памяти.

Табл. 6-9. 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?	Возвращает 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?	Возвращает 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.
PRES_UNIT_D	Задаёт значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для единиц индикации давления.
PRES_UNIT_D?	Возвращает значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для единиц индикации давления.
REFCLOCK_D	Задаёт значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для источника сигнала системных часов (внутренний или через 10 МГц разъем IN BNC).

Табл. 6-9. Команды настройки и утилиты

Команда	Описание
REFCLOCK_D?	Возвращает значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для источника сигнала системных часов (внутренний или через 10 МГц разъем IN BNC).
REFPHASE_D	Если два калибратора синхронизированы с использованием входа/выхода 10 МГц, то задается значение по умолчанию при включении питания и при сбросе для разности фаз между клеммами NORMAL ведомого Калибратора и клеммами NORMAL ведущего Калибратора.
REFPHASE_D?	Если два калибратора синхронизированы с использованием входа/выхода 10 МГц, то возвращает значение по умолчанию при включении питания и при сбросе для разности фаз между клеммами NORMAL ведомого Калибратора и клеммами NORMAL ведущего Калибратора.
RTD_TYPE_D	Задаёт тип термометра сопротивления (RTD) по умолчанию.
RTD_TYPE_D?	Возвращает тип термометра сопротивления (RTD) по умолчанию.
SP_SET	Устанавливает HOST-параметры связи по последовательному порту и сохраняет их в энергонезависимой памяти.
SP_SET?	Возвращает HOST-параметры связи по последовательному порту, сохранённые в энергонезависимой памяти.
TC_TYPE_D	Задаёт значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для типа термопары.
TC_TYPE_D?	Возвращает 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?	Возвращает 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?	Возвращает значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для временного предела для продолжения действия режима –SC600 OVERLD.
UNCERT?	Возвращает заданные неопределённости для текущего выходного сигнала. При отсутствии заданных значений для выходного сигнала, возвращает ноль.

Таблица 6–10. Команды состояния

Команда	Описание
ERR?	Возвращает код первой ошибки с объяснением, содержащейся в очереди ошибок Калибратора, затем удаляет этот код ошибки из очереди.
EXPLAIN?	Объясняет значение кода ошибки. Эта команда возвращает строку, которая содержит объяснение кода ошибки, переданного в конце команды как параметр.
FAULT?	Возвращает код первой ошибки, содержащейся в очереди ошибок Калибратора, затем удаляет эту ошибку из очереди.
FUNC?	Возвращает 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?	Возвращает 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.

Табл. 6–10. Команды состояния (продолжение).

Команда	Описание
ISCE0?	Возвращает 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?	Возвращает содержимое регистра разрешения изменения состояния прибора из 0 в 1.
ISCR?	Возвращает 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?	Возвращает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 1 в 0.
ISCR1?	Возвращает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 0 в 1.
ISR?	Возвращает содержимое регистра состояния прибора.
ONTIME?	Возвращает время, прошедшее с момента последнего включения Калибратора.

Табл. 6-11. Команды измерения для термопары (TC)

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?	Возвращает смещение по температуре для режима измерения при помощи термопары.
TC_OTCD?	Возвращает, установлено или нет обнаружение разомкнутой цепи термопары.
TC_OTCD	Активирует или деактивирует обнаружение разомкнутой цепи термопары в режиме измерения при помощи термопары.
VAL?	Возвращает последние измеренные значения для термопары и давления или, в режиме –SC600, импеданса.
VVAL?	Возвращает последний результат измерения при помощи термопары в вольтах.

Команды

Далее следует алфавитный список всех команд и запросов Калибратора, в том числе общие команды 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.

Применимость IEEE-488 (GPIB) и RS-232 ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 У каждой команды и у каждого запроса имеется флажок, обозначающий применимость к дистанционному управлению через IEEE-488 (универсальная интерфейсная шина, или GPIB) или 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, требующие

дополнительного времени для выполнения, называются перекрывающимися командами потому, что они перекрываются следующей командой до того, как заканчивается их выполнение. Чтобы не допустить прерывания перекрывающейся команды во время выполнения, используйте команды *OPC, *OPC? и *WAI для определения того, завершилось ли выполнение команды. 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, таким образом, к отказу. Дополнительную информацию см. в разделе «Связанные команды» Главы 5.

CFREQ? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос частоты для измерения емкости) Возвращает оптимальную частоту тока возбуждения при измерении или калибровке на емкостном выходе.

Ответ: <значение> оптимальной частоты

Пример: CFREQ? возвращает 1.0E+2

Возвращает 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 ГГГГ
2. (не обязательный) месяц в формате ММ
3. (не обязательный) день в формате Д Д
4. часы в формате Ч Ч
5. минуты в формате ММ
6. секунды в формате СС

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) возвращает 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? возвращает 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) Возвращает активные клеммы передней панели, используемые для токового выхода: AUX или 20A.

Отклики: AUX (выбор клемм AUX)
A20 (выбраны клеммы 20A)

Пример: CUR_POST? возвращает AUX

Возвращает AUX, если клеммы AUX выбраны для выходного тока.

DAMPEN ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Режим усреднения для команд измерения давления) Активирует или деактивирует усреднение показаний давления.

Параметр: ON (усреднение вкл.)
OFF (усреднение выкл.)

Пример: DAMPEN ON

DAMPEN? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Режим усреднения для запроса на измерение давления) Возвращает активность или неактивность режима усреднения давления.

Ответ: (символ) ON (усреднение вкл.)
(символ) OFF (усреднение выкл.)

Пример: DAMPEN возвращает ON

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 = дБ/В)
 Z1200 (1200 Ом)

Пример: DBMZ Z600

DBMZ? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(запрос для импеданса в дБм) Возвращает импеданс для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).

Ответ: (символ) Дескриптор импеданса

Пример: DBMZ? возвращает 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 = дБ/В)
 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) Возврат стандартного, при включении питания и сбросе, значения полного сопротивления, используемого для выходных сигналов в дБм (переменное напряжение).

Ответ: (символ) Дескриптор импеданса

Пример: DBMZ_D? возвращает 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, возвращается сообщение об ошибке.

Параметр: <значение> амплитуда смещения со знаком

Пример: DC_OFFSET +123.45 MV

Применяет постоянную составляющую +123.45 мВ к выходному переменному напряжению.

DC_OFFSET? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос постоянной составляющей напряжения) Возвращает значение постоянной составляющей напряжения.

Ответ: <значение> амплитуда смещения со знаком

Пример: DC_OFFSET? возвращает +1.44E-03

Возвращается значение 1.44 мВ постоянной составляющей переменного напряжения. Если возвращается +0.00000E+00, то смещение равно нулю.

DPF ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда коэффициента сдвига мощности) Задаёт 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) Возвращает 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? возвращает 5.00E-01, LEAD

Возвращается 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.) Если коэффициент мощности не применяется к выходу, возвращается 0.

DUTY ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда коэффициента заполнения) Задаёт 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> коэффициент заполнения с необязательным элементом PCT (процентов)

Пример: DUTY 12.34 PCT

Задаёт коэффициент заполнения сигнала прямоугольной формы 12.34 %.

DUTY? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос коэффициент заполнения) Возвращает значение коэффициента заполнения сигнала прямоугольной формы (от 1.00 до 99.00).

Ответ: <значение> коэффициента заполнения в процентах

Пример: DUTY? возвращает 1.234E+01

Возвращает 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 EARTH передней панели горит).

EARTH? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос заземления) Возвращает, 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? возвращает OPEN

Возвращает 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) Возвращает 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? Возвращает OFF

Возвращает OFF, если нет редактируемых значений.

ERR? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос ошибки) Возвращает 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 E.

GT10	Погрешность испытываемого устройства отображается в %, если больше 10 ppm, и в ppm, если меньше.
PPM	Погрешность испытываемого устройства всегда отображается в ppm.
PCT	Погрешность испытываемого устройства всегда отображается в %.

***ESE** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда разрешения состояния события ESE) Команда загрузки байта в регистр 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) Возвращает 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? Возвращает 133

Возврат десятичного числа 133 (двоичного 10000101) для установки битов 7 (PON), 2 (DDE) и 2 (QYE).

***ESR?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос регистра состояния события ESR) Возвращает 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? Возвращает 189

Возврат десятичного числа 189 (двоичного 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 объяснения ошибки) Объясняет код ошибки. Эта команда возвращает строку, которая содержит объяснение кода ошибки, переданного в конце команды как параметр. Код ошибки (который передается в параметре) сначала должен быть получен с помощью запроса FAULT? . (См. команду ERR? , которая возвращает 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> Объяснение кода 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 возвращает "Can't change compensation now."

Возвращает объяснение ошибки 539: « Can't change compensation now.».

EXTGUARD ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда внешнего защитного экрана) Подсоединяет внутренний защитный экран к клемме LO или отсоединяет его.

Параметр: ON (внешний защитный экран подключен, т.е. действует внешний)
 OFF (внешний защитный экран отключен, т.е. действует внутренний)

Будучи установленной, настройка подключения внешнего защитного экрана сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Пример: EXTGUARD ON

EXTGUARD? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос внешнего экрана) Возвращает замкнутое или разомкнутое состояние контакта между внутренним защитным экраном и заземлением корпуса (шасси).

Ответ: (символ) ON (внешний защитный экран подключен, т.е. действует внешний)
 (символ) OFF (внешний защитный экран отключен, т.е. действует внутренний)

Пример: EXTGUARD? возвращает ON

FAULT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос ошибки) Возвращает код первой ошибки, содержащейся в очереди ошибок Калибратора, затем удаляет эту ошибку из очереди. После получения кода ошибки используйте команду EXPLAIN? для получения объяснения. Если очередь ошибок пуста, возвращается 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? Возвращает 539

Возвращает 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	gpiib (IEEE-488)	Яркость дисплея*	уровень 1,0
Адрес порта GPIB	4	RTD по умолчанию при включении питания	pt385
Последовательные порты	8 бит, 1 стоп-бит, хоп/хoff, без четности, 9600 бит/с	Тип термопары 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 (см. Главу 6)			
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			
Системный тактовый генератор	Внутренний	Опорная фаза	0°
Полное сопротивление дБм	600 Ω	Единица измерения давления	PSI

FUNC? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос функции) Возвращает текущую функцию воспроизведения выходного сигнала, измерения или калибровки. См. ниже вид ответа для режимов выходного сигнала и измерения.

Ответы: DCV (функция постоянного напряжения)
 ACV (функция переменного напряжения)
 DCI (функция постоянного тока)
 ACI (функция переменного тока)
 RES (функция сопротивления)
 CAP (функция емкости)
 RTD (функция температуры с термосопротивлением)
 TC_OUT (функция температуры с термопарой)
 DC_POWER (функция мощности постоянного тока)
 AC_POWER (функция мощности переменного тока)

DCV_DCV	(функция воспроизведения двух постоянных напряжений)
ACV_ACV	(функция воспроизведения двух переменных напряжений)
TC_MEAS	(измерение температуры при помощи термопары)
SACV	(функция переменного напряжения осциллографа)
SDCV	(функция постоянного напряжения осциллографа)
MARKER	(режим маркера осциллографа)
LEVSINE	(функция сглаженной синусоиды для осциллографа)
EDGE	(режим фронта осциллографа)

Пример: FUNC? возвращает DCV_DCV

Возвращает 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 5522A)
<значение>, SEC (основная частота на клеммах NORMAL Калибратора 5522A)

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) Возвращает характеристику гармоник прибора и местоположение основной частоты: PRI (первичный, клеммы NORMAL) или SEC (вторичный, клеммы AUX).

Ответ: <значение>, PRI (значение гармоники, основная частота на первичном выходе)
<значение>, SEC (значение гармоники, основная частота на вторичном выходе)

Пример: HARMONIC? возвращает 5, SEC

Возвращает номер 5 – выбранной гармоники и место подачи основной частоты – на вторичный выход (клеммы AUX). Это означает, что частота гармоники подается на первичный выход, то есть на клеммы NORMAL.

***IDN?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос идентификации) Возвращает 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 +и встроенного PGA

Пример: *IDN? возвращает FLUKE, 5522A, 5248000, 1.0+1.3+1.8

Возвращает наименование производителя Fluke, номер модели 5522A, 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) Возвращает 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? Возвращает 6272

Возвращает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

ISCE0 ☒ 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) Возвращает 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? Возвращает 6272

Возвращает 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) Возвращает 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? Возвращает 6272

Возвращает 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 возвращает 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? Возвращает 6272

Возвращает десятичное число 6272 (двоичное 0001010001000000), если биты 12 (SETTLED), 10 (REMOTE) и 6 (HIVOLT) установлены на 1.

ISCR0? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос разрешения изменения состояния прибора) Запрос возвращает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 1 в 0.

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCR0? Возвращает 6272

Возвращает 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 возвращает и очищает содержимое регистра изменения состояния прибора из 0 в 1.

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISCR1? Возвращает 6272

Возвращает 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) Возвращает содержимое регистра состояния прибора.

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент 16 бит от 0 до 32767)

Пример: ISR? Возвращает 6272

Возвращает 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 (выключает схему компенсации индуктивной нагрузки)
ON (включает схему компенсации индуктивной нагрузки)

Пример: LCOMP ON

LCOMP? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос компенсации индуктивной нагрузки) Возвращает состояние компенсации индуктивной нагрузки для выходного сигнала переменного тока, включена или выключена.

Ответы: (символ) OFF (Компенсация индуктивной нагрузки выключена)
(символ) ON (Компенсация индуктивной нагрузки включена)

Пример: LCOMP? возвращает 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.) Необходимо ввести как положительные, так и отрицательные значения. 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 x 3 (полный размах)
переменный ток (с постоянной компонентой)	предельная величина x 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 перемен.тока (эфф.), 300 В (полный размах), 240 В (пиковое).

Пример: `LIMIT 1A, -1A`

Ограничивает выходной ток значениями ± 1 А пост.тока, 1 А перемен.тока (эфф.), 3 А (полный размах).

LIMIT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос предельного значения) Возвращает запрограммированные предельные значения выходных сигналов напряжения и тока.

Ответ: <положительное значение напряжения>, <отрицательное значение напряжения>
 <положительное значение тока>, <отрицательное значение тока>

Пример: `LIMIT?`

возвращает 1020.0000, -1020.0000, 20.5000, -20.5000

Возвращает 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? возвращает OPEN

Возвращает 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 текущего эталона на 2,5 для создания нового эталона.

Например, текущий эталон 1 В увеличивается 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 `EDIT` и `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) Возвращает время в минутах, которое прошло от момента последнего включения питания Калибратора.

Отклик: `<минут>` (24-часовые часы)

Пример: `ONTIME?` возвращает 47

Возвращает 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) Возвращает 1 после завершения всех отложенных операций. Эта команда позволяет приостановить выполнение программы до завершения операций. (См. `*WAI`.)

Ответ: 1 (все операции завершены)

Пример: `*OPC?` возвращает 1

Возвращает 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 `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 **OPR**.

OPER? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос рабочего состояния) Возвращает в каком режиме, рабочем или ожидания, находится Калибратор.

Ответ: 1 (Работа)

0 (Ожидание)

Пример: OPER? возвращает 1

Возвращает 1, если Калибратор находится в рабочем режиме.

***OPT?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда опций) Возвращает список установленных аппаратных и программных модулей.

Ответ: <строка опции>, <строка опции>, ... (список опций, разделенных запятыми)

0 (опции не установлены)

Пример: *OPT? возвращает SC600

Возвращает 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 в главе 8.

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
<значение> DBM	Напряжение в дБм
<значение> V, <значение> Hz	Вольт перем.тока или вольт пост.тока с частотой 0 Гц
<значение> DBM, <значение> Hz	Вольт перем.тока в дБм
< значение> A	Постоянный ток или значение
<значение> A, <значение> Hz	Переменный ток
<значение> OHM	Сопротивление
<значение> F	Емкость
<значение> CEL	Температура (град.Цельсия)
<значение> FAR	Температура (град.Фаренгейта)
<значение> HZ	Частота
<значение> V, <значение> A	Мощность постоянного или переменного тока
<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) Возвращает 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 ТС, в градусах Цельсия)
 FAR (опционально для режимов термосопротивления RTD и термопары ТС, 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? возвращает -1.520000E+01, V, 0E+00, 0, 0.00E+00
 OUT? возвращает 1.88300E-01, A, 0E+00, 0, 4.420E+02
 OUT? возвращает 1.23000E+00, V, 2.34000E+00,
 V, 6.000E+01
 OUT? возвращает 1.92400E+06, OHM, 0E+00, 0, 0.00E+00
 OUT? возвращает 1.52000E+01, V, 1.88300E-01, A,
 4.420E+02
 OUT? DBM возвращает 2.586E+01, DBM, 0E+00, A, 4.420E+02
 OUT? возвращает 1.0430E+02, CEL, 0E+00, 0, 0.00E+00
 OUT? FAR возвращает 2.19740000E+02, FAR, 0E+00, 0, 0.00E+00
 OUT? V возвращает 4.2740E-03, V, 0E+00, 0, 0.00E+00
 OUT? OHM возвращает 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) Возвращает 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? возвращает 1.00000E+01, PCT

Возвращает -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) Возвращает 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? возвращает -6.000E+01

Ответ -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) Возвращает 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? возвращает 1.00000E+01

Возвращает 10, поскольку при выходном постоянном напряжении 10 В и выходном постоянном токе 1 А, активная мощность составляет 10 ватт.

Пример: POWER? возвращает 1.00000E+01

Возвращает 10, поскольку при выходном переменном напряжении 10 В, выходном токе 2 А и коэффициенте мощности 0,5 активная мощность составляет 10 ватт.

PR_PRT X IEEE X RS=232

☒ 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** (I год)
 4. Последовательный порт печати отчета: **HOST**, **UUT**

Пример: PR-PRT STORED, PRINT, i90D, HOST

PRES? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос модуля давления) Запрашивает модель и серийный номер подсоединенного модуля измерения давления.

Ответы: (Неопределенный ASCII) Сообщение, содержащее четыре поля, разделенные запятыми,

как указано ниже:

1. Производитель
2. Номер модели
3. Серийный номер
4. Версия встроенной программы (0)

Пример: FLUKE, 700P05, 9467502, 0

PRES_MEAS ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда режима измерения давления) Переключает режим работы на измерение давления.

Параметр: (Опция) Единицы давления

Пример: PRES_MEAS PSI

Если параметр не указан, выводятся ранее выбранные единицы.

PRES_UNIT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда единиц давления) Задаёт единицы давления.

Параметры: PSI (фунтов на кв.дюйм)
 MHG (в миллиметрах ртутного столба)
 INHG (в дюймах ртутного столба)
 INH2O (в дюймах водяного столба)
 FTH2O (в футах водяного столба)
 MH2O (в метрах водяного столба)
 BAR (в барах)
 PAL (в Паскалях)
 G/CM2 (в граммах на квадратный сантиметр)
 INH2O60F (в дюймах водяного столба при 60 градусах Фаренгейта)

Будучи установленной, настройка единиц давления сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Пример: PRES_UNIT BAR

PRES_UNIT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос единиц давления) Возвращает единицы давления.

Ответы: (символ) PSI (в фунтах на кв.дюйм)
 (символ) MHG (в метрах ртутного столба)
 (символ) INHG (в дюймах ртутного столба)
 (символ) INH2O (в дюймах водяного столба)
 (символ) FTH2O (в футах водяного столба)
 (символ) MH2O (в метрах водяного столба)
 (символ) BAR (в барах)
 (символ) PAL (в Паскалях)
 (символ) G/CM2 (в граммах на квадратный сантиметр)
 (символ) INH2O60F (в дюймах водяного столба при 60 градусах Фаренгейта)

Пример: PRES_UNIT? возвращает BAR

Будучи установленной, настройка единиц давления сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

PRES_UNIT_D

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда единиц давления по умолчанию) Задаёт единицы давления по умолчанию при включении питания и при сбросе.

Параметры: PSI (фунтов на кв.дюйм)
 MHG (в миллиметрах ртутного столба)
 INHG (в дюймах ртутного столба)
 INH2O (в дюймах водяного столба)
 FTH2O (в футах водяного столба)
 MH2O (в метрах водяного столба)
 BAR (в барах)
 PAL (в Паскалях)

G/CM2	(в граммах на квадратный сантиметр)
INH2O60F	(в дюймах водяного столба при 60 градусах Фаренгейта)

Пример: PRES_UNIT_D PSI

Единицы давления устанавливаются по умолчанию при включении питания и при сбросе.

PRES_UNIT_D?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос единиц давления по умолчанию) Возвращает значения по умолчанию для единиц давления при включении питания и при сбросе.

Ответы:	(символ) PSI	(в фунтах на кв.дюйм)
	(символ) MHG	(в метрах ртутного столба)
	(символ) INHG	(в дюймах ртутного столба)
	(символ) INH2O	(в дюймах водяного столба)
	(символ) FTH2O	(в футах водяного столба)
	(символ) MH2O	(в метрах водяного столба)
	(символ) BAR	(в барах)
	(символ) PAL	(в Паскалях)
	(символ) G/CM2	(в граммах на квадратный сантиметр)
	(символ) INH2O60F	(в дюймах водяного столба при 60 градусах Фаренгейта)

Пример: PRES_UNIT_D? возвращает PSI

***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) Возвращает содержимое памяти *PUD (защищенные данные пользователя) в формате определенной длины.

Ответ: #2nn<nn символов>

Пример: *PUD? возвращает #216CAL LAB NUMBER 1 Возвращает #2 затем 16 затем 16 символов текста (включая пробелы), сохраненного в энергонезависимой памяти.

RANGE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос диапазона) Возвращает текущие диапазоны выходных сигналов. Возвращаются 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)

Возвращает 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) Возвращает 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? Возвращает OFF

Возвращает OFF, если диапазон постоянного напряжения и тока не фиксирован (разрешен автоматический выбор диапазона).

REFCLOCK ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда системных часов) Задаёт источник сигнала системных часов (внутренний или через 10 МГц разъем IN BNC).

Параметр INT (Задаёт внутренние системные часы)

EXT (Задаёт внешние системные часы)

Пример: REFCLOCK INT

Будучи установленной, настройка подключения внешнего защитного экрана сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

REFCLOCK? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос системных часов) Возвращает источник сигнала системных часов (внутренний или через 10 МГц разъем IN BNC).

Ответ: (символ) INT (Внутренние системные часы)

(символ) EXT (Внешние системные часы)

Пример: REFCLOCK? возвращает INT

REFCLOCK_D ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда системных часов по умолчанию) Задаёт значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для системных часов (внутренние или внешние через 10 МГц разъем IN BNC).

Параметр INT (Задаёт внутренние системные часы)
 EXT (Задаёт внешние системные часы)

Системные часы задаются по умолчанию при включении, сбросе и при переходе в режим переменного напряжения.

Пример: REFCLOCK INT

REFCLOCK_D?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос системных часов по умолчанию) Возвращает значения по умолчанию при включении питания и при сбросе для системных часов (внутренние или внешние через 10 МГц разъем IN BNC).

Ответы: (символ) INT (Внутренние системные часы)
 (символ) EXT (Внешние системные часы)

Пример: REFCLOCK_D? возвращает INT

REFOUT? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос эталона выходного сигнала) Возвращает 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? Возвращает 0E+00

Возвращает 0, когда редактирование не проводилось.

Пример: REFOUT? возвращает 2.500000E-01

Возвращает 0.250, когда выходной сигнал редактируется, а эталонное значение равно, например, 250 мВ.

REFPHASE ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда опорной фазы) Если два калибратора синхронизированы с использованием входа/выхода 10 МГц, то задается разность фаз между первичным каналом Калибратора и синхронизирующим импульсом 10 МГц на клеммах IN или OUT. Первичным каналом являются клеммы NORMAL, AUX или 20A при воспроизведении одного сигнала и клеммы NORMAL в режиме одновременного воспроизведения двух сигналов переменного напряжения. Синхронизирующий импульс на клеммах 10 МГц IN или OUT является опорной фазой. Диапазон установки от 0,00 до $\pm 180,00$ градусов, со знаком + для опережающей разности фаз и знаком – для запаздывающей разности фаз.–

Параметр: Фаза с опциональным множителем и единицами DEG

Пример: REFPHASE 1.5 DEG (1.5 градуса)

На любом калибраторе фаза первичного канала задается с опережением синхроимпульса на 1,5 градуса.

REFPHASE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос опорной фазы) Если два калибратора синхронизированы с использованием входа/выхода 10 МГц, то возвращается разность фаз между первичным каналом Калибратора и синхронизирующим импульсом 10 МГц на клеммах IN или OUT.

Ответ: (число с плавающей точкой) Фаза в градусах

Пример: REFPHASE? возвращает 1.50E+00 (1.5 градуса)

REFPHASE_D ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда опорной фазы по умолчанию) Если два калибратора синхронизированы с использованием входа/выхода 10 МГц, то задается разность фаз между первичным каналом Калибратора относительно синхронизирующего импульса 10 МГц на клеммах IN или OUT при включении питания или сбросе. Первичным каналом являются клеммы NORMAL, AUX или 20A при воспроизведении одного сигнала и клеммы NORMAL в режиме одновременного воспроизведения двух сигналов переменного напряжения. Синхронизирующий импульс на клеммах 10 МГц IN или OUT является опорной фазой. Диапазон установки от 0,00 до $\pm 180,00$ градусов, со знаком + для опережающей разности фаз и знаком – для запаздывающей разности фаз.–

Параметр: Фаза с опциональным множителем и единицами DEG

Пример: REFPHASE_D 1.5 DEG (1.5 градуса)

На любом калибраторе фаза первичного канала при включении питания или сбросе задается с опережением синхроимпульса на 1,5 градуса.

REFPHASE_D?

☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос опорной фазы по умолчанию) Если два калибратора синхронизированы с использованием входа/выхода 10 МГц, то возвращается разность фаз между первичным каналом Калибратора и синхронизирующим импульсом 10 МГц на клеммах IN или OUT при включении питания или сбросе.

Ответ: (число с плавающей точкой) Фаза в градусах

Пример: REFPHASE_D? возвращает 1.50E+00 (1.5 градуса)

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». При нажатии на эту

функциональную кнопку Калибратор возвращается в автономный режим. Если передняя панель заблокирована, на дисплее управления появляется функциональная кнопка «REMOTE CONTROL LOCAL LOCK OUT». (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) Возвращает пользовательскую строку отчета. Строку отчета пользователя можно прочитать с дисплея управления, она также появляется в отчетах о калибровке. (Последовательная команда.)

Параметр: Нет

Параметр: (Строка) длиной до 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 **RESET** на передней панели.

Команда сброса вызывает следующие команды и значения:

Команда	Значение	Команда	Значение
CUR_POST	AUX	REFCLOCK	<REFCLOCK_D value>
DBMZ	<DBMZ_D значение>	REFPHASE	<REFPHASE_D value>
DC_OFFSET	0V	RTD_TYPE	<RTD_TYPE_D value>
DUTY	50PCT	SCOPE	OFF
EARTH	OPEN	STBY	(No output)
EXTGUARD	OFF	TC_OFFSET	0 CEL
HARMONIC	1, PRI	TC_OTCD	ON
LCOMP	OFF	TC_REF	INT
LOWS	TIED	TC_TYPE	<TC_TYPE_D value>
OUT	0V, 0HZ	TRIG	OFF

Команда	Значение	Команда	Значение
OUT_IMP	Z1M	TSENS_TYPE	TC
PHASE	0DEG	WAVE	NONE, NONE
PRES_UNIT	<PRES_UNIT_D value>	ZCOMP	OFF
RANGELCK	OFF	ZERO_MEAS	OFF

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 замёрзания воды (сопротивление датчика RTD при 0 °C (32 °F)).

RTD_TYPE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос детектора типа термометра сопротивления) Возвращает 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? возвращает PT3926

Возвращает 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)
Возвращает 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? возвращает PT3926

Возвращает 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.

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) Возвращает строку, запрограммированную для ответа последовательного опроса. Для значений введите символ ^P (<cntl> p). Также смотрите команду SRQSTR.

Ответ: <строка>

Пример: `SRQSTR` возвращает `SRQ: %02x %02x %04x %04x\n`

Возвращает 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) Возвращает байт из регистра разрешения запроса на обслуживание. (SRE).

Ответ: <значение> (десятичный эквивалент байта SRE, от 0 до 191).

Пример: `*SRE?` Возвращает 56

Возвращает 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 точно 2-мя шестнадцатеричными цифрами, а %04x (16 бит) означает печать шестнадцатеричного значения точно 4-мя шестнадцатеричными числами. Строка имеет следующее представление:

SRQ: (STB) (ESR) (ISCR0) (ISCR1)

См. команды, соответственно, *STB?, *ESR?, ISCR0? и ISCR1? Типичная строка в стандартном формате, посылаемая хосту, следующая: 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) Возвращает 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 возвращает SRQ: %02x %02x %04x %04x\n

Возвращает формат строки SRQSTR (в этом примере установка по умолчанию).

***STB?** ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос регистра байта состояния) Возвращает 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? Возвращает 72

Возвращает 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.

SYNCOUT ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☐ Sequential ☒ Overlapped ☐ Coupled

(Команда синхроимпульса) Посылает синхроимпульс на ведомый Калибратор через разъем 10 МГц OUT BNC.

Параметр: (Нет)

Пример: SYNCOUT

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) Возвращает 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? возвращает 1.000E+01, CEL

Возвращает +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) Возвращает 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? возвращает ON

Возвращает 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 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) Возвращает 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? возвращает INT, 2.988E+01, CEL

Возвращает 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) Задаёт 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 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Будучи установленной, настройка типа датчика температуры `TC` сохраняется до выключения питания или сброса Калибратора.

Параметры: В (термопара В-типа)
 С (термопара С-типа)
 Е (термопара Е-типа)
 J (термопара J-типа)
 K (термопара К-типа) (по умолчанию)
 N (термопара N-типа)
 R (термопара R-типа)
 S (термопара S-типа)
 T (термопара Т-типа)
 X (10 мкВ/°C, линейный выход)
 Y (%, относительная влажность)
 Z (1мВ/°C, линейный выход)

Пример: `TC_TYPE J`

Задаёт тип термопары для моделирования выходного сигнала температуры для термопары J-типа.

TC_TYPE? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос типа термопары) Возвращает тип температурного датчика термопары (TC). Изменение датчика температуры при моделировании выходного сигнала температуры меняет выход на $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ответы: В (термопара В-типа)
 С (термопара С-типа)
 Е (термопара Е-типа)
 J (термопара J-типа)
 K (термопара К-типа) (по умолчанию)
 N (термопара N-типа)
 R (термопара R-типа)
 S (термопара S-типа)
 T (термопара Т-типа)
 X (10 мкВ/°C, линейный выход)
 Y (%, относительная влажность)
 Z (1мВ/°C, линейный выход)

Пример: `TC_TYPE?` возвращает K

Возвращает K , когда для моделирования выходного сигнала температуры задана термопара К-типа.

TC_TYPE_D ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда типа термопары по умолчанию) Задаёт 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 ТС 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

Задаёт J-тип термопары по умолчанию.

TC_TYPE_D? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос типа термопары по умолчанию) Возвращает тип датчика термопары (ТС) 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? возвращает K

Возвращает 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) Возвращает 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? возвращает ITS_90

Возвращает 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 возвращает результат измерения. Меняет также режим работы на режим измерения при помощи термопары, если это еще не было сделано. (Этакоманда 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 возвращает +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 С. 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.

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 gpiб 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) Возвращает 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 gpiб 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? возвращает #211+1.99975E+0

Возвращает (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) Возвращает 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 возвращаемых байт данных, исключая само число
2. (целое число) Данные с порта исследуемого устройства в виде ряда целых чисел, разделенных запятыми.

Пример: команда из символов "<=>" , за которым следуют символы перевода строки и конца строки, возвращает 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 grib 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 следующее:

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 <Cntrl> 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 неопределенной длины Этот формат нельзя использовать, если в строке символов должны присутствовать команды CR и LF.

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 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 grib 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.

Пример: `VVAL?` возвращает `1.1047E-03` (1.1047 мВ, эквивалентно 50 °C для термопары К-типа и опорной температуры термопары = 23.0 °C)

***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`. Команду `*WAI` полезно использовать с любой перекрывающейся командой для предотвращения выполнения Калибратором других команд, пока не будет выполнена перекрывающаяся команда.

Пример: `*WAI`

Обрабатывает все имеющиеся команды 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 задает 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) Возвращает 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?` возвращает `SQUARE, NONE`

Возвращает `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) Возвращает 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? возвращает NONE

Возвращает NONE , если компенсация импеданса не применяется к сопротивлению, емкости или выходу терморезистора.

ZERO_MEAS ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Команда смещения нуля для модуля измерения давления) Обнуляет модуль измерения давления или задает смещение нуля для измерения емкости с использованием -SC600. При измерении давления, если модуль измерения давления является абсолютным модулем, необходимо применить опорное значение, а также, в качестве второго опционального аргумента – единицы давления.

Параметр: 1. (логический) ON
 (логический) OFF
 2. Опорное значение для модуля измерения абсолютного давления

Пример: ZERO_MEAS ON

Задаёт смещение нуля для текущего результата измерения давления.

Пример: ZERO_MEAS ON, 14.7

Задаёт смещение нуля 14.7 для модуля измерения абсолютного давления.

ZERO_MEAS? ☒ IEEE-488 ☒ RS-232 ☒ Sequential ☐ Overlapped ☐ Coupled

(Запрос смещения нуля для модуля измерения давления) Возвращает смещение нуля для модуля измерения давления или для измерения ёмкости с использованием -SC600.

Параметр: (опция) единицы возвращаемой величины

Ответы: 1. (символ) OFF (нет смещения нуля)
(символ) ON (есть смещение нуля)
2. (число с плавающей точкой) значение смещения
3. (символ) единицы (F, PSI, MHG, INHG, INH2O, FTH2O, MH2O, BAR, PAL, G/CM2, INH2O60F)

Пример: ZERO_MEAS? возвращает ON, -3.66E-02, PSI

Глава 7

Техническое обслуживание

Наименование	Страница
Введение	7-3
Как заменить сетевой предохранитель	7-3
Как заменить токоограничивающие предохранители.....	7-4
Очистка воздушного фильтра	7-5
Общая чистка	7-6
Проверка работоспособности.....	7-7

Введение

В этой главе объясняется, как выполнять работы по регулярному техническому обслуживанию и калибровке, необходимые для поддержания нормальной работы Калибратора 5522А. К таким работам относятся:

- Замена предохранителя.
- Очистка воздушного фильтра.
- Очистка внешних поверхностей.
- Проверка калибровки.

Более серьезные работы по техническому обслуживанию, такие как устранение неисправностей, калибровка или ремонт, а также все процедуры, требующие снятия крышки прибора, смотрите в «Руководстве по техническому обслуживанию». Руководство по техническому обслуживанию также содержит полное подробное описание процедур проверки и калибровки.

⚠⚠ Предупреждение!

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

- **Отсоедините кабель электропитания перед открытием корпуса прибора.**
- **Отключите входные сигналы перед очисткой прибора.**
- **Используйте только одобренные сменные детали.**
- **Используйте только одобренные сменные предохранители.**
- **Для ремонта прибора обратитесь к рекомендованному специалисту.**
- **Не используйте прибор с открытыми крышками или с открытым корпусом. Возможно поражение электрическим током.**
- **Отключите прибор и извлеките кабель питания из электрической розетки. Подождите две минуты до полного разряда узлов питания перед открытием дверцы предохранителя.**

Как заменить сетевой предохранитель

Сетевой плавкий предохранитель находится 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 плавкого предохранителя см. рисунок 7-1 и выполните следующее:

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 отсека пальцами.
 5. Предохранитель извлекается вместе с крышкой и легко заменяется.
- Для повторной 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

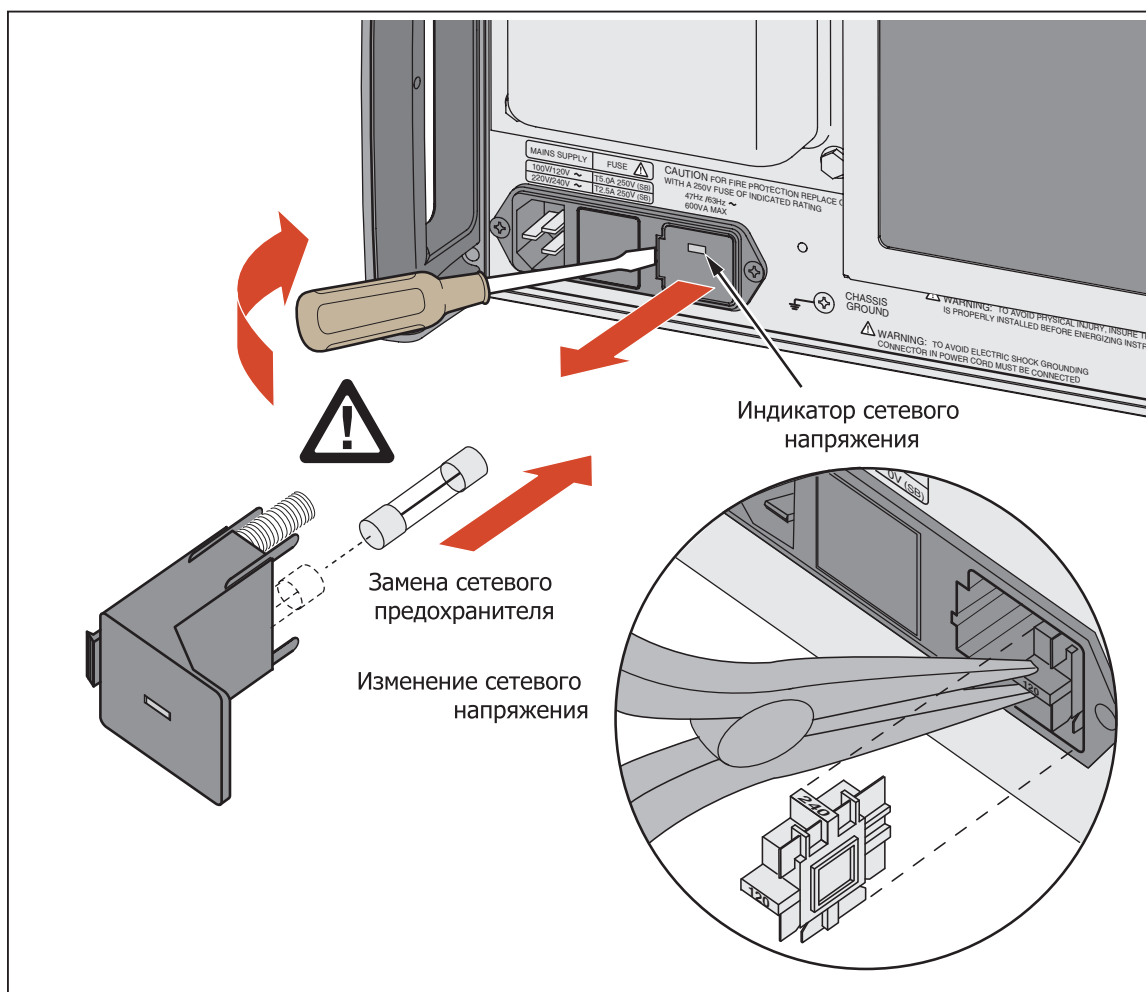


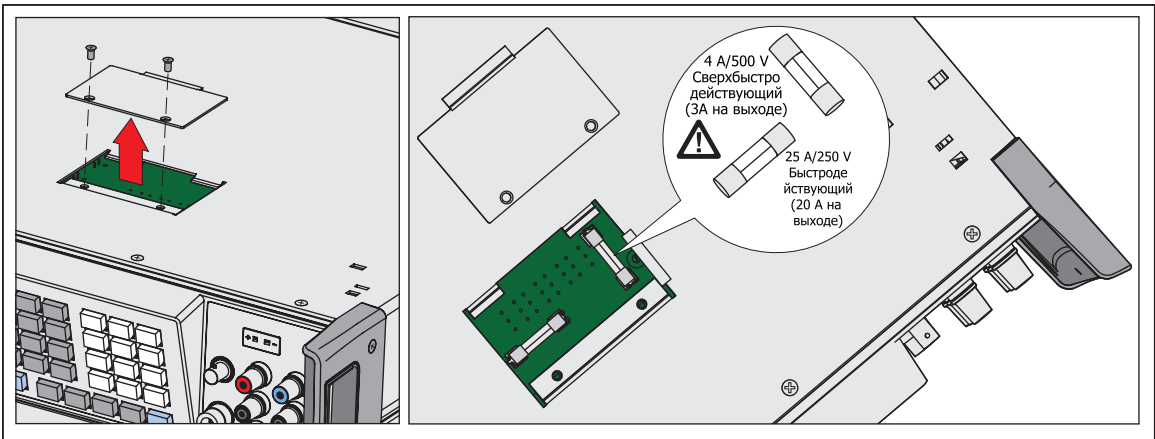
Рисунок 7-1. Извлечение предохранителя

gok004.eps

Как заменить токоограничивающие предохранители

Доступ к 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.



gok068.eps

Рис. 7-2. Замена токоограничивающего предохранителя

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

5. Установите дверцу отсека предохранителей на место.
6. Заверните два винта крепления дверцы отсека предохранителей.

Очистка воздушного фильтра

⚠⚠ Предупреждение!

Во избежание травм не включайте прибор и не работайте при отсутствии фильтра вентилятора.

⚠ Предостережение

Во избежание повреждения Калибратора поддерживайте фильтр вентилятора в чистоте и не загромождайте место перед вентилятором.

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.
 - а. Возьмитесь за верхний и нижний край рамы воздушного фильтра.

- б. Сдвиньте края рамы в направлении друг друга, чтобы извлечь язычки фильтра из пазов Калибратора.
 - с. Потяните рамку фильтра в направлении от Калибратора.
3. Очистите фильтрующий элемент.
 - а. Промойте фильтрующий элемент в мыльной воде.
 - б. Тщательно сполосните фильтрующий элемент.
 - с. Стряхните остатки воды, затем тщательно просушите фильтрующий элемент перед установкой на место.
4. Установите фильтрующий элемент на место, выполнив пункты извлечения фильтра в обратном порядке.

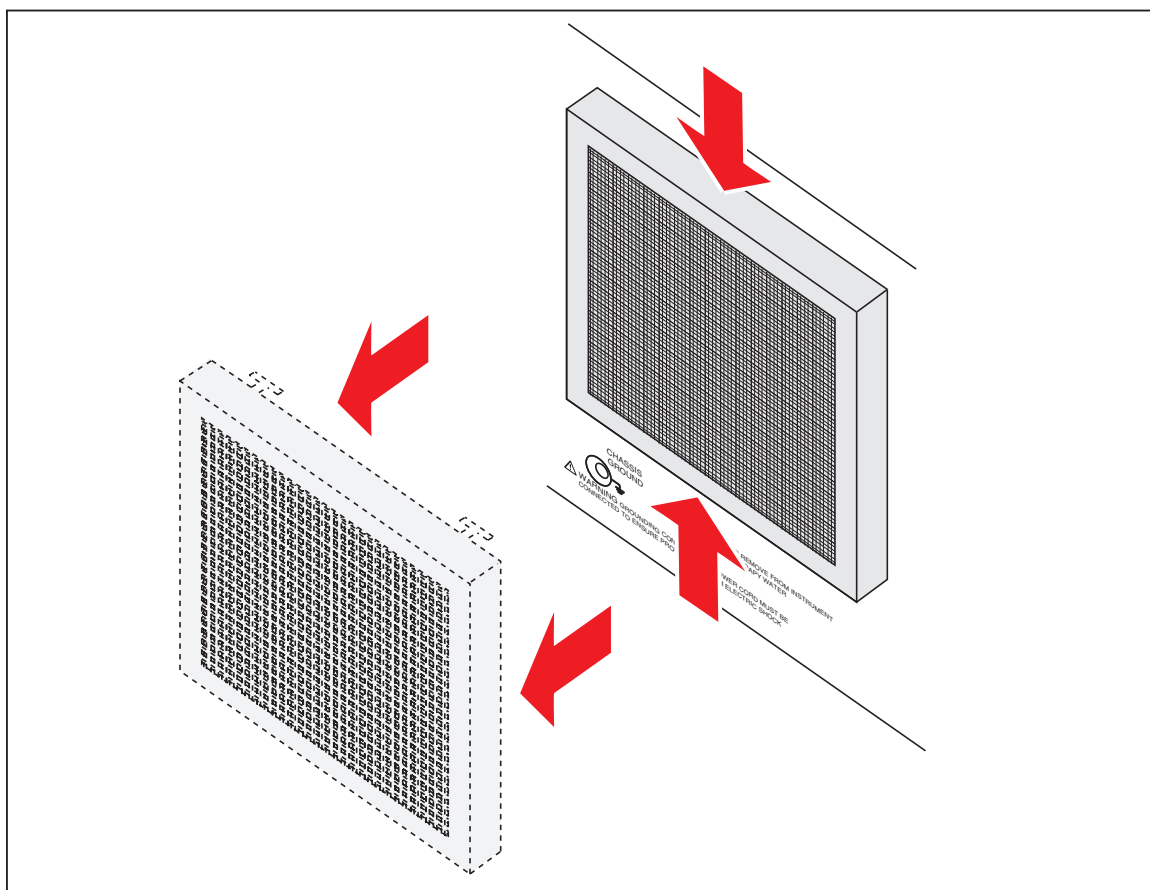


Рисунок 7-3. Снятие воздушного фильтра

oq062f.eps

Общая чистка

Чтобы выполнить общую чистку, протрите корпус, кнопки передней панели и экраны мягкой слегка влажной тряпкой, смоченной водой или неабразивным мягким моющим средством, не оказывающим разрушительного действия на пластик.

⚠ Предостережение

Не применяйте при очистке ароматические углеводороды или хлорированные растворители. Они могут повредить имеющиеся в Калибраторе пластмассовые детали.

Проверка работоспособности

Для проверки соответствия Калибратора 5522А техническим характеристикам, используйте таблицы 7-3 – 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	-0.0010 мВ	-0.0010 мВ	0.0010 мВ
329.9999 мВ	329.0000 мВ	329.0000 мВ	329.0000 мВ
329.999 мВ	-329.0000 мВ	-329.0059 мВ	-328.9941 мВ
3.299999 В	0.000000 В	-0.000002 В	0.000002 В
3.299999 В	1.000000 В	0.999989 В	1.000011 В
3.299999 В	-1.000000 В	-1.000011 В	-0.999989 В
3.299999 В	3.290000 В	3.289968 В	3.290032 В
3.299999 В	-3.290000 В	-3.290032 В	-3.289968 В
32.99999 В	0.00000 В	-0.00002 В	0.00002 В
32.99999 В	10.00000 В	9.99988 В	10.00012 В
32.99999 В	-10.00000 В	-10.00012 В	-9.99989 В
32.99999 В	32.90000 В	32.89965 В	-32.90035 В
32.99999 В	-32.90000 В	32.90035 В	-32.89965 В
329.999 мВ	50.0000 В	49.9991 В	50.0009 В
329.999 мВ	329.0000 В	328.9949 В	329.0051 В
329.999 мВ	-50.0000 В	-50.0009 В	-49.9991 В
329.999 мВ	-329.0000 В	-329.0051 В	-328.9949 В
1000.000 В	334.000 В	333.993 В	334.007 В
1000.000 В	900.000 В	899.985 В	900.015 В
1000.000 В	1020.000 В	1019.983 В	1020.017 В
1000.000 В	-334.000 В	-334.007 В	-333.993 В
1000.000 В	-900.000 В	-900.015 В	-899.985 В
1000.000 В	-1020.000 В	-1020.017 В	-1019.983 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
329.999 мВ	0.000 мВ	-0.350 мВ	0.350 мВ

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	1.89980 мА	1.90020 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	0.0010 мВ	-0.0010 мВ
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	-1,08979 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	10.9000 A	10.8954 A	10.9046 A
20.5000 A	-10,9000 A	-10,9046 A	-10,8954 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
10.9999 Ω	0.0000 Ω	-0.0010 Ω	0,0010 Ω
10.9999 Ω	2.0000 Ω	1.9989 Ω	2.0011 Ω
10.9999 Ω	10.9000 Ω	10.8986 Ω	10.9014 Ω
32.9999 Ω	11.9000 Ω	11.8982 Ω	11.9018 Ω
32.9999 Ω	19.0000 Ω	18.9980 Ω	19.0020 Ω
32.9999 Ω	30.0000 Ω	29.9978 Ω	30.0023 Ω
109.9999 Ω	33.0000 Ω	32.9979 Ω	33.0021 Ω
109.9999 Ω	109.0000 Ω	108.9962 Ω	109.0038 Ω
329.9999 Ω	119.0000 Ω	118.9954 Ω	119.0046 Ω
329.9999 Ω	190.0000 Ω	189.9938 Ω	190.0062 Ω
329.9999 Ω	300.0000 Ω	299.9914 Ω	300.0086 Ω
1.099999 к Ω	0.330000 к Ω	0.329991 к Ω	0.330009 к Ω
1.099999 к Ω	1.090000 к Ω	1.089974 к Ω	1.090026 к Ω
3.299999 к Ω	1.190000 к Ω	1.189954 к Ω	1.190046 к Ω
3.299999 к Ω	1.900000 к Ω	1.899938 к Ω	1.900062 к Ω
3.299999 к Ω	3.000000 к Ω	2.999914 к Ω	3.000086 к Ω
10.99999 к Ω	3.30000 к Ω	3.29991 к Ω	3.30009 к Ω
10.99999 к Ω	10.90000 к Ω	10.89974 к Ω	10.90026 к Ω
32.99999 к Ω	11.90000 к Ω	11.89954 к Ω	11.90046 к Ω
32.99999 к Ω	19.00000 к Ω	18.99938 к Ω	19.00062 к Ω
32.99999 к Ω	30.00000 к Ω	29.99914 к Ω	30.00086 к Ω

Табл. 7-6. Проверочные испытания для сопротивления (продолжение)

Диапазон	Выходное значение	Нижний предел	Верхний предел
109.9999 кΩ	33.0000 кΩ	32.9991 кΩ	33.0009 кΩ
109.9999 кΩ	109.0000 кΩ	108.9974 кΩ	109.0026 кΩ
329.9999 кΩ	119.0000 кΩ	118.9950 кΩ	119.0050 кΩ
329.9999 кΩ	190.0000 кΩ	189.9933 кΩ	190.0068 кΩ
329.9999 кΩ	300.0000 кΩ	299.9905 кΩ	300.0095 кΩ
1.099999 МΩ	0.330000 МΩ	0.329990 МΩ	0.330010 МΩ
1.099999 МΩ	1.090000 МΩ	1.089971 МΩ	1.090029 МΩ
3.299999 МΩ	1.190000 МΩ	1.189922 МΩ	1.190078 МΩ
3.299999 МΩ	1.900000 МΩ	1.899894 МΩ	1.900106 МΩ
3.299999 МΩ	3.000000 МΩ	2.999850 МΩ	3.000150 МΩ
10.99999 МΩ	3.300000 МΩ	3.29959 МΩ	3.30041 МΩ
10.99999 МΩ	10.90000 МΩ	10.89875 МΩ	10.90125 МΩ
32.99999 МΩ	11.90000 МΩ	11.89512 МΩ	11.90488 МΩ
32.99999 МΩ	19.00000 МΩ	18.99370 МΩ	19.00630 МΩ
32.99999 МΩ	30.00000 МΩ	29.99150 МΩ	30.00850 МΩ
109.9999 МΩ	33.0000 МΩ	32.9838 МΩ	33.0162 МΩ
109.9999 МΩ	109.0000 МΩ	108.9534 МΩ	109.0466 МΩ
329.9999 МΩ	119.0000 МΩ	118.6025 МΩ	119.3975 МΩ
329.9999 МΩ	290.0000 МΩ	289.1750 МΩ	290.8250 МΩ
1100.000 МΩ	400.000 МΩ	394.700 МΩ	405.300 МΩ
1100.000 МΩ	640.000 МΩ	631.820 МΩ	648.180 МΩ
1100.000 МΩ	1090.000 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	2.994 мВ	3.006 мВ
32.999 мВ	3.000 мВ	10 кГц	2.994 мВ	3.006 мВ
32.999 мВ	30.000 мВ	9.5 Гц	28.335 мВ	31.665 мВ
32.999 мВ	30.000 мВ	10 Гц	29.976 мВ	30.024 мВ
32.999 мВ	30.000 мВ	45 Гц	29.990 мВ	30.010 мВ
32.999 мВ	30.000 мВ	1 кГц	29.990 мВ	30.010 мВ
32.999 мВ	30.000 мВ	10 кГц	29.990 мВ	30.010 мВ
32.999 мВ	30.000 мВ	20 кГц	29.989 мВ	30.011 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	29.970 мВ	30.030 мВ
32.999 мВ	30.000 мВ	100 кГц	29.898 мВ	30.102 мВ
32.999 мВ	30.000 мВ	450 кГц	29.770 мВ	30.230 мВ
329.999 мВ	33.000 мВ	45 Гц	32.987 мВ	33.013 мВ
329.999 мВ	33.000 мВ	10 кГц	32.987 мВ	33.013 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	299.950 мВ	300.050 мВ
329.999 мВ	300.000 мВ	1 кГц	299.950 мВ	300.050 мВ
329.999 мВ	300.000 мВ	10 кГц	299.950 мВ	300.050 мВ
329.999 мВ	300.000 мВ	20 кГц	299.947 мВ	300.053 мВ
329.999 мВ	300.000 мВ	50 кГц	299.902 мВ	300.098 мВ
329.999 мВ	300.000 мВ	100 кГц	299.788 мВ	300.212 мВ
329.999 мВ	300.000 мВ	500 кГц	299.450 мВ	300.550 мВ
3.29999 В	0.33000 В	45 Гц	0.32989 В	0.33011 В
3.29999 В	0.33000 В	10 кГц	0.32989 В	0.33011 В
3.29999 В	3.00000 В	9.5 Гц	2.83350 В	3.16650 В
3.29999 В	3.00000 В	10 Гц	2.99920 В	3.00080 В
3.29999 В	3.00000 В	45 Гц	2.99952 В	3.00048 В
3.29999 В	3.00000 В	1 кГц	2.99952 В	3.00048 В
3.29999 В	3.00000 В	10 кГц	2.99952 В	3.00048 В
3.29999 В	3.00000 В	20 кГц	2.99946 В	3.00054 В
3.29999 В	3.00000 В	50 кГц	2.99920 В	3.00080 В
3.29999 В	3.00000 В	100 кГц	2.99823 В	3.00178 В
3.29999 В	3.00000 В	450 кГц	2.99340 В	3.00660 В
3.29999 В	3.29000 В	2 МГц	0.07500 В ^[1]	
32.9999 В	3.3000 В	45 Гц	3.2990 В	3.3010 В
32.9999 В	3.3000 В	10 кГц	3.2990 В	3.3010 В
32.9999 В	30.0000 В	9.5 Гц	28.3350 В	31.6650 В
32.9999 В	30.0000 В	10 Гц	29.9919 В	30.0082 В
32.9999 В	30.0000 В	45 Гц	29.9957 В	30.0044 В
32.9999 В	30.0000 В	1 кГц	29.9957 В	30.0044 В
32.9999 В	30.0000 В	10 кГц	29.9957 В	30.0044 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	29.9928 В	30.0072 В
32.9999 В	30.0000 В	50 кГц	29.9904 В	30.0096 В
32.9999 В	30.0000 В	90 кГц	29.9759 В	30.0241 В
329.999 В	33.000 В	45 Гц	32.993 В	33.007 В
329.999 мВ	33.000 В	10 кГц	32.989 В	33.011 В
329.999 мВ	300.000 В	45 Гц	299.953 В	300.047 В
329.999 мВ	300.000 В	1 кГц	299.953 В	300.047 В
329.999 мВ	300.000 В	10 кГц	299.946 В	300.054 В
329.999 мВ	300.000 В	18 кГц	299.928 В	300.072 В
329.999 мВ	300.000 В	50 кГц	299.922 В	300.078 В
329.999 мВ	200.000 В	100 kHz	199.630 В	200.370 В
1020.00 В	329.999 мВ	45 Гц	329.91 В	330.09 В
1020.00 В	329.999 мВ	10 кГц	329.91 В	330.09 В
1020.00 В	1000,00 В	45 Гц	999.74 В	1000.26 В
1020.00 В	1000,00 В	1 кГц	999.79 В	1000.21 В
1020.00 В	1000,00 В	5 кГц	999.79 В	1000.21 В
1020.00 В	1000,00 В	8 кГц	999.74 В	1000.26 В
1020.00 В	1020.00 В	1 кГц	1019.79 В	1020.21 В
1020.00 В	1020.00 В	8 кГц	1019.74 В	1020.27 В

[1] Типовая характеристика составляет -24 дБ при 2 МГц

Табл. 7-8. Проверочные испытания переменного напряжения (AUX)

Диапазон	Выходное значение, 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	283.350 мВ	316.650 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	Выходное значение, 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	2.825 В	3.175 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 мкА	33.00 мкА	1 кГц	32.87 мкА	33.13 мкА
329.99 мкА	33.00 мкА	10 кГц	32.60 мкА	33.40 мкА
329.99 мкА	33.00 мкА	30 кГц	32.20 мкА	33.80 мкА
329.99 мкА	190.00 мкА	45 Гц	189.71 мкА	190.29 мкА
329.99 мкА	190.00 мкА	1 кГц	189.71 мкА	190.29 мкА
329.99 мкА	190.00 мкА	10 кГц	188.66 мкА	191.34 мкА
329.99 мкА	190.00 мкА	30 кГц	187.32 мкА	192.68 мкА
329.99 мкА	329.00 мкА	10 Гц	328.37 мкА	329.63 мкА
329.99 мкА	329.00 мкА	45 Гц	328.57 мкА	329.43 мкА
329.99 мкА	329.00 мкА	1 кГц	328.57 мкА	329.43 мкА
329.99 мкА	329.00 мкА	5 кГц	328.03 мкА	329.97 мкА
329.99 мкА	329.00 мкА	10 кГц	326.83 мкА	331.17 мкА
329.99 мкА	329.00 мкА	30 кГц	324.65 мкА	333.35 мкА
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. Проверочные 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	10.9000 А	45 Гц	10.8926 А	10.9075 А
20.5000 А	10.9000 А	65 Гц	10.8926 А	10.9075 А
20.5000 А	10.9000 А	500 Гц	10.8893 А	10.9107 А
20.5000 А	10.9000 А	1 кГц	10.8893 А	10.9107 А
20.5000 А	10.9000 А	5 кГц	10.6255 А	11.1745 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
3.2999 нФ	2.0000 нФ	1 кГц	1.9824 нФ	2.0176 нФ
10.9999 нФ	7.0000 нФ	1 кГц	6.9767 нФ	7.0233 нФ
10.9999 нФ	10.9000 нФ	1 кГц	10.8693 нФ	10.9307 нФ
32.9999 нФ	20.0000 нФ	1 кГц	19.8620 нФ	20.1380 нФ
109.999 нФ	70.000 нФ	1 кГц	69.767 нФ	70.233 нФ
109.999 нФ	109.000 нФ	1 кГц	108.693 нФ	109.307 нФ
329.999 нФ	200.000 нФ	1 кГц	199.320 нФ	200.680 нФ
329.999 нФ	300.000 нФ	1 кГц	299.130 нФ	300.870 нФ
1.09999 мкФ	0.70000 мкФ	100 Гц	0.69767 мкФ	0.70233 мкФ
1.09999 мкФ	1.09000 мкФ	100 Гц	1.08693 мкФ	1.09307 мкФ
3.29999 мкФ	2.00000 мкФ	100 Гц	1.99320 мкФ	2.00680 мкФ
3.29999 мкФ	3.00000 мкФ	100 Гц	2.99130 мкФ	3.00870 мкФ
10.9999 мкФ	7.0000 мкФ	100 Гц	6.9767 мкФ	7.0233 мкФ
10.9999 мкФ	10.9000 мкФ	100 Гц	10.8693 мкФ	10.9307 мкФ
32.9999 мкФ	20.0000 мкФ	100 Гц	19.9100 мкФ	20.0900 мкФ
32.9999 мкФ	30.0000 мкФ	100 Гц	29.8800 мкФ	30.1200 мкФ
109.999 мкФ	70.000 мкФ	50 Гц	69.662 мкФ	70.338 мкФ
109.999 мкФ	109.000 мкФ	50 Гц	108.529 мкФ	109.471 мкФ
329.999 мкФ	200.000 мкФ	54 мкА пост.тока	199.020 мкФ	200.980 мкФ
329.999 мкФ	300.000 мкФ	80 мкА пост.тока	298.680 мкФ	301.320 мкФ
1.09999 мФ	0.33000 мФ	90 мкА пост.тока	0.33000 мФ	0.33000 мФ
1.1067 мФ	0.70000 мФ	180 мкА пост.тока	0.69662 мФ	0.70338 мФ
1.1067 мФ	1.09000 мФ	270 мкА пост.тока	1.08529 мФ	1.09471 мФ
3.2999 мФ	1.1000 мФ	270 мкА пост.тока	1.0933 мФ	1.1067 мФ
3.2999 мФ	2.0000 мФ	540 мкА пост.тока	1.9902 мФ	2.0098 мФ
3.2999 мФ	3.0000 мФ	800 мкА пост.тока	2.9868 мФ	3.0132 мФ
10.9999 мФ	3.2999 мФ	900 мкА пост.тока	3.2788 мФ	3.3212 мФ
10.9999 мФ	10.9000 мФ	2.7 мА пост.тока	10.8529 мФ	10.9471 мФ
32.9999 мФ	20.0000 мФ	5.4 мА пост.тока	19.8300 мФ	20.1700 мФ
32.9999 мФ	30.0000 мФ	8.0 мА пост.тока	29.7600 мФ	30.2400 мФ
110.000 мФ	33.000 мФ	9.0 мА пост.тока	32.570 мФ	33.430 мФ
110.000 мФ	110.000 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
	10000,00.00 °C (0.0000 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
	10000,00.00 °C (0.0000 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	-0.10	0,10
		400 Гц				-0.25	0,25
		1 кГц				-0.50	0,50
		5 кГц				-2.50	2.50
		10 кГц				-5.00	5.00
		30 кГц				-10.00	10.00
		65 Гц			60	59.90	60.10
		400 Гц				59.75	60.25
		1 кГц				59.50	60.50
		5 кГц				57.50	62.50
		10 кГц				55.00	65.00
		30 кГц				50.00	70.00
		65 Гц			90	89.90	90.10
		400 Гц				89.75	90.25
		1 кГц				89.50	90.50
		5 кГц				87.50	92.50
		10 кГц				85.00	95.00
		30 кГц				80.00	100.00
32.9999	30.0000	65 Гц				89.90	90.10
329.999	50.000	65 Гц				89.80	90.10

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	-0.10	0.10
		1 кГц	329.999 мВ	300.00 мА		-0.50	0.50
		30 кГц	329.999 мВ	300.00 мА		-10.00	10.00
	200.000 мВ	65 Гц	2099999 А	2.00000 А		-0.10	0,10
	50.000 мВ	65 Гц	20.5000 А	5.0000 А		-0.10	0,10
		400 Гц	20.5000 А	5,0000 А		-0.25	0,25
	30.000 мВ	65 Гц	329.999 мВ	300.00 мА	60	59.90	60.10
	200.000 мВ	65 Гц	2.99999 А	2 МГц		59.90	60.10
		65 Гц	20.5000 А	20.0000 А		59.90	60.10
		400 Гц	20.5000 А	20.0000 А		59,75	60,25
32,999 мВ	3.3000 В	65 Гц	329.999 мВ	300.00 мА	0	-0.10	0,10
		65 Гц	2.99999 А	2 МГц		-0.10	0,10
		65 Гц	20.5000 А	5,0000 А		-0.10	0,10
		400 Гц	20.5000 А	5,0000 А		-0.25	0,25
		65 Гц	329.999 мВ	300.00 мА	90	89.90	90.10
		65 Гц	2.99999 А	2 МГц		89.90	90.10
		65 Гц	20.5000 А	20.0000 А		89.90	90.10
		400 Гц	20.5000 А	20.0000 А		89.75	90.25
329,999 В	33.000 В	65 Гц	329.999 мВ	300.00 мА	0	-0.10	0,10
		65 Гц	2.99999 А	2 МГц		-0.10	0,100
		65 Гц	20.5000 А	5,0000 А		-0.10	0,10
		400 Гц	20.5000 А	5,0000 А		-0.25	0,25
		65 Гц	329.999 мВ	300.00 мА	90	89.90	90.10
		65 Гц	2.99999 А	2 МГц		89.90	90.10
		65 Гц	20.5000 А	20.0000 А		89.90	90.10
		400 Гц	20.5000 А	20.0000 А		89.75	90.25

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	118.99970 Гц	119.00030 Гц
		120.0 Гц	119.99970 Гц	120.00031 Гц
		1000.0 Гц	999.9975 Гц	1000.0025 Гц
		100.00 кГц	99999.75 Гц	100000.25 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
Нуль-модемный кабель RS-232	8-4
5520A-525A/LEADS	8-4

Введение

В Таблице 8-1 собраны сведения о доступных моделях, опциях и принадлежностях, в том числе кабелях и компонентах.

Таблица 8-1. Опции и принадлежности

Модель	Описание
5520A-SC1100	Модуль для калибровки осциллографов
5500A-SC600	Модуль для калибровки осциллографов
55XX/CASE	Ящик для транспортировки
5522A/CARRYCASE	Ящик для переноски со съемными передней и задней панелями
5500A/HNDL	Боковая ручка
5520A-525A/LEADS	Полный набор проводов
700-Pxx	Модули измерения давления Fluke серии 700. Требуется Fluke 700-PSK для работы с Калибратором 5522A
700-PSK	Комплект для калибровки модуля измерения давления
△109215	Сменный предохранитель; 5 А/250 В с задержкой (сетевое напряжение 100 В или 120 В)
△851931	Сменный предохранитель; 2,5 А/250 В с задержкой (сетевое напряжение 200 В или 240 В)
△3674001	Сменный предохранитель; 4 А/500 В, Сверхбыстродействующий, 0,25 x 1,25, в керамическом корпусе
△3470596	Сменный предохранитель; 25 А/250 В, Быстродействующий, 6,3 x 32 мм
664828	MET/CAL-IEEE NT, Опция, интерфейс IEEE
666339	MET/CAL-IEEE PCI, Опция, интерфейс IEEE (PCI)
943738	Модемный кабель RS-232, 2,44 м (8 футов) (SERIAL 2 TO UUT) к испытываемому устройству (DB-9)
MET/CAL-L	Программное обеспечение для автоматической калибровки, версия 7 Однопользовательская плавающая лицензия. Для работы требуется MET/BASE-7.
5500/CAL-L	Программное обеспечение для автоматической калибровки, версия 7 Однопользовательская плавающая лицензия. Только для управления через порт RS-232. Для работы требуется MET/BASE-7.
MET/TRACK-L	Программное обеспечение для управления ресурсами, версия 7 T&M Однопользовательская плавающая лицензия. Для работы требуется MET/BASE-7.
MET/BASE-7	ПО для метрологического обеспечения Fluke. Требуются лицензии на одно или несколько клиентских приложений MET/CAL-I, 5500/CAL-I и/или MET/TRACK-I).
MET/CAL-IEEE NT	Опция интерфейса IEEE.
MET/CAL-IEEE PCI	Опция интерфейса IEEE.
MET/CAL-IEEE PCMIA	Опция интерфейса IEEE.
MET/CAL-IEEE USB	Опция интерфейса IEEE.
PM8914/001	Нуль-модемный кабель RS-232, 1,5 м (5 футов), от порта (SERIAL 1 FROM HOST) к порту PC COM (DB-9)
RS40	Нуль-модемный кабель RS-232, 1,83 м (6 футов), от порта (SERIAL 1 FROM HOST) к порту PC COM (DB-25)

Табл. 8-1. Опции и принадлежности

Модель	Описание
Y5537	24 дюйма (61 см) Комплект для крепления к стойке для 5522A
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 5522A 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 5522A и к любому другому устройству с интерфейсом IEEE-488. Все кабели снабжены двойными 24-штырьковыми разъемами с обоих концов для соединения в стек. На каждом разъеме имеются крепежные винты с метрической резьбой. В Приложении D приведена цоколевка разъема IEEE-488.

Нуль-модемный кабель RS-232

Нуль-модемные кабели PM8914/001 и RS40 соединяют порт 5522A SERIAL 1 FROM HOST с принтером, видеотерминалом, компьютером или другим последовательным устройством, сконфигурированным как DTE (оконечное устройство). В Приложении D приведена цоколевка последовательных разъемов.

5520A-525A/LEADS

Дополнительный комплект щупов , 5520A-525A/LEADS, представляет собой комплект для напряжений и токов, удлинительные провода для термопар, мини-разъемы для термопар и измерительные спаи термопар.

Глава 9

Модуль калибровки осциллографов SC600

Наименование	Страница
Введение	9-3
Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC600.....	9-3
Общие технические характеристики	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	9-6
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)	9-7
Характеристики пускового сигнала	9-7
Характеристики измерений входного сопротивления осциллографа	9-7
Характеристики измерений входной емкости осциллографа	9-7
Характеристики измерений перегрузки	9-7
Подключения осциллографа	9-7
Запуск модуля SC600	9-8
Выходной сигнал.....	9-8
Изменение настроек выходного сигнала	9-9
Ввод значения	9-9
Настройка значений с помощью поворотной кнопки	9-9
Использование клавиш  и 	9-11
Сброс настроек модуля SC600	9-11
Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе	9-11
Функция напряжения	9-11
Меню V/DIV	9-12
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений	9-13
Процедура калибровки амплитуды для осциллографа	9-13
Калибровка импульсной и частотной характеристики осциллографа	9-14
Функция фронта.....	9-15
Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа	9-15

Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода	9-16
Функция сглаженной синусоиды	9-17
Сочетания клавиш для настройки частоты и напряжения	9-18
Меню MORE OPTIONS.....	9-19
Выполнение развертки по частотному диапазону	9-20
Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа	9-20
Калибровка временной развертки осциллографа	9-22
Функция маркера времени	9-22
Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа	9-23
Тестирование запуска модуля SC600	9-24
Тестирование видео-триггеров	9-26
Проверка регистрации импульса.....	9-27
Измерение сопротивления и емкости входного сигнала.....	9-28
Измерение входного полного сопротивления.....	9-28
Измерение входной емкости	9-29
Тестирование защиты от перегрузки	9-29
Дистанционные команды и запросы.....	9-30
Общие команды	9-31
Команды функции Edge.....	9-35
Команды функции Marker	9-35
Команды функции Video	9-35
Команды функции Overload	9-36
Команды функции полного сопротивления/емкости	9-37
Проверочные таблицы	9-38
Проверка показаний напряжения постоянного тока	9-38
Проверка амплитуды перемен. напряжения	9-39
Проверка частоты перемен. напряжения	9-40
Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 1 MΩ	9-40
Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 50 MΩ	9-42
Проверка амплитуды сглаженной синусоиды	9-43
Проверка частоты сглаженной синусоиды.....	9-44
Проверка гармоник сглаженной синусоиды.....	9-44
Проверка плоскостности сглаженной синусоиды.....	9-45
Проверка амплитуды фронта	9-53
Проверка частоты фронта.....	9-53
Проверка времени активности фронта.....	9-54
Проверка времени нарастания фронта.....	9-54
Верификация генератора туннельного диода.....	9-54
Проверка генератора маркеров.....	9-55
Проверка периода генератора импульсов	9-55
Проверка ширины импульса генератора импульсов	9-55
Проверка входного полного сопротивления	9-56
Проверка входного полного сопротивления: Емкость	9-56

Введение

В модуле калибровки 5500A-SC600 (далее - модуле SC600) реализованы функции, обеспечивающие высокий уровень точности осциллографа, осуществляющие проверку и калибровку следующих характеристик осциллографа:

- Калибровка и проверка характеристик вертикального отклонения. Функция напряжения (VOLT) позволяет сравнить усиление по напряжению с сеткой линий на осциллографе.
- Проверка и калибровка отклика переходов импульсов, проверка точности измерений осциллографом импульсных переходов с помощью функции EDGE. Кроме того, Калибратор поддерживает более быстрые проверки импульсных характеристик с помощью внешнего генератора туннельного диода.
- Частотная характеристика проверяется путем сличения полосы пропускания с помощью функции сглаженной синусоиды (LEVSINE). Вертикальное отклонение проверяется до тех пор, пока на экране осциллографа не появится точка -3 дБ.
- Калибровка и проверка горизонтального отклонения осциллографа (временная развертка) с помощью функции маркера времени. Эта процедура калибровки похожа на ту, что используется для проверки характеристик вертикального отклонения за исключением того, что применяется для исследования горизонтальной оси.
- Возможности осциллографа по отображению, регистрации и измерению ширины импульса проверяются с помощью функции PULSE. Эта функция позволяет варьировать ширину и период импульса.
- Возможности осциллографа инициировать сигналы различной формы проверяются с помощью функции генератора волн (WAVEGEN).
- Возможности осциллографа инициировать и регистрировать сложные ТВ-сигналы проверяются с помощью функции VIDEO.
- Входные характеристики осциллографа измеряются с помощью функции сопротивления и емкости входного сигнала (MEAS Z).
- Тестирование схем защиты входных сигналов выполняется с помощью функции Overload (OVERLD).

Меню, которые реализуют эти функции, также включают в себя параметры для изменения способа, которым выходной сигнал отвечает на настройки напряжения, частоты и времени, давая вам возможность контролировать сигнал во время калибровки, а также предоставляя дополнительные методы наблюдения за характеристиками сигнала.

Технические характеристики модуля калибровки осциллографа SC600

Эти технические характеристики относятся только к модулю калибровки осциллографа SC600. Общие технические характеристики, применимые к устройству 5522A (калибратор) см. в Главе 1. Эти технические характеристики действительны при следующих условиях:

- Калибратор эксплуатируется в условиях, перечисленных в Главе 1.
- Калибратор завершил операцию прогрева, продолжительность которой в два раза превысила продолжительность выключенного состояния Калибратора, но не более 30 минут.
- Модуль SC600 активен в течение минимум 5 минут.

Общие технические характеристики

Характеристики функции Voltage

Функция Voltage	Сигнал пост. тока		Прямоугольный импульсный сигнал ^[1]	
	50 Ω Нагрузка	1 МΩ Нагрузка	50 Ω Нагрузка	1 МΩ Нагрузка
Амплитудные характеристики				
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	Плавно регулируемый			
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(0,25% выхода + 40 мкВ)	±(0,05 % выхода + 40 мкВ)	±(0,25% выхода + 40 мкВ)	±(0,1% выхода + 40 мкВ) ^[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% выхода + 100 мкВ)			
[1] Выбирается положительная или отрицательная прямоугольная волна с нулем отсчета.				
[2] Для частот прямоугольных волн более 1 кГц, ± (0,25 % выхода + 40 мкВ).				

Технические характеристики фронта

Характеристики фронта на входе 50 Ω Нагрузка		Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C
Время нарастания импульса	≤300 пс	(+0 пс / -100 пс)
Динамический диапазон (p-p)	от 4,5 мВ до 2,75 В	±(2 % выхода + 200 мкВ)
Разрешение	4 знака	
Диапазон настройки	±10 % от 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 < 100 мВ: 4 знака			
Диапазон настройки	плавно регулируемый			
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(2 % выхода + 300 мкВ)	±(3,5 % выхода + 300 мкВ)	±(4 % выхода + 300 мкВ)	±(6 % выхода + 300 мкВ)
Плоскостность (относительно 50 кГц)	не применимо	±(1,5 % выхода + 100 мкВ)	±(2 % выхода + 100 мкВ)	±(4 % выхода + 100 мкВ)
Краткосрочная амплитудная устойчивость	≤ 1 % ^[1]			
Частотные характеристики				
Разрешение	1 мВ		10 кГц	
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±2.5 ppm ^[2]			
Характеристики искажения				
2-я гармоника	≤ -33 дБн			
3я и более высокая гармоника	≤ -38 дБн			
[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 + t*1000) ppm ^[1]	±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
Уровень типичного 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:	от 1,8 мВ до 55 В р-р
	на входе 50 МΩ:	от 1,8 мВ до 2,5 В р-р
Годичная абсолютная погрешность при tcal ±5 °С, от 10 Гц до 10 кГц	±(3 % выхода р-р + 100 мкВ)	
Последовательность	1-2-5 (напр., 10 мВ, 20 мВ, 50 мВ)	
Типичный диапазон смещения постоянного напряжения	0 до ± (≥40 % от амплитуды р-р) ^[1]	
Частота		
Диапазон	От 10 Гц до 100 кГц	
Разрешение	4 или 5 знаков в зависимости от частоты	
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°С	±(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 tcal ± 5°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	≥1 В	≤ 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	≥1 В	≤ 2 нс
10-749 нс	откл/10/100	≥1 В	≤ 2 нс
от 750 нс до 34,9 мс	откл/1/10/100	≥1 В	≤ 2 нс
35 мс - 5 с	откл/1	≥1 В	≤ 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	≥1 В	≤ 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	≥ 1 В	≤ 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	$\pm(5$ % от входа + 0,5 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.	

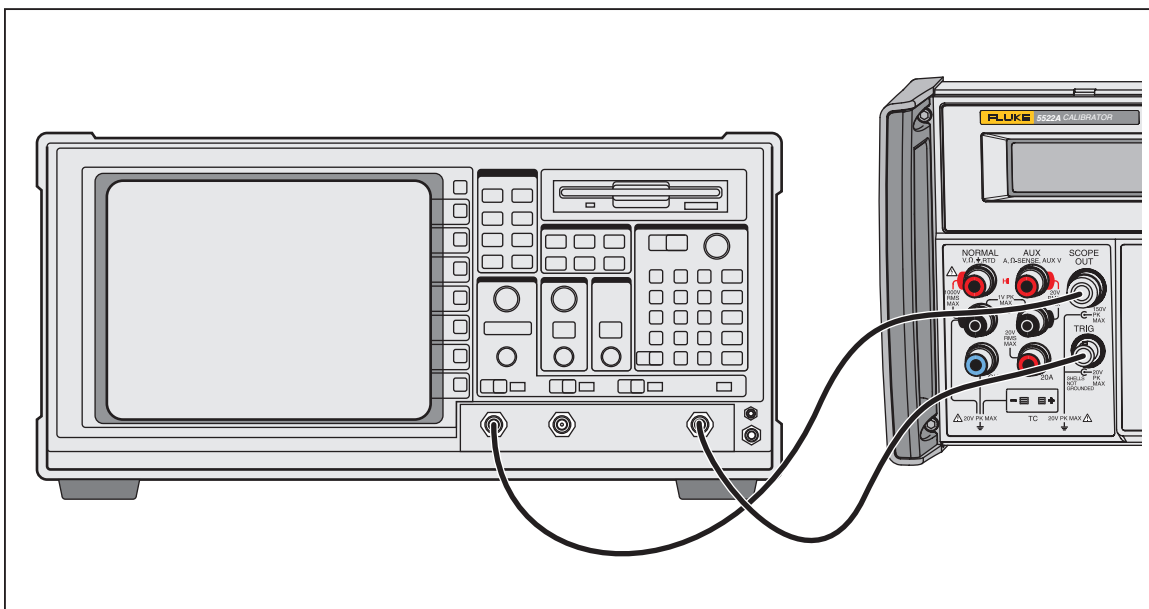
Характеристики измерений перегрузки

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 на Калибраторе с одним из канальных разъемов на вашем осциллографе (см. Рисунок 9-1).

Чтобы использовать внешний пусковой сигнал, соедините выход TRIG OUT на Калибраторе с разъемом внешнего пускового сигнала на осциллографе. Чтобы использовать внешний пусковой сигнал и отобразить его с помощью сигнала Калибратора, соедините разъем TRIG OUT к другому каналу. Подробную информацию по подключению и просмотру внешнего пускового сигнала см. в руководстве пользователя осциллографа.

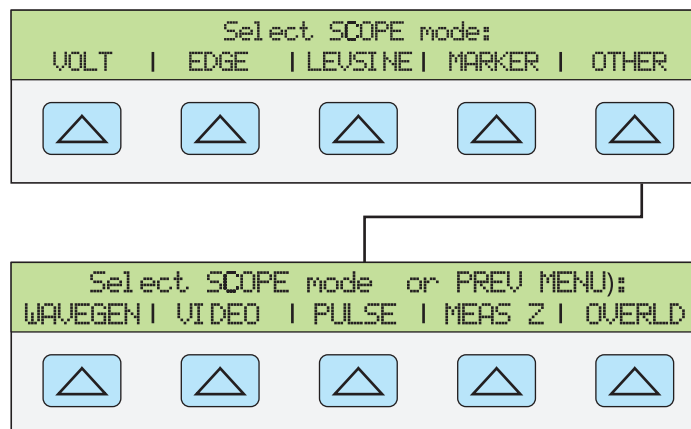


gjh036.eps

Рисунок 9-1. Подключение осциллографа: канал и внешний триггер

Запуск модуля SC600

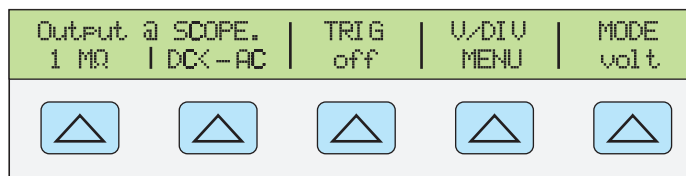
Нажмите кнопку **SCOPE** (LED lit), чтобы выбрать модуль SC600. На дисплее управления отобразится меню SCOPE, показанное ниже. Можно нажать любую из первых четырех функциональных кнопок, чтобы перейти непосредственно в различные меню калибровки - VOLT, EDGE, LEVSINE и MARKER. Нажмите последнюю функциональную кнопку, чтобы перейти в меню OTHER (также показано ниже), из которого доступны меню WAVEGEN, VIDEO, PULSE, измерения полного сопротивления и емкости (MEAS Z) и Overload (OVERLD). Нажмите кнопку **PREV MENU**, чтобы вернуться в меню SCOPE из меню OTHER. В этой главе подробно описывается каждое из этих меню.



gjh050.eps

Выходной сигнал

В последующем описании подразумевается, что режим VOLT уже был выбран из меню SCOPE. 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, возможно, что Калибратор находится в режиме ожидания. Настройки выходного сигнала показаны на дисплее выходного сигнала (дисплей с левой стороны).

Если высвечивается индикация STBY, нажмите клавишу **OPR**. Дисплей выхода покажет OPR, и на осциллографе должен появиться выходной сигнал.

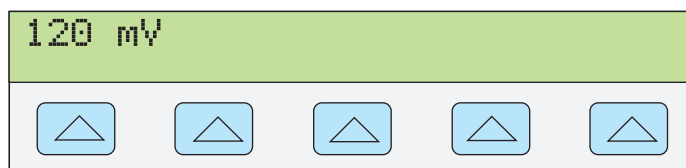
Изменение настроек выходного сигнала

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, чтобы ввести 120 мВ, нажмите **1** **2** **0** **μ** **m** **dBm** **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, чтобы ввести 200 мкс, нажмите **2** **0** **0** **SHIFT** **μ** **m** **SHIFT** **sec** **Hz**.

Если вы сделали ошибку, нажмите **CE**, чтобы очистить дисплей управления и вернуться в меню.

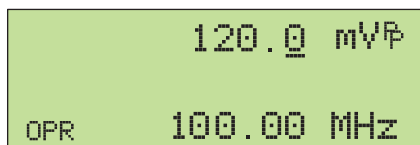
2. Нажмите **ENTER**, чтобы активировать значение и перенести его на дисплей выхода.

Другие настройки на этом дисплее останутся неизменными, если только вы не вводите новое значение и не определяете единицы для этого значения.

Настройка значений с помощью поворотной кнопки

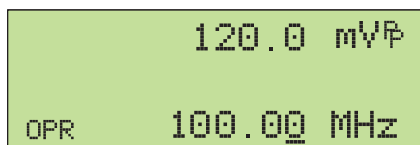
Чтобы настроить значение на дисплее выхода, используя поворотную кнопку:

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 .



gjh038.eps

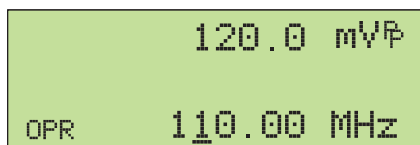
2. Чтобы переместить курсор между полями напряжения и частоты, нажмите .



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 .



gjh047.eps

5. Нажмите , 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 5522A подаст звуковой сигнал. Если требуется доступ к другому диапазону значений, быстро прокрутите кнопку, чтобы перейти к новому диапазону.

Использование клавиш **MULT** и **DIV**

С помощью клавиш **MULT** 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 настроек модуля SC600

Вы можете вернуть все параметры 5522A к установкам по умолчанию в любое время при работе с передней панели, нажав клавишу **RESET** на передней панели.

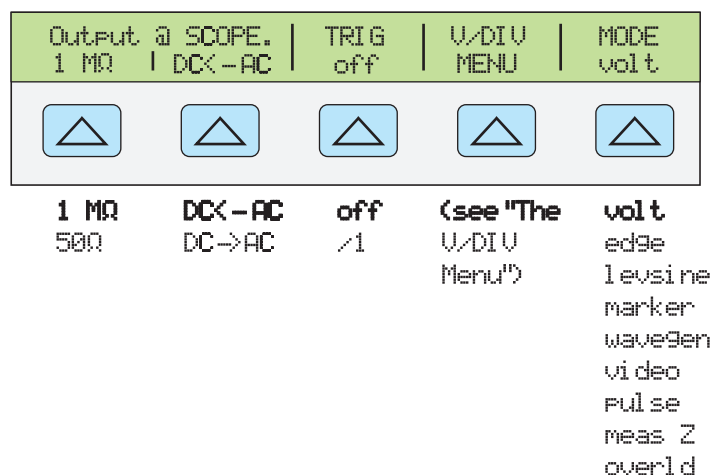
После сброса настроек 5522A, нажмите **SCOPE**, чтобы вернуться к модулю калибровки осциллографа (появится меню Volt). Нажмите **OPR**, чтобы вновь подключить выходной сигнал.

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 5522A в режиме напряжения (Volt). Специфичные напряжения, которые вы должны использовать для калибровки, и деления сетки, которые должны с ними совпадать, варьируются для различных осциллографов и определяются в инструкции по эксплуатации 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 кнопку 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 появляется, нажмите **OPR**. Чтобы отключить

сигнал, нажмите **STBY**.

- **DC <-> AC** Переключение между сигналами постоянного или переменного тока. По нажатию функциональной клавиши во время передачи сигнала переменного тока генерируется эквивалентный выходной сигнал постоянного тока.
- **1 MΩ** Выбор между настройками полного сопротивления на выходе Калибратора 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 нажатием ??.
- **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 вы находитесь в режиме 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.

20.00 mV/div UP down		#DIV = 1 UP down		MODE volt
				
1 mV	0.5 V	1	volt	
2 mV	1 V	2	edge	
5 mV	2 V	3	levsine	
10 mV	5 V	4	marker	
20 mV	10 V	5	wavegen	
50 mV	20 V	6	video	
100 mV	50 V	7	pulse	
200 mV	100 V	8	meas 2	
			overld	

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 эту функциональную кнопку после выбора **UP** Для уменьшения значения в

вольтах на деление нажмите функциональную клавишу после выбора **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 кнопку после выбора UP, чтобы увеличить высоту сигнала, либо после выбора DOWN, чтобы уменьшить высоту сигнала.

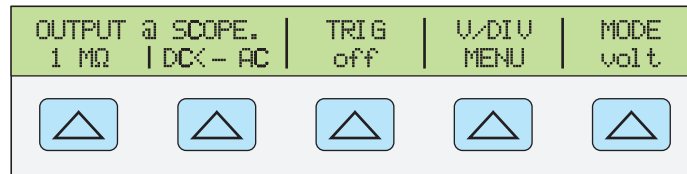
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений

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 понижен 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, определенным в технических характеристиках вашего осциллографа. 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 осциллограф работает в режиме Volt, на дисплее управления отобразится следующее меню.

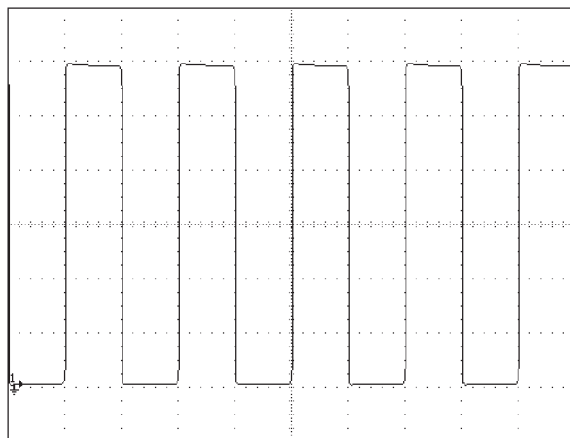


gjh054.eps

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 **OR** на 5522A светится. Это означает, сигнал подключен.
2. Введите уровень напряжения, рекомендованный для вашего осциллографа. Например, чтобы ввести 30 мВ, нажмите **3** **0** **μm** **V**, затем **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 должно 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.

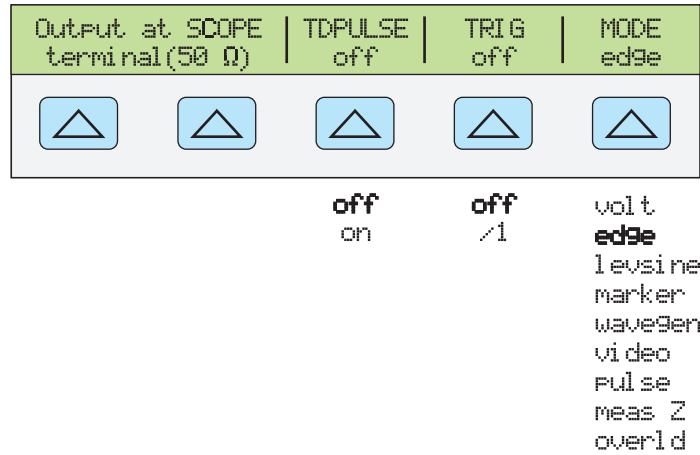
Калибровка импульсной и частотной характеристики осциллографа

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".



Нажмите функциональную кнопку 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.

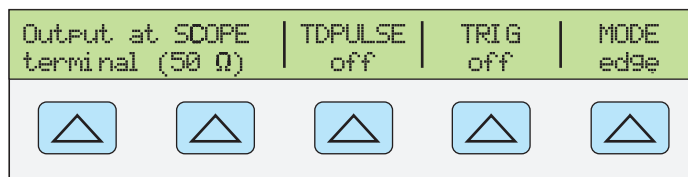
- **Клемма OUTPUT @ SCOPE (50 Ω)** Указывает расположение и полное сопротивление выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
В режиме EDGE изменение полного сопротивления выходного сигнала невозможно.
- **TD PULSE** Нажмите один раз, чтобы включить сигнал генератора туннельного диода. Для отключения нажмите повторно. Этот сигнал подает напряжение до 100 В р-р, необходимого для включения генератора туннельного диода (номер компонента Fluke 606522, Tektronix 067-0681-01 или эквивалентный).
- **TRIG** Если используется внешний триггер, нажмите эту клавишу 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.
- **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 осциллограф работает в режиме EDGE, на дисплее управления отобразится следующее меню.



gjh067.eps

Чтобы калибровать импульсную характеристику, выполните следующую процедуру.

1. Подключите 5522A к каналу 1 на осциллографе. Выберите полное сопротивление $50\ \Omega$ или используйте оконечную схему $50\ \Omega$ непосредственно на входе осциллографа. Убедитесь, что клавиша **OPR** 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.).



gok007i.eps

5. Убедитесь, что осциллограф отображает правильное время нарастания и характеристики искажения импульса.
6. Устраните входной сигнал нажатием **STBY**.

Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода

С помощью Калибратора можно запускать генератор туннельного диода (номер компонента Fluke 606522, Tektronix 067-0681-01 или эквивалентный), что позволяет проверять значения времени нарастания со скоростью порядка 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 кнопку TDPULSE, чтобы выбрать положение "on" (вкл).
3. Нажмите кнопку **OPR**.
4. Поверните регулятор на корпусе генератора в положение максимального значения настройки, необходимого для индикации показания.

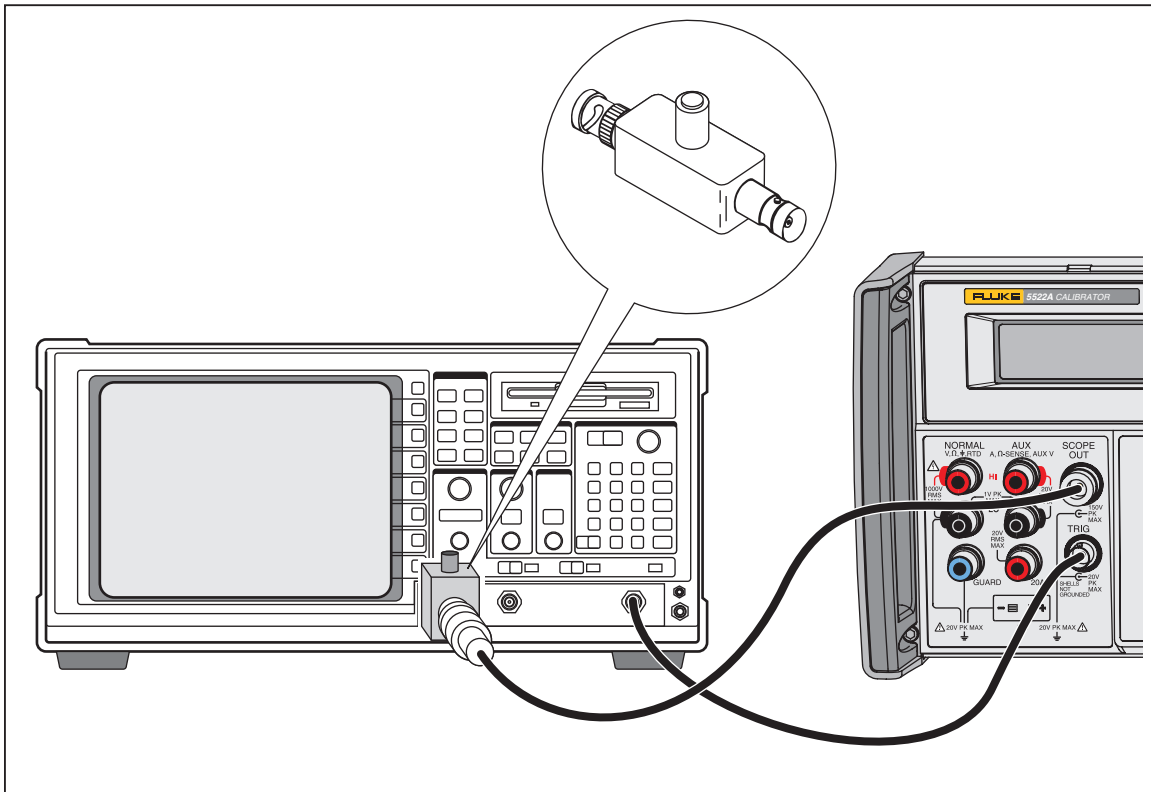


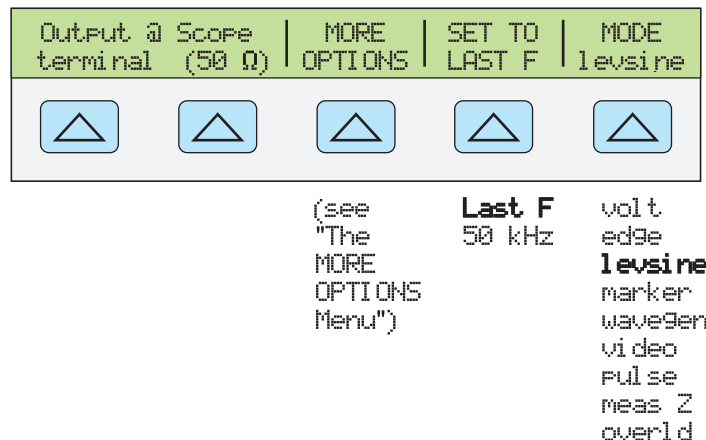
Рисунок 9-2. Подключения генератора туннельного диода

Функция сглаженной синусоиды

Функция сглаженной синусоиды (Levsine) использует сглаженную синусоиду, амплитуда которой остается относительно постоянной в 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 Levsine, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не появится надпись "levsine".



Нажмите функциональную кнопку MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню SCOPE.

- **Клемма 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** Открывает дополнительные пункты меню, которые подробно описываются в "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 того, как вы делаете настройки 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.

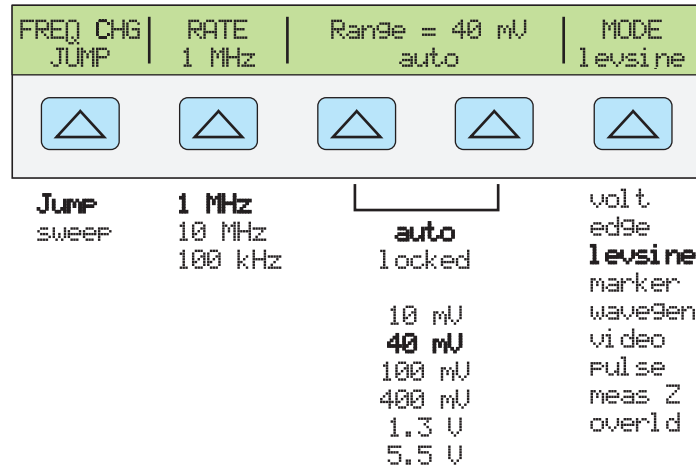
Сочетания клавиш для настройки частоты и напряжения

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 вам использовать автоматическую частотную развертку и при необходимости блокировать диапазон напряжений. Следующий раздел представляет вам детали этого меню.
- Кнопки **MULT X** и **DIV** пошагово поднимают и опускают частоты на значения, позволяя 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. Подробности использования функции развертки даются 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. Выберите вторую настройку ("locked"), чтобы зафиксировать текущее предельное значение диапазона; все последующие изменения уровня напряжения будут измеряться в заданных пределах 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, предположим, что предел диапазона равен 40 мВ. Если ввести значение 5 мВ при выбранной настройке "auto", то Калибратор автоматически изменит пределы диапазона до 10 мВ и выведет 5 мВ в пределах диапазона 10 мВ. Тем не менее, если начать с установки значения "locked" для диапазона 40 мВ, затем ввести 5 мВ, то Калибратор выведет 5 мВ из диапазона 40 мВ.

По умолчанию для установки диапазона выбрана настройка "auto", которая должна быть неизменной, за исключением случаев устранения ошибок вертикального усиления вашего осциллографа. После выхода из режима Levsine настройка диапазона будет всегда восстанавливаться настройка "auto".

- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме Levsine. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки.

Выполнение развертки по частотному диапазону

Изменяя частоту методом развертки, вы выполняете развертку определенного диапазона частот с помощью синусоиды выходного сигнала. С помощью этой функции можно определить частоту, на которой сигнал осциллографа проявляет те или иные свойства. Это позволяет быстро определить частотную характеристику осциллографа. Прежде чем начать эту процедуру, убедитесь в том, что вы находитесь в меню MORE OPTIONS и на дисплее демонстрируется синусоида.

Для развертки по частотам выполните следующую процедуру:

1. Убедитесь в том, что выходной сигнал показывает начальную частоту. Если нет, 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 кнопку под HALT SWEEP. Текущая частота появится на дисплее выхода, а на дисплее управления вновь появится меню MORE OPTIONS.

Примечание

Когда вы прерываете частотную развертку нажатием HALT SWEEP, метод FREQ CHANGE возвращается в режим "jump".

5. При необходимости повторите процедуру. Если, например, установлена быстрая развертка, можно просмотреть определенную частоту с помощью медленной развертки по подпространству диапазона предыдущей частоты.

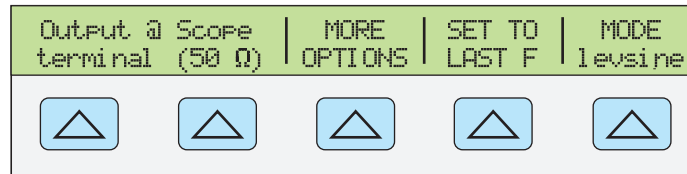
Процедура калибровки частотного отклика для осциллографа

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 на 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 осциллограф работает в режиме EDGE, на дисплее управления отобразится следующее меню.

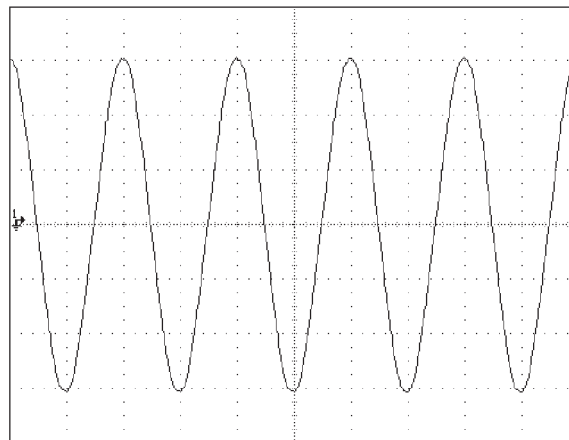


gjh058.eps

Чтобы калибровать частотный отклик, проделайте следующую процедуру отбора.

1. Вновь подключите сигнал, нажав на 5522A кнопку **OPR**. Выберите полное сопротивление 50 Ω или используйте прерывание 50 Ω напрямую на входе осциллографа.
2. Настройте установки синусоиды на выходном дисплее согласно рекомендаций по калибровке в инструкции к осциллографу. Например, для осциллографа HP 54522C начните со значения 600 мВ при 1 МГц. Чтобы ввести 600 мВ, нажмите **6** **0** **0** **μm** **dBmV**, затем - **ENTER**.
3. Выполните необходимые настройки осциллографа. Синусоида должна появиться точно в шести делениях, при полной амплитуде, как показано ниже.

При необходимости проведите небольшие настройки в амплитуде напряжения, пока волна не охватит точно шесть делений. Для подстройки напряжения нажмите **EDIT FIELD**, чтобы подвести курсор к выходному дисплею, сдвиньте курсор с помощью кнопки **◀**, и вращайте ручку, чтобы настроить значение. (Смотрите раздел "Подстройка значений" ранее в этой главе.)



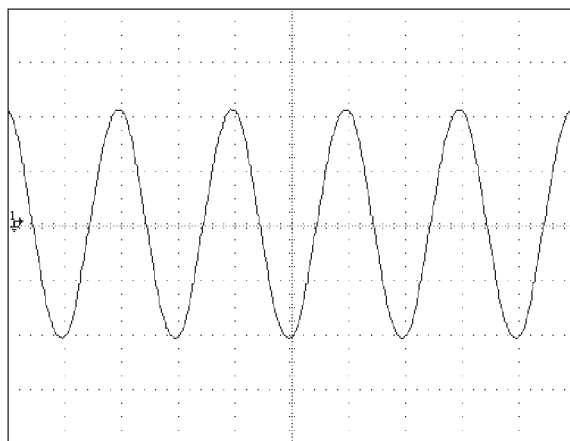
g10091.bmp

4. Поднимите частоту до 400 МГц (для приборов, рассчитанных на 500 МГц) или 500 МГц (для приборов, рассчитанных на 600 МГц). Чтобы

ввести 400 МГц, нажмите **4** **0** **0** **M** **Hz**, затем - **ENTER**.

- 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 поместить курсор в дисплей выходных значений, затем снова нажмите **EDIT FIELD**, чтобы поместить курсор в поле частоты, а затем, нажимая клавиши **◀** и **▶**, переместите курсор к символу, который требуется изменить. Затем измените значение, вращая поворотную кнопку. 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.



gl010i.bmp

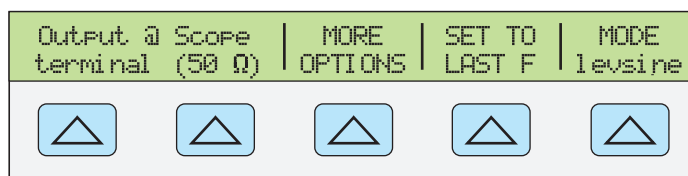
- Устраните входной сигнал нажатием **STBY**.
- Повторите процедуру для остальных каналов на вашем осциллографе.

Калибровка временной развертки осциллографа

Горизонтальное отклонение (временная развертка) осциллографа калибруется с помощью метода, сходного с калибровкой вертикального усиления. Сигнал маркера времени генерируется из Калибратора, 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 маркера, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не появится надпись "marker".



gjh058.eps

Нажмите функциональную кнопку 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** Указывает тип формы колебаний сигнала. В зависимости от настройки частоты, возможны варианты синусоидальная, острая, прямоугольная (прямоугольная волна 50 % продолжительности включения) и sq20% (прямоугольная волна 20 % продолжительности включения). 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).
- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме маркера. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных четырех режимов калибровки осциллографа.

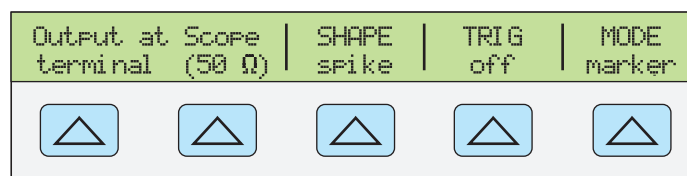
Значения маркера по умолчанию - 1,000 мс, SHAPE = пик.

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. Нажатие **DIV** понижает напряжение до ближайшей кардинальной точки, которая равна 500 мкс.

Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа

Эта процедура отбора использует функцию маркера времени для проверки горизонтального отклонения (временной развертки) вашего осциллографа. Точные значения временной развертки, рекомендованные для калибровки, смотрите в инструкции к вашему осциллографу.

Прежде чем начать процедуру, убедитесь в том, что находитесь в режиме маркера. Если осциллограф работает в режиме EDGE, на дисплее управления отобразится следующее меню.



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. Используйте значение маркера времени, соответствующее рекомендованным настройкам калибровки в инструкции к вашему осциллографу. Например, чтобы ввести 200 нс, нажмите

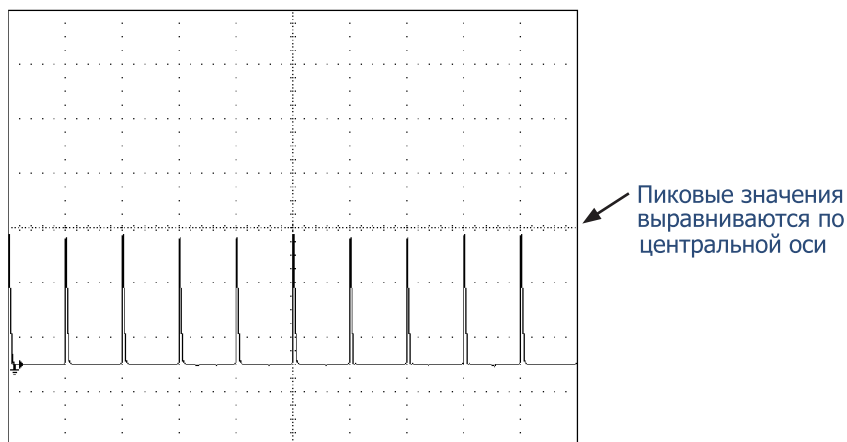
2 **0** **0** **SHIFT** **n** **k** **SHIFT** **Hz**, а затем **ENTER**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете ввести эквивалентную частоту вместо значения маркера времени. Например, вместо ввода 200 нс вы можете ввести 5 МГц.

3. Настройте временную развертку осциллографа на показ 10 маркеров времени. Маркеры времени должны совпадать с делениями осциллографа, как показано в примере ниже.

Для точности показаний выровняйте пиковые значения сигнала по горизонтальной центральной оси.



gok011i.eps

4. Повторите эту процедуру для всех значений маркера времени, рекомендованных для вашего осциллографа. При необходимости повторите для цифрового и аналогового режима. Некоторым осциллографам может потребоваться изменение увеличения при калибровке в аналоговом режиме.
5. Устраните входной сигнал нажатием **STBY**.

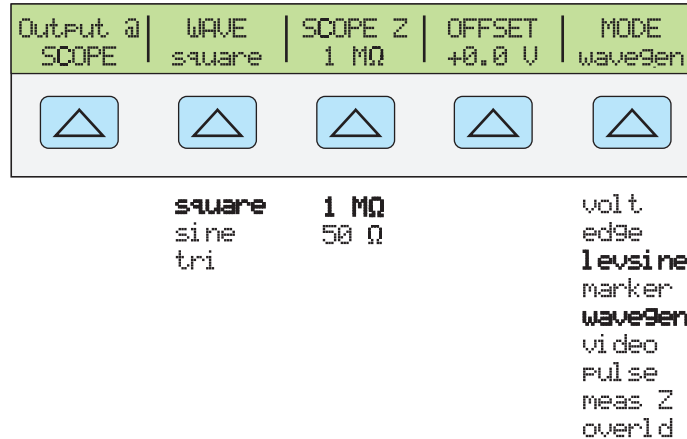
Тестирование запуска модуля SC600

Возможности осциллографа инициировать сигналы различной формы проверяются с помощью генератора 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, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не появится надпись "wavegen".



gjh061.eps

Нажмите функциональную кнопку MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

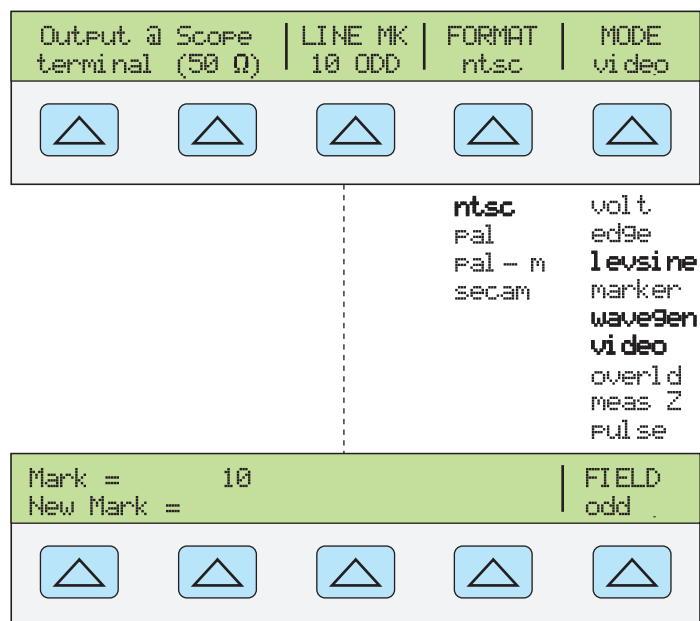
Далее описывается каждый пункт в меню Wavegen.

- **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** Переключение между настройками выходного сопротивления Калибратора - 50 Ω и 1 Ω.
- **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. Этот предел зависит от межпикового значения формы 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.

Тестирование видео-триггеров



gjh062.eps

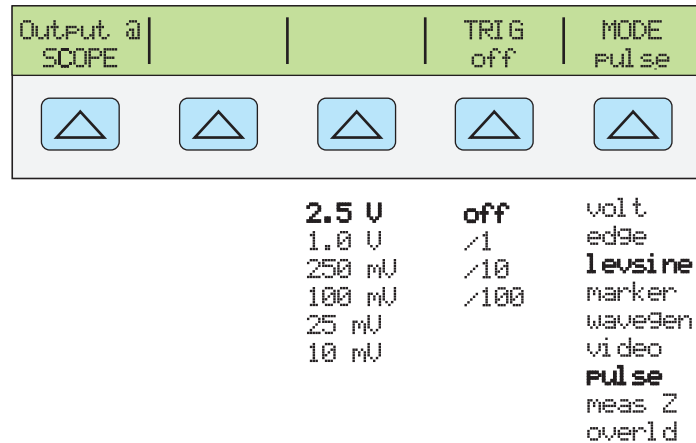
Нажмите функциональную кнопку MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

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 регистрации импульса



gjh063.eps

Нажмите функциональную кнопку 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.

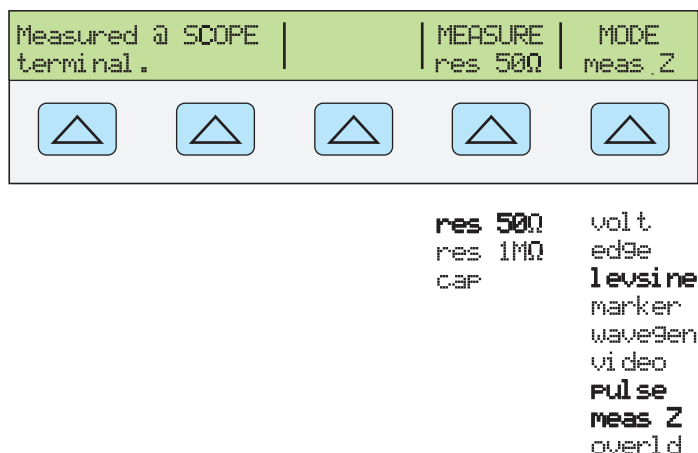
- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **AMPL** Показывает выходной уровень. Можно выбрать любое из следующих значений: 2.5 V, 1.0 V, 250 mV, 100 mV, 25 mV или 10 mV.
- **TRIG** 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).
- **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 ввести с единицами (например, 200 нс) или без единиц (например, 0.0000002). Чтобы изменить только период, введите частоту вместе с единицами (напр., 20 МГц для периода в 50 нс).

Измерение сопротивления и емкости входного сигнала



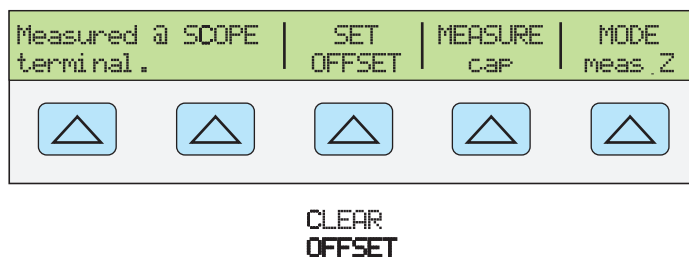
gjh064.eps

Нажмите функциональную кнопку 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:



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

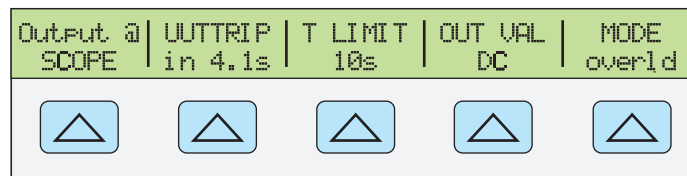
Оставаясь в выбранном режиме MEAS Z, выполните следующую процедуру измерения входной емкости осциллографа:

1. Настройте осциллограф на входное полное сопротивление 1 МΩ. Обратите внимание, что тестирование входной емкости невозможно при входном полном сопротивлении 50Ω.
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 **OPR**, чтобы начать измерение.

Тестирование 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 volt
AC edge
levsine
marker
wavegen
video
pulse
meas Z
overld

gjh066.eps

Нажмите функциональную кнопку **MODE**, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню других режимов (OTHER).

Далее описывается каждый пункт в меню OVERLD.

- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала.
- **UUTRIP** Показ результатов 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 временной предел для применения выходного значения. Нажмите эту кнопку, чтобы ввести новое или исправить текущее значение временного предела (диапазон допустимых значений: 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 (Overload). Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

По умолчанию выбраны настройки перегрузки +5,000 В и DC.

В любое время 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) кнопкой 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

В этом разделе описаны команды и запросы, которые используются в модуле 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 последовательной, перекрывающейся или связанной.

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) 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, исключающие прерывание до тех пор пока не будет обнаружено завершение выполнения 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 соблюдать осторожность при использовании связанных команд, поскольку они могут взаимно блокироваться, что 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 ВЫКЛ. или если до этого находился в режиме ожидания. FUNC? Возвращает SACV (для перемен. тока) или SDCV (для пост. тока).
	Пример: SCOPE VOLT; OUT 4 V, 1 kHz (перемен. напряжение, 4 В межпиковое значение, 1 кГц.)
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? возвращает EDGE.
	Пример: SCOPE EDGE; OUT 0.5 V, 5 kHz (Фронт, 0.5 В межпиковое, 5 кГц)
LEVSINE	Режим LEVSINE осциллографа. Программирует 30 мВ ампл., 50 кГц, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из ВЫКЛ. или ранее в режиме ожидания. FUNC? возвращает 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? возвращает 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? возвращает WAVEGEN.
	Пример: SCOPE WAVEGEN; OUT 1 V, 1 kHz (Генератор колебаний, 1 В межпиковое значение, 1 кГц.)

Таблица 9–1. Параметры команды SCOPE (продолж.)

Параметр	Описание/пример
VIDEO	Режим VIDEO осциллографа. Программирует 100% выход (1 В p-p), маркер строки 10, формат NTSC. FUNC? возвращает 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? возвращает 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? возвращает MEASZ.
	Пример: SCOPE MEASZ; RANGE TZCAP (режим MEAS Z, диапазон емкостей)
OVERLD	Режим Overload осциллографа. Программирует диапазон 5 В переменного тока. FUNC? возвращает 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.

Команды OPER, STBY, *OPC, *OPC? и *WAI используются так, 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? возвращаются команды 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 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 -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?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает текущие режим работы осциллографа. Возвращает OFF если осциллограф выключен.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Возвращает OFF, VOLT, EDGE, LEVSINE, MARKER или WAVEGEN.)

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)

Возвращает 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)

Возвращает настройку выходного полного сопротивления осциллографа.

Параметры: (Нет)

TRIG

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 $\cdot$ в режиме Meas Z.

TZ1MOHM Устанавливает полное сопротивление до 1 $\cdot$ 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)

Возвращает генератору туннельного диода состояние "on/off" в режиме EDGE.

Параметры: ON (или ненулевое значение) или OFF (либо ноль)

Пример: TDPULSE ON

Возвращает 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 для режима 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)

Возвращает MARKER настройку формы сигнала.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Возвращает SINE, SPIKE, SQUARE или SQ20PCT.)

Команды функции Video

VIDEOFMT

(IEEE-488, RS-232, Последовательная)

Выбирает формат режима VIDEO.

Параметры: NTSC, PAL, PALM (для PAL-M) или SECAM

Пример: VIDEOFMT SECAM

VIDEOFMT?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает формат режима VIDEO.

Параметры: (Нет)

Отклик : NTSC, PAL, PALM (для PAL-M) или SECAM

VIDEOMARK

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Программирует местоположение маркера строки для режима VIDEO.

Параметры: Номер маркера строки.

Пример: VIDEOMARK 10

VIDEOMARK?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает настройку маркера строки в режиме VIDEO.

Параметры: Нет.

Отклик: <character> SINE, SPIKE, SQUARE или SQ20PCT

Команды функции Overload

OL_TRIP?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает обнаруженное состояние защиты от перегрузки.

Параметры: (Нет)

Отклик: Возвращает число секунд до срабатывания защиты.
Возвращает 0, если защита не сработала, либо если режим OVERLD неактивен.

TLIMIT

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Устанавливает временной предел команды OPERATE для сигнала режима 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)

Возвращает запрограммированный OPERATE для сигнала режима OVERLD.

Отклик: <Integer> Временной предел в секундах.

TLIMIT_D

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Устанавливает заданный по умолчанию временной период команды OPERATE для сигнала режима OVERLD.

Параметры: от 1 до 60 (секунд)

Пример: TLIMIT_D 15

TLIMIT_D?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает заданный по умолчанию временной предел перегрузки.

Отклик: <Integer> Заданный по умолчанию временной предел в секундах.

Команды функции полного сопротивления/емкости

ZERO_MEAS

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Задаёт смещение результатов измерений значению емкости.

Параметры: (boolean) ON или OFF.

*TRG

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Иницирует и возвращает новое измеренное значение полного сопротивления для модуля 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 возвращает 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? возвращает 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 термодпар см. в Главе 6.)*

Проверочные таблицы

Приведенными здесь проверочными тестовыми точками можно руководствоваться в тех случаях, когда требуется сверка по 1-годовым техническим характеристикам.

Проверка показаний напряжения постоянного тока

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

Проверка амплитуды перем. напряжения

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

Проверка частоты перем. напряжения

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

Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 1 МΩ

Таблица 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

Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 50 МΩ

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-годичные 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

Проверка амплитуды сглаженной синусоиды

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-годичные 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

Проверка частоты сглаженной синусоиды**Таблица 9–8. Проверка частоты сглаженной синусоиды модуля SC600**

Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (Гц)	Отклонение (Гц)	1-годичные 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

Проверка гармоник сглаженной синусоиды**Таблица 9–9. Проверка гармоник сглаженной синусоиды модуля SC600**

Гармоника	Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (дБ)	Отклонение (дБ)	1-годичные 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

Проверка плоскостности сглаженной синусоиды

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-годичные 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

Проверка амплитуды фронта

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

Проверка частоты фронта

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

Проверка времени активности фронта**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

Проверка времени нарастания фронта**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

Верификация генератора туннельного диода**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

Проверка генератора маркеров

Таблица 9–16. Проверка генератора маркеров модуля SC600

Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годовые 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

Проверка периода генератора импульсов

Таблица 9–17. Проверка периода генератора импульсов модуля SC600

Номинальное значение (В, р-р)	Ширина импульса (с)	Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годовые 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

Проверка ширины импульса генератора импульсов

Таблица 9–18. Проверка ширины импульса генератора импульсов модуля SC600

Номинальное значение (В, р-р)	Ширина импульса (с)	Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годовые 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

Проверка входного полного сопротивления**Таблица 9–19. Проверка входного полного сопротивления модуля SC600**

Номинальное значение (Ω)	Измеренное значение (Ω)	Отклонение (Ω)	X-ка 1 года (Ω)
40			0,04
50			0,05
60			0,06
600000			600
1000000			1000
1500000			1500

Проверка входного полного сопротивления: Емкость**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

Глава 10

Модуль калибровки осциллографов SC1100

Наименование	Страница
Введение	10-3
Технические характеристики модуля SC1100	10-3
Общие технические характеристики	10-4
Характеристики по напряжению	10-4
Технические характеристики фронта	10-5
Характеристики функции сглаженной синусоиды	10-5
Характеристики маркера времени	10-6
Характеристики генератора колебаний	10-6
Характеристики генератора импульсов	10-7
Характеристики пускового сигнала (функция импульса Pulse)	10-7
Характеристики пускового сигнала (функция маркера времени Time Marker)	10-7
Характеристики пускового сигнала (функция фронта Edge)	10-7
Характеристики пускового сигнала (функция напряжения прямоугольной волны)	10-7
Характеристики телевизионного пускового сигнала	10-7
Характеристики измерений входного сопротивления осциллографа	10-8
Характеристики измерений входной емкости осциллографа	10-8
Характеристики измерений перегрузки	10-8
Подключения осциллографа	10-8
Запуск модуля SC1100	10-9
Выходной сигнал	10-9
Изменение настроек выходного сигнала	10-9
Ввод значения	10-10
Настройка значений с помощью поворотной кнопки	10-10
Использование клавиш  и 	10-11
Сброс модуля SC1100	10-11
Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе	10-11
Функция напряжения VOLT	10-11
Меню V/DIV	10-12
Процедура калибровки амплитуды для осциллографа	10-13
Калибровка импульсной и частотной характеристики осциллографа	10-14
Функция фронта	10-15
Процедура калибровки импульсной характеристики осциллографа	10-15

Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода	10-17
Функция сглаженной синусоиды	10-17
Сочетания клавиш для настройки частоты и напряжения	10-18
Меню MORE OPTIONS.....	10-19
Выполнение развертки по частотному диапазону	10-20
Процедура калибровки частотной характеристики осциллографа	10-21
Калибровка временной развертки осциллографа	10-22
Функция маркера времени	10-22
Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа	10-24
Тестирование функции триггера осциллографа.....	10-25
Тестирование триггеров видео	10-26
Верификация регистрация импульсов.....	10-27
Измерение сопротивления и емкости входного сигнала.....	10-28
Измерение выходное сопротивление	10-28
Измерение входной емкости	10-29
Тестирование защиты от перегрузки	10-29
Дистанционные команды и запросы.....	10-30
Общие команды	10-31
Команды функции Edge.....	10-35
Команды функции Marker	10-35
Команды функции Video	10-35
Команды функции Overload	10-36
Команды функции полного сопротивления/емкости	10-37
Проверочные таблицы	10-38
Проверка показаний напряжения постоянного тока	10-38
Проверка напряжения перем. напряжения	10-40
Проверка частоты перем. напряжения	10-42
Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 1 MΩ	10-42
Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 50 MΩ	10-43
Проверка амплитуды фронта	10-44
Проверка частоты фронта	10-45
Проверка времени активности фронта	10-45
Проверка времени нарастания фронта	10-45
Верификация генератора туннельного диода.....	10-46
Верификация сглаженной синусоиды: Амплитуда	10-46
Верификация сглаженной синусоиды: Частота.....	10-47
Верификация сглаженной синусоиды: Гармоники	10-47
Верификация сглаженной синусоиды: Неравномерность	10-49
Проверка генератора маркеров.....	10-56
Проверка периода генератора импульсов	10-57
Проверка ширины импульса генератора импульсов	10-57
Проверка входного полного сопротивления	10-58
Проверка входного полного сопротивления: Емкость	10-58

Введение

В модуле калибровки 5520A-SC1100 (далее – модуле SC1100) реализованы функции, обеспечивающие высокую точность осциллографа, а также проверку и калибровку следующих его характеристик:

- 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, Калибратор поддерживает более быстрые проверки импульсных характеристик с помощью внешнего генератора туннельного диода.
- 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. Эта процедура калибровки аналогична используемой для проверки характеристик вертикального отклонения, за исключением того, что применяется к горизонтальной оси.
- Возможности осциллографа по отображению, регистрации и измерению ширины импульса проверяются с помощью функции PULSE. Эта функция позволяет варьировать ширину и период импульса.
- Возможности осциллографа инициировать сигналы различной формы проверяются с помощью функции генератора волн WAVEGEN.
- Возможности осциллографа инициировать и регистрировать сложные ТВ-сигналы проверяются с помощью функции VIDEO.
- Входные характеристики осциллографа измеряются с помощью функции сопротивления и емкости входного сигнала (MEAS Z).
- Тестирование схем защиты входных сигналов выполняется с помощью функции перегрузки OVERLD.

Меню, которые реализуют эти функции, также включают в себя параметры для изменения способа, которым выходной сигнал отвечает на настройки напряжения, частоты и времени, давая возможность контролировать сигнал во время калибровки, а также предоставляя дополнительные методы наблюдения за характеристиками сигнала.

Технические характеристики модуля SC1100

Эти технические характеристики относятся только к модулю SC1100. Общие сведения о Калибраторе 5522A ("Калибратор") приведены в Главе 1. Технические характеристики справедливы при следующих условиях:

- Калибратор работает в условиях, указанных в Главе 1.
- Калибратор прогрет в течение как минимум удвоенного времени с момента последнего выключения или в течение 30 минут.
- Модуль SC1100 активен в течение не менее 5 минут.

Общие технические характеристики

Время прогрева	Удвоенное время после последнего прогрева, но не более 30 минут.
Время стабилизации	Не более 5 секунд для всех функций и диапазонов
Диапазон температур	
Рабочая.....	от 0°C до 50°C
Калибровки (tcal)	от 15°C до 35°C
Хранения.....	от -20°C до +70°C
Электромагнитная совместимость	Прибор предназначен для работы в стандартных лабораторных условиях с жестким контролем условий электромагнитной совместимости. При использовании в местах с напряженностью электромагнитного поля более 1 В/м возможны ошибочные выходные значения. При проверке этих характеристик используются новые кабели и разъемы.
Температурный коэффициент	Температурный коэффициент для температур вне пределов tcal +5 °C составляет 10 % на °C для годовых характеристик.
Относительная влажность	
При работе.....	< 80 % до 30°C, < 70 % до 40°C, < 40 % до 50°C.
При хранении.....	<95 %, без конденсации
Высота над уровнем моря	
При работе.....	Максимальная 3,050 м (10,000 футов)
Нерабочая.....	до 12200 м (40000 футов)
Безопасность	Разработано в соответствии со стандартами IEC 1010-1 (1992-1); ANSI/ISA-S82.01-1994; CAN/CSA-C22.2 № 1010.1-92
Низкое напряжение аналоговой развязки.	20 В
EMC	Соответствует стандарту EN 61326-1/1997, Класс «А»

Характеристики по напряжению

Функция напряжения	Сигнал пост. тока		Прямоугольный сигнал ^[1]	
	50 Ω Нагрузка	Нагрузка1 МΩ	Нагрузка 50 Ω	Нагрузка1 МΩ
Амплитудные характеристики				
Диапазон	от 0 до ±6,6 В	от 0 до ±130 В	от ±1 мВ до ±6,6 V p-p	от ±1 мВ до ±130 V p-p
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	Плавно регулируемый			
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(0,25% выхода + 40 мкВ)	±(0,05 % выхода + 40 мкВ)	±(0,25 % выхода + 40 мкВ)	±((0,1 % выхода + 40 мкВ) ^[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 заданного значения)			
Типичное искажение в пределах 4 мкс от 50% переднего/заднего фронта импульса	< (0,5% выхода + 100 мкВ)			
[1] Выбирается положительная или отрицательная прямоугольная волна с нулем отсчета.				
[2] Для частот прямоугольных волн более 1 кГц, ± (0,25 % выхода + 40 мкВ).				

Технические характеристики фронта

Характеристики фронта на входе с нагрузкой 50 Ω		Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C
Время нарастания импульса	≤300 пс	(+0 пс / -100 пс)
Динамический диапазон (p-p)	от 5,0 мВ до 2,5 В	±(2 % выхода + 200 мкВ)
Разрешение	4 знака	неприменимо
Диапазон настройки	±10 % вокруг каждого значения последовательности (указанного ниже)	неприменимо
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	неприменимо
Частотный диапазон	от 1 кГц до 10 МГц ^[1]	±(2,5 ppm от заданного значения)
Типичные колебания, фронт пускового сигнала	<5 пс (p-p)	неприменимо
Искажения переднего фронта импульса ^[2]	в пределах 2 нс от 50 % переднего фронта импульса	< (3% выходного значения + 2 мВ)
	2-5 нс	< (2 % выходного значения + 2 мВ)
	5-15 нс	< (1 % выходного значения + 2 мВ)
	после 15 нс	< (0,5 % выходного значения + 2 мВ)
Типичная продолжительность включения	От 45 % до 55 %	неприменимо
Характеристики генератора импульсов	Прямоугольная волна в диапазоне от 100 Гц до 100 кГц с переменной амплитудой от 60 до 100 В p-p.	
[1] Выше 2 МГц время нарастания импульса <350 пс. [2] Все измерения искажений фронта импульса проводились на мейнфрейме Tektronix 11801 с подключенным модулем ввода SD26.		

Характеристики функции сглаженной синусоиды

Сглаженная синусоида Характеристики входа 50 Ω	Частотный диапазон				
	50 кГц (эталон)	от 50 кГц до 100 МГц	от 100 до 300 МГц	от 300 до 600 МГц	от 600 до 1100 Гц
Амплитудные характеристики (для измерения ширины полосы частот осциллографа)					
Диапазон (p-p)	от 5 мВ до 5,5 В				от 5 мВ до 3,5 В
Разрешение	<100 мВ: 3 знака ≥100 мВ: 4 знака				
Диапазон настройки	плавно регулируемый				
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±(2 % выхода + 300 мкВ)	±(3,5 % выхода + 300 мкВ)	±(4 % выхода + 300 мкВ)	±(6 % выхода + 300 мкВ)	±(7 % выхода + 300 мкВ)
Плоскостность (относительно 50 кГц)	не применимо	±(1,5 % выхода + 100 мкВ)	±(2 % выхода + 100 мкВ)	±(4 % выхода + 100 мкВ)	±±(5 % выхода + 100 мкВ)
Краткосрочная амплитудная устойчивость	≤ 1 % ^[1]				
Частотные характеристики					
Разрешение	10 кГц				100 кГц
Годичная абсолютная погрешность при tcal ± 5°C	±2.5 ppm ^[2]				
Характеристики искажения					
2-я гармоника	≤ -33 дБн				
3-я и более высокая гармоника	≤ -38 дБн				
[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

Таймер времени входа 50 Ω	от 5 с до 50 мс	от 20 мс до 100 нс	от 50 до 20 нс	10 нс	5-1 нс
Годичная абсолютная погрешность в кардинальных точках, при tcal ± 5°C	±((25 + t x 1000 ppm) ^[1]	±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 р-р ^[2]	>1 В р-р ^[2]	>1 В р-р ^[2]	>1 В р-р ^[2]	> 1 В р-р
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 М Ω
Амплитуда	
Диапазон	на входе 1 М Ω : от 1,8 мВ до 55 В р-р на входе 50 Ω От 1,8 мВ до 2,5 В р-р
Годичная абсолютная погрешность при $t_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$, от 10 Гц до 10 кГц	$\pm(3 \% \text{ выхода р-р} + 100 \text{ мкВ})$
Последовательность	1-2-5 (напр., 10 мВ, 20 мВ, 50 мВ)
Типичный диапазон смещения постоянного напряжения	0 до $\pm (\geq 40 \% \text{ от амплитуды р-р})^{[1]}$
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 эфф.	

Характеристики генератора импульсов

Характеристики генератора импульсов	Положительный импульс на входе 50 Ω
Типичное время нарастания/затухания	<1,5 нс
Доступные амплитуды	2.5 В, 1 В, 250 мВ, 100 мВ, 25 мВ, 10 мВ
Ширина импульса	
Диапазон	от 4 до 500 нс ^[1]
Погрешность (типичная)	5 % ±2 нс
Период импульсов	
Диапазон	от 20 мс до 200 нс (от 50 кГц до 5 МГц)
Разрешение	4 или 5 знаков в зависимости от частоты и ширины
Годичная абсолютная погрешность в кардинальных точках, при tcal ± 5°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 импульса Pulse)

Период импульсов	Коэффициент деления	Амплитуда на входе 50 Ω (p-p)	Типичное время нарастания импульса
от 20 мс до 150 нс	откл./1/10/100	ε 1 В	δ2 нс

Характеристики пускового сигнала (функция маркера времени Time Marker)

Период маркера времени	Коэффициент деления	Амплитуда на входе 50 Ω (p-p)	Типичное время нарастания импульса
от 5 с до 35 мс	откл./1	ε1 В	δ2 нс
от 34.9 мс до 750 нс	откл./1/10/100	ε1 В	δ2 нс
749-7,5 нс	откл./10/100	ε1 В	δ2 нс
от 7,4 до 2 нс	откл./100	ε1 В	δ2 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 1 кГц до 10 МГц	откл./1	≥1 В	≤ 2 нс	40 нс

Характеристики пускового сигнала (функция напряжения прямоугольной волны)

Характеристики функции напряжения 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	≥1 В	≤ 2 нс	2 мкс

Характеристики телевизионного 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 (p-p)	Настраивается в пределах от 0 до 1,5 В p-p на входе 50 Ом, (погрешность ±7 %)
Маркер линии	Выбираемый линейный маркер видео

Характеристики измерений входного сопротивления осциллографа

Table with 3 columns: Selected input of the oscilloscope, 50Ω, 1 MΩ. Rows: Measurement range, Accuracy.

Характеристики измерений входной емкости осциллографа

Table with 2 columns: Selected input of the oscilloscope, 1 MΩ. Rows: Measurement range, Accuracy. Includes footnote [1] about measurement conditions.

Характеристики измерений перегрузки

Table with 4 columns: Source voltage, Typical current at turn-on, Typical current at turn-off, Variable or constant current (1 kHz) with maximum time limit.

Подключения осциллографа

С помощью кабеля, поставляемого вместе с модулем SC1100, соедините выходной разъем SCOPE на Калибраторе с одним из канальных разъемов на вашем осциллографе (см. Рисунок 10-1).
Чтобы использовать внешний пусковой сигнал, соедините выход TRIG OUT на Калибраторе с разъемом внешнего пускового сигнала на осциллографе.
Чтобы использовать внешний пусковой сигнал и отобразить его с помощью сигнала Калибратора, подсоедините разъем TRIG OUT к другому каналу.
Подробную информацию по подключению и просмотру внешнего пускового сигнала см. в руководстве пользователя осциллографа.

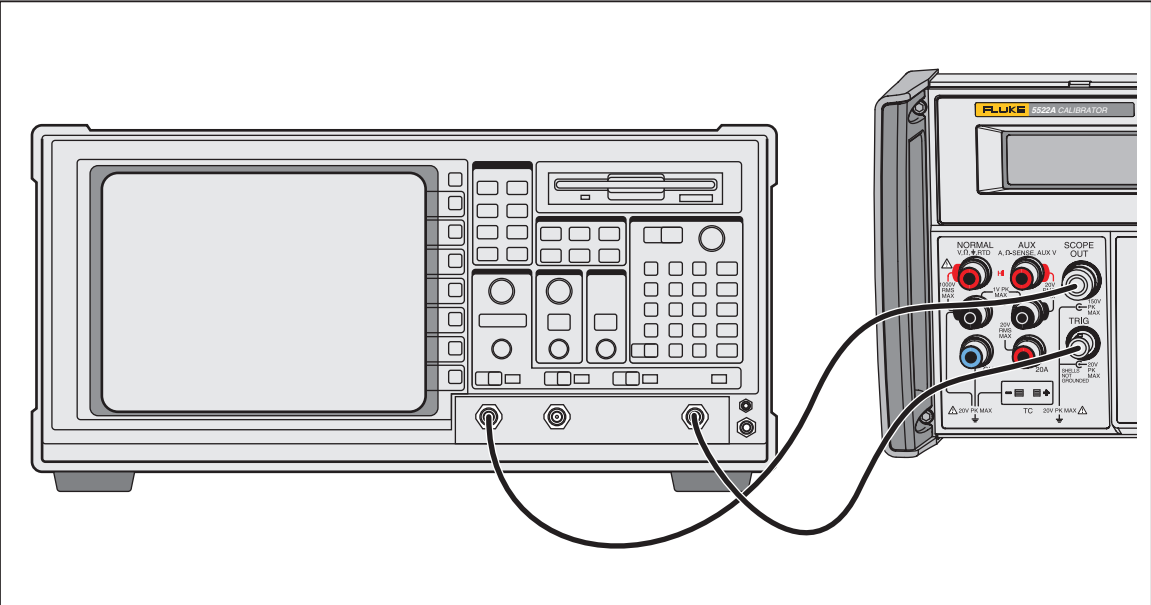
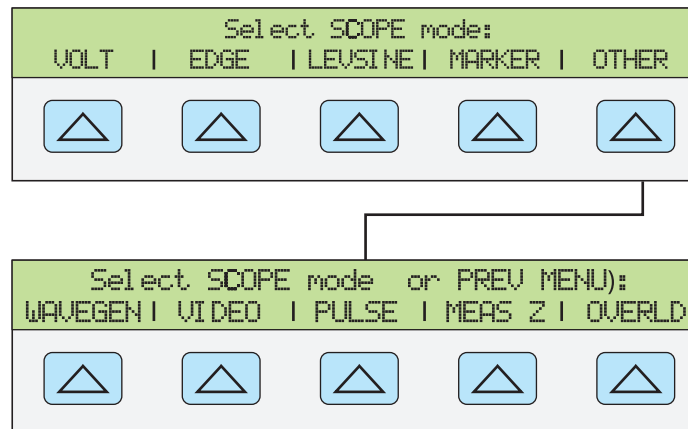


Рисунок 10-1. Подключение осциллографа: канал и внешний триггер

gjh036.eps

Запуск модуля SC1100

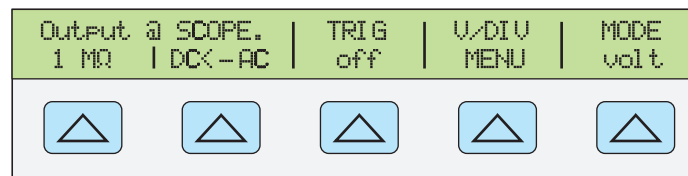
Нажмите кнопку **SCOPE** (загорается светодиодный индикатор), чтобы выбрать модуль SC1100. На дисплее управления отобразится меню SCOPE, показанное ниже. Можно нажать любую из первых четырех функциональных клавиш, чтобы перейти непосредственно в различные меню калибровки – VOLT, EDGE, LEVSINE и MARKER. 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 этой главе подробно описывается каждое из этих меню.



gjh050.eps

Выходной сигнал

В последующем описании подразумевается, что режим VOLT уже был выбран из меню SCOPE. 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 высвечивается индикация STBY, нажмите клавишу **OPR**. На дисплее выхода будет выведено OPR, и на осциллографе должен появиться выходной сигнал.

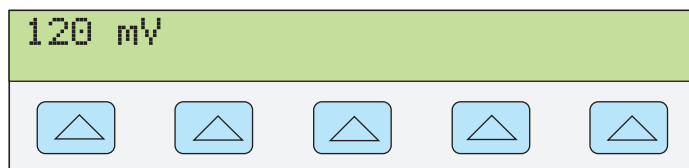
Изменение настроек выходного сигнала

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, чтобы ввести 120 мВ, нажмите **1** **2** **0** **μ** **m** **dBm** **V**. На дисплее управления отобразится:



gl002i.eps

Примечание

Доступ к единицам и приставкам, указанным красным цветом в верхнем левом углу клавиш, можно получить через кнопку **SHIFT**. Например, чтобы ввести 200 мкс, нажмите **2** **0** **0** **μ** **m** **SHIFT** **Hz**.

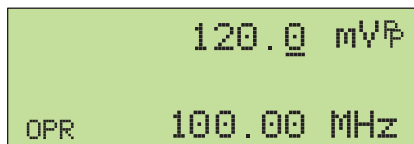
В случае ошибки нажмите **CE**, чтобы очистить дисплей управления и вернуться в меню.

2. Нажмите **ENTER**, чтобы активировать значение и перенести его на дисплей выхода. Другие настройки на этом дисплее останутся неизменными, если только вы не вводите новое значение и не определяете единицы для этого значения.

Настройка значений с помощью поворотной кнопки

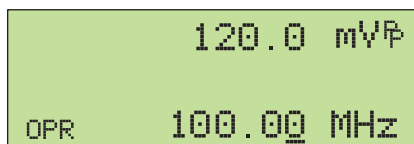
Чтобы настроить значение на дисплее выхода, используя поворотную кнопку:

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**.



gl003i.eps

2. Чтобы переместить курсор между полями напряжения и частоты, нажмите **EDIT FIELD**.

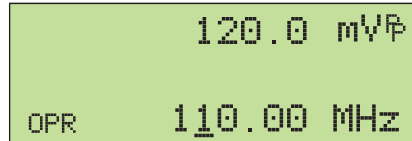


gl004i.eps

3. Используйте клавиши **◀** и **▶**, чтобы передвинуть курсор к знаку, который вы хотите изменить.

4. Поверните ручку, 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 нажатием кнопки **NEW REF**.



gl005i.eps

3. Нажмите **ENTER**, чтобы убрать курсор с дисплея выходного сигнала и сохранить новое значение как эталон.

Примечание

При попытке использовать ручку, чтобы настроить значение на уровень, который недействителен для функции, с которой вы работаете, или выходит за пределы диапазона значения, показатель не изменится и Калибратор подаст сигнал.

Использование клавиш **MULT** и **DIV**

С помощью клавиш **MULT** 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 SC1100

Можно вернуть все параметры Калибратора к установкам по умолчанию в любое время при работе с передней панели, нажав клавишу **RESET** на передней панели.

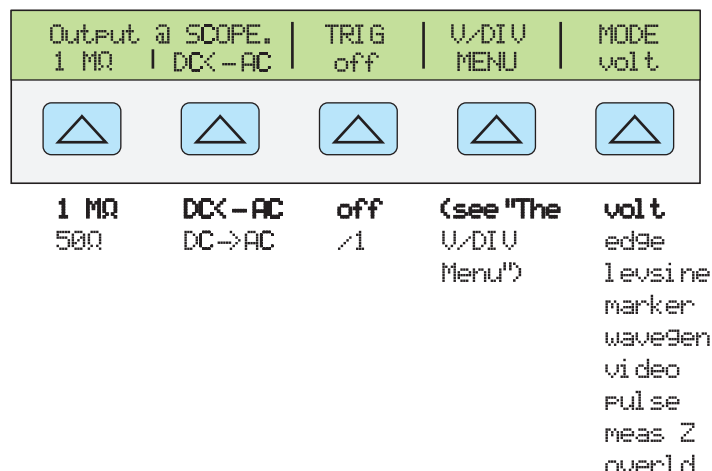
После сброса настроек Калибратора нажмите **SCOPE**, чтобы вернуться к модулю SC1100 (появится меню SCOPE). Нажмите **OPR**, чтобы вновь подключиться к выходу сигнала.

Калибровка амплитуды напряжения на осциллографе

Усиление напряжения осциллографа (по вертикали) калибруется посредством подачи постоянного или низкочастотного прямоугольного сигнала и настройки его усиления на высоту, определенную для различных уровней напряжения в соответствии с делениями координатной сетки на осциллографе. Сигнал подается от Калибратора в режиме напряжения (VOLT). Конкретные напряжения, используемые для калибровки, и соответствующие им деления сетки варьируются для различных осциллографов и указаны в инструкции по эксплуатации осциллографа.

Функция напряжения VOLT

Усиление напряжения калибруется с помощью функции напряжения VOLT. Доступ к этой функции осуществляется через меню VOLT, которое появляется при нажатии **SCOPE**, или при нажатии функциональной клавиши VOLT в меню SCOPE.



gjh052.eps

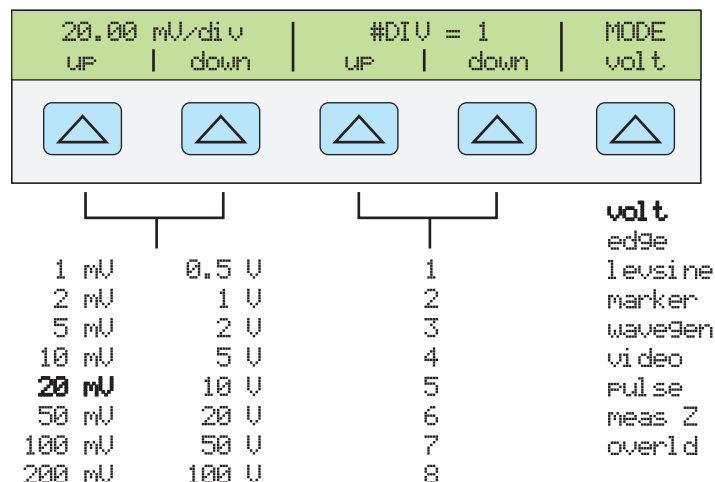
Нажмите функциональную клавишу MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню SCOPE.

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**.
- **1 MΩ** выполняет переключение между 1 MΩ и 50 Ω для согласования с входным сопротивлением осциллографа.
- **DC<-AC** Переключает с переменного на постоянный ток, генерируя эквивалентный выходной сигнал постоянного тока. DC->AC Переключает с постоянного тока на переменный.
- **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.
- **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 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.



gjh053.eps

Каждый пункт в меню V/DIV описывается ниже.

- **V/div** Меняет цену деления на дисплее выхода, так что выбранные значения соответствуют входной чувствительности осциллографа (VOLTS/DIV.) Доступные настройки, показанные на рисунке выше, даются с пошаговым приращением 1-2-5. Для увеличения числа вольт на деление нажмите функциональную клавишу UP. Для уменьшения числа вольт на деление нажмите функциональную клавишу 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 кнопку после выбора UP, чтобы увеличить высоту сигнала, либо после выбора DOWN, чтобы уменьшить высоту сигнала.

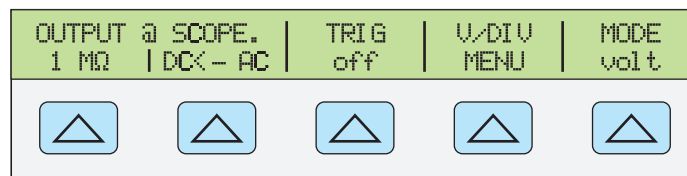
Комбинации клавиш для установки амплитуды напряжений

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 понижен до ближайшей кардинальной точки 20 мВ.

Процедура калибровки амплитуды для осциллографа

В этом примере показано, как с помощью меню VOLT откалибровать усиление осциллографа по амплитуде. 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.

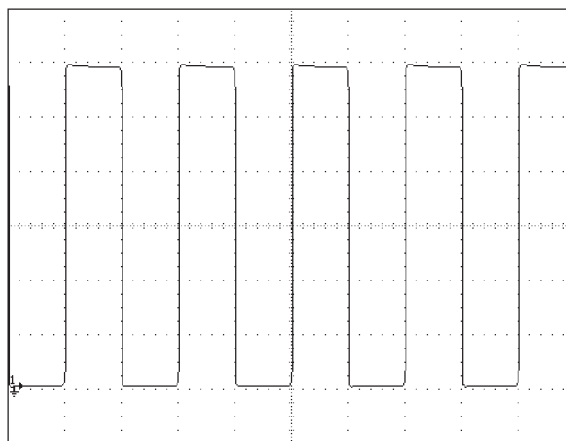
Прежде чем приступить к данной процедуре, убедитесь, что модуль SC1100 работает в режиме VOLT. Если это так, то на дисплее управления отобразится следующее меню.



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 Калибраторе светится. Это означает, сигнал подключен.
2. Введите уровень напряжения, рекомендованный для вашего осциллографа. Например, чтобы ввести 30 мВ, нажмите **3** **0** **μm** **dBmV**, затем **ENTER**. См. раздел "Ввод значения" выше в данном руководстве.
3. Выполните необходимые настройки осциллографа. Форма сигнала должна быть аналогичной той, что представлена ниже, а значения усиления должно точно совпадать со значением, заданным в настройках калибровки для вашего осциллографа. Данный пример показывает увеличение на 30 мВ, проделываемое по 6 делениям, по 5 мВ на деление.



gl006i.eps

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.

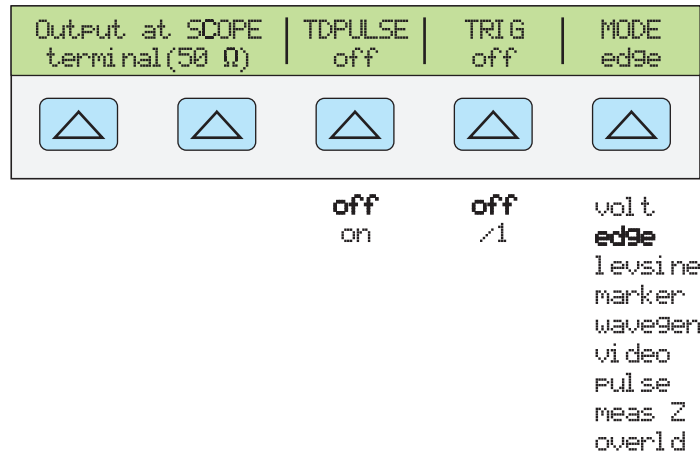
Калибровка импульсной и частотной характеристики осциллографа

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 осциллографа. Чтобы войти в меню функции EDGE, нажимайте функциональную клавишу 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.

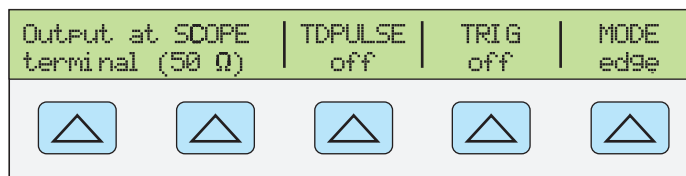
Каждый пункт в меню EDGE описывается ниже.

- **Клемма OUTPUT @ SCOPE (50 Ω)** 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.
- **TD PULSE** Нажмите один раз, чтобы включить сигнал генератора туннельного диода. Для отключения нажмите повторно. Этот сигнал подает напряжение до 100 В р-р для включения генератора туннельного диода (номер компонента Fluke 606522, Tektronix 067-0681-01 или эквивалентный.)
- **TRIG** Если используется внешний триггер, нажмите эту клавишу 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 можно использовать для многих цифровых осциллографов, в которых возникают сложности с запуском сигналов низкой амплитуды.
- **MODE** Указывает, что прибор находится в режиме EDGE. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

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.

Прежде чем приступить к данной процедуре, убедитесь, что модуль SC1100 работает в режиме EDGE. Если осциллограф работает в режиме EDGE, на дисплее управления отобразится следующее меню.



gjh067.eps

Чтобы откалибровать импульсную характеристику, выполните следующую процедуру.

1. Подключите Калибратор к каналу 1 на осциллографе. Выберите полное сопротивление $50\ \Omega$ или используйте прерывание $50\ \Omega$ напрямую на входе осциллографа. Проверьте, чтобы клавиша **OPR** была освещена, что отмечает подключение сигнала.
2. Измените настройку напряжения для сигнала так, чтобы он соответствовал значению амплитуды, рекомендованному производителем осциллографа для калибровки характеристики фронта. Установка по умолчанию равна 25.00 мВ р-р при 1.0000 МГц.
Например, на осциллографе HP 54522C начните с сигнала 1 В на 1 МГц.
3. Настройте шкалу на осциллографе для получения хорошего изображения фронта.
4. Установите временную развертку на осциллографе на самое быстрое из доступных положений (от 20,0 до 50,0 нс/дел.).



gok007i.eps

5. Убедитесь, что осциллограф отображает правильное время нарастания и характеристики искажения импульса.
6. Устраните входной сигнал нажатием **STBY**.

Калибровка импульсной характеристики с помощью генератора туннельного диода

С помощью Калибратора можно запускать генератор туннельного диода (номер компонента Fluke 606522, Tektronix 067-0681-01 или эквивалентный), что позволяет проверять значения времени нарастания со скоростью порядка 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 **10-2**.
2. Переключите модуль SC1100 в режим EDGE и нажмите функциональную клавишу TDPULSE, чтобы выбрать положение "on" (вкл.).
3. Нажмите кнопку **OPR**.
4. Поверните регулятор на корпусе генератора в положение максимального значения настройки, необходимого для индикации показания.

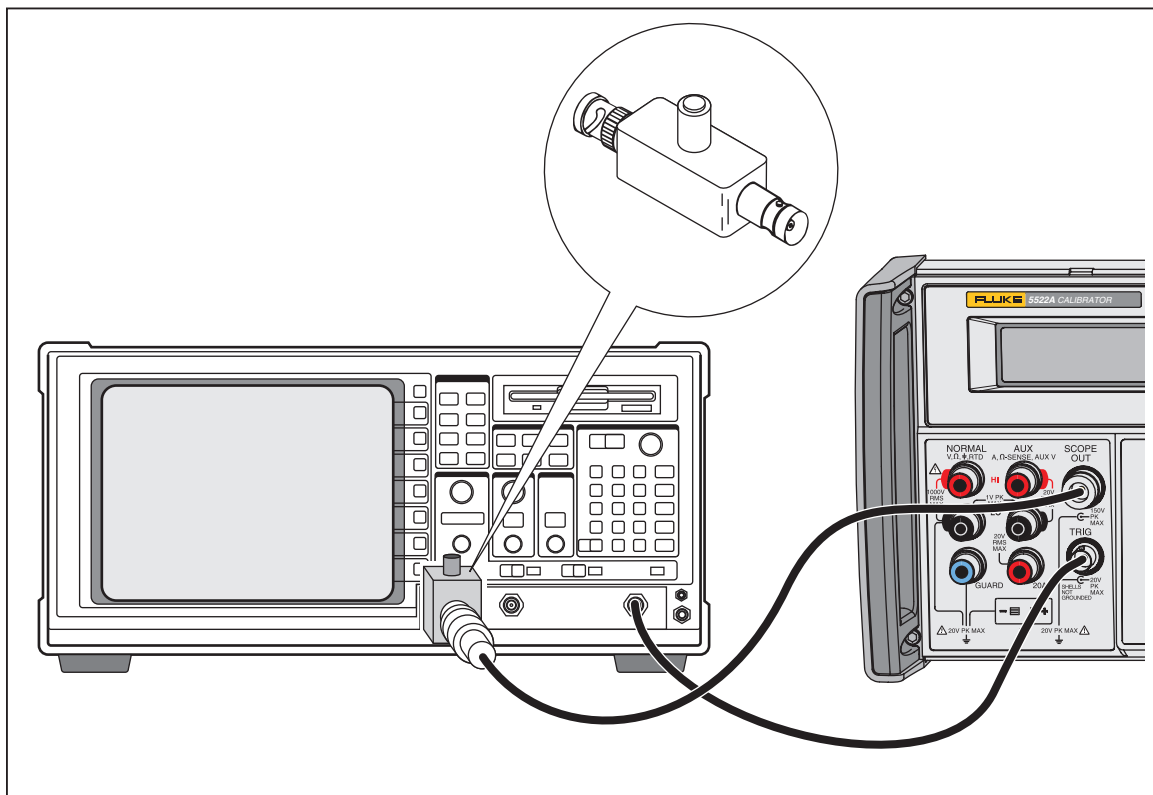


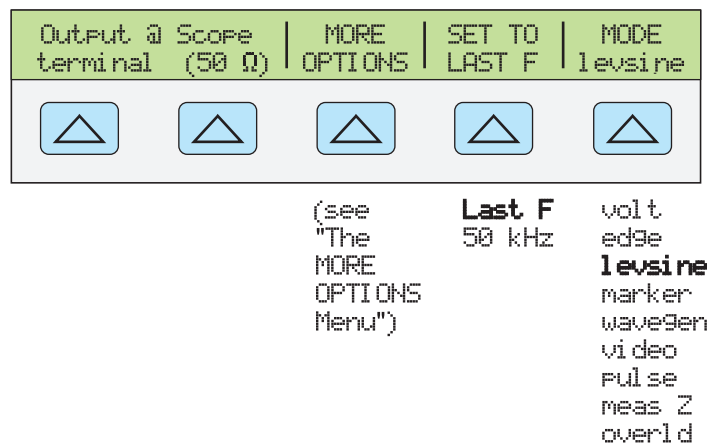
Рисунок 10-2. Подключения генератора туннельного диода

gjh037.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 амплитуда, соответствующую точке -3 дБ. Установка по умолчанию равна 30 мВ р-р при 50 кГц.

Чтобы войти в меню LEVSINE, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не появится надпись "levsine".



gjh056.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 LEVSINE описывается ниже.

- **Клемма 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** Открывает дополнительные пункты меню, которые подробно описываются в "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 того, как вы делаете настройки на другой частоте.
- **MODE** Указывает, что прибор находится в режиме LEVSINE. Используйте функциональную клавишу, чтобы менять режимы и открывать меню для остальных режимов калибровки.

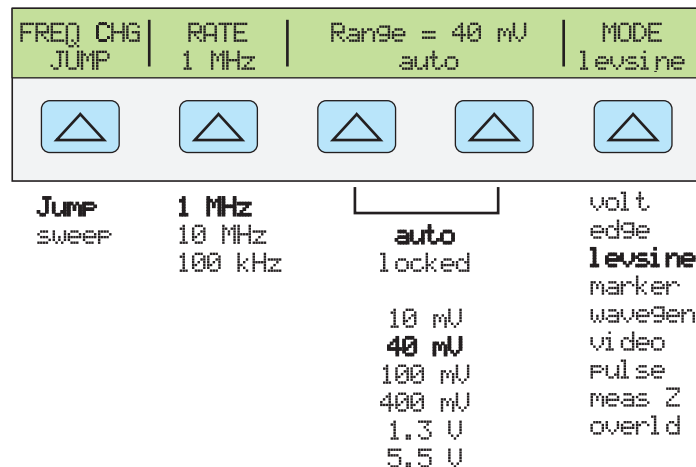
Сочетания клавиш для настройки частоты и напряжения

Следующие три 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 вам использовать автоматическую частотную развертку и при необходимости блокировать диапазон напряжения. Следующий раздел содержит детали этого меню.
- **Кнопки** **MULT X** и **DIV X** пошагово поднимают и опускают частоты на значения, которые позволяют быстро переходить к новому набору частот. Например, если значение равно 250 кГц, то кнопка **MULT X** изменит его на 300 кГц, а кнопка **DIV X** – на 200 кГц. Для значений напряжения **MULT X** и **DIV X** 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 CHG** 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. Подробности использования функции развертки даются 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 клавиш можно выбрать любую из двух настроек. После выбора первой настройки ("auto") предельное значение диапазона изменится автоматически в соответствии с уровнем напряжения. Выберите вторую настройку ("locked"), чтобы зафиксировать текущее предельное значение диапазона; все последующие изменения уровня напряжения будут измеряться в заданных пределах диапазона.

В режиме LEVSINE имеется шесть пределов диапазона: 10 мВ, 40 мВ, 100 мВ, 400 мВ, 1,3 В и 5,5 В (примечание: не выше 3,5 В на частотах выше 600 МГц). 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, предположим, что предел диапазона равен 40 мВ. Если ввести значение 5 мВ при выбранной настройке "auto", то Калибратор автоматически изменит пределы диапазона до 10 мВ и выведет 5 мВ в пределах 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. После выхода из режима LEVSINE настройка диапазона будет всегда возвращаться на "auto".

- **MODE** Указывает, что прибор находится в режиме LEVSINE. Используйте функциональную клавишу, чтобы менять режимы и открывать меню для остальных режимов калибровки.

Выполнение развертки по частотному диапазону

При изменении частоты методом развертки частота выходного синусоидального сигнала меняется в определенном диапазоне частот. С помощью этой функции можно определить частоту, на которой сигнал осциллографа проявляет те или иные свойства. Это позволяет быстро определить частотную характеристику осциллографа. Прежде чем начать эту процедуру, убедитесь в том, что вы находитесь в меню MORE OPTIONS, а на дисплее 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 более низкую частоту, чтобы наблюдать очень медленную развертку по небольшому диапазону.
3. Введите конечную частоту; затем нажмите . После нажатия сигнал развертывается по частотам между двумя введенными значениями, и на дисплее управления появляется меню развертки ("Развертка от предыдущей до выведенной частоты").
4. Можно установить развертку сигнала по всему диапазону или остановить развертку, если требуется записать частоту в определенной точке.

Чтобы прервать развертку, нажмите функциональную кнопку под HALT SWEEP. Текущая частота появится на дисплее выхода, а на дисплее управления вновь появится меню MORE OPTIONS.

Примечание

Когда вы прерываете частотную развертку нажатием HALT SWEEP, метод FREQ CHANGE возвращается в режим "jump".

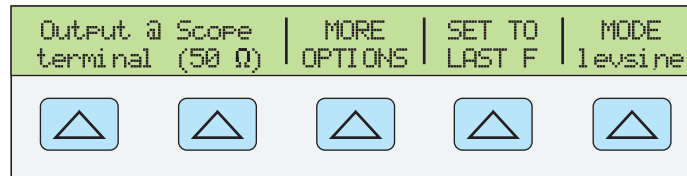
5. При необходимости повторите процедуру. Если, например, установлена быстрая развертка, можно просмотреть определенную частоту с помощью медленной развертки по подпространству диапазона предыдущей частоты.

Процедура калибровки частотной характеристики 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 на 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 модуль SC1100 работал в режиме LEVSINE. Если осциллограф работает в режиме EDGE, на дисплее управления отобразится следующее меню.

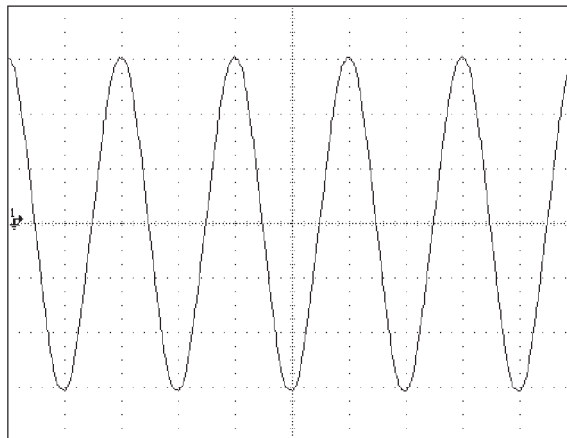


gjh058.eps

Чтобы калибровать частотный отклик, сделайте следующую процедуру отбора.

1. Вновь подключите сигнал, нажав на Калибраторе кнопку **OPR**. Выберите полное сопротивление 50 Ω или используйте внешнее прерывание 50 Ω непосредственно на входе осциллографа.
2. Настройте установки синусоиды на дисплее выхода согласно рекомендациям по калибровке в инструкции к осциллографу. Например, для осциллографа HP 54522C начните со значения 600 мВ при 1 МГц. Чтобы ввести 600 мВ, нажмите **6** **0** **0** **μm** **dBmV**, затем **ENTER**.
3. Выполните необходимые настройки осциллографа. Синусоида должна появиться точно на шести делениях, при полной амплитуде, как показано ниже.

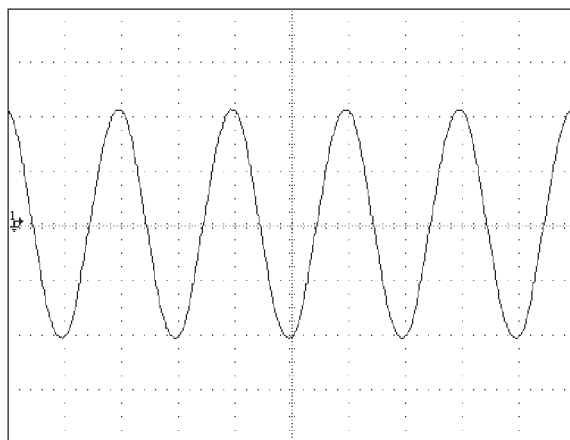
При необходимости проведите небольшие настройки в амплитуде напряжения, чтобы волна точно соответствовала шести делениям. Для подстройки напряжения нажмите **EDIT FIELD**, чтобы вывести курсор на дисплей выхода, сдвиньте курсор с помощью кнопки **◀** и вращайте ручку, чтобы настроить значение. (См. раздел "Настройка значений с помощью поворотной кнопки" выше в данном руководстве.)



gi009i.bmp

4. Поднимите частоту до 400 МГц (для приборов, рассчитанных на 400 МГц) или 500 МГц (для приборов, рассчитанных на 500 МГц). Чтобы ввести 400 МГц, нажмите **4** **0** **0** **M** **Hz**, затем **ENTER**.
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 **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. Затем измените значение, вращая поворотную клавишу. 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.



gl010i.bmp

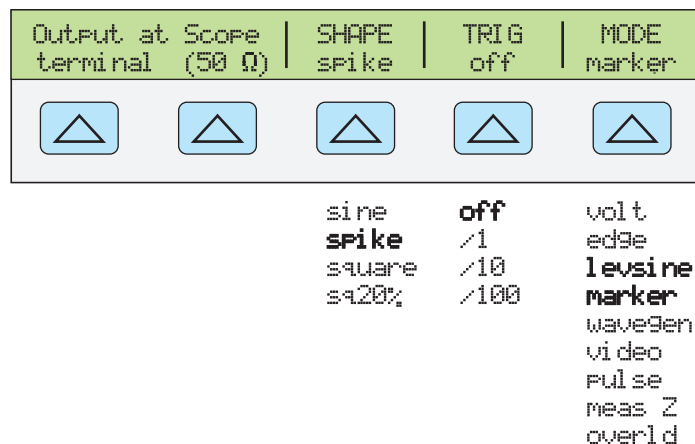
6. Отключите входной сигнал нажатием **STBY**.
7. Повторите процедуру для остальных каналов на вашем осциллографе.

Калибровка временной развертки осциллографа

Горизонтальное отклонение (временная развертка) осциллографа калибруется с помощью метода, сходного с калибровкой вертикального усиления. Сигнал маркера времени генерируется из Калибратора, 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 MARKER, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не появится надпись "marker".



gjh059.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 MARKER описывается ниже.

- **Клемма OUTPUT @ SCOPE (50Ω)** Отмечает расположение выхода сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **SHAPE** Указывает 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) следующим образом:

Выбор	Период (частота)
синусоидальная	10 нс – 1 нс (100 МГц – 1 ГГц)
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 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).
- **MODE** Указывает, что вы находитесь в режиме MARKER. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

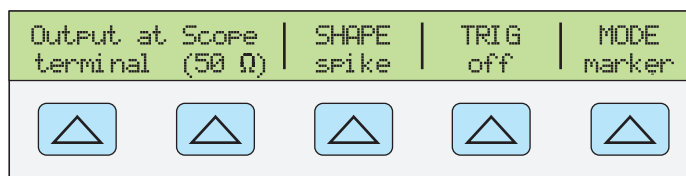
Значения маркера по умолчанию: 1,000 мс, SHAPE = пик.

Клавиши **MULT** и **DIV** проводят значения напряжения через кардинальные точки осциллографа в пошаговой последовательности 1-2-5. Например, если период равен 1,000 мс, нажатие **MULT** увеличивает период до ближайшей кардинальной точки, которая равна 2,000 мс. Нажатие **DIV** понижает напряжение до ближайшей кардинальной точки, которая равна 500 мкс.

Процедура калибровки маркера временной развертки для осциллографа

Эта процедура отбора использует функцию маркера времени (MARKER) для проверки горизонтального отклонения (временной развертки) осциллографа. Точные значения временной развертки, рекомендованные для калибровки, указаны в инструкции к осциллографу.

Прежде чем начать процедуру, убедитесь в том, что прибор находится в режиме MARKER. Если осциллограф работает в режиме EDGE, на дисплее управления отобразится следующее меню.



gjh060.eps

Чтобы откалибровать временную развертку, проделайте следующую процедуру отбора.

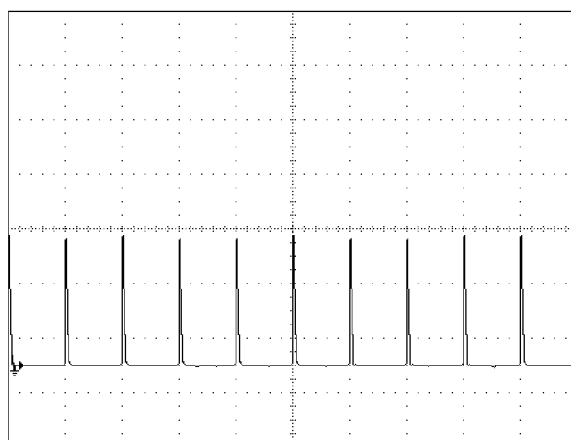
1. Подключите Калибратор к каналу 1 на осциллографе. Выберите полное сопротивление $50\ \Omega$ или используйте внешнее прерывание $50\ \Omega$. Убедитесь в том, что осциллограф связан по постоянному току.
2. Используйте значение маркера времени, соответствующее рекомендованным настройкам калибровки в инструкции к вашему осциллографу. Например, чтобы ввести $200\ \text{нс}$, нажмите **2** **0** **0** **SHIFT** **n** **k** **SHIFT** **sec** **Hz**, а затем **ENTER**.

Примечание

Вы можете ввести эквивалентную частоту вместо значения маркера времени. Например, вместо ввода $200\ \text{нс}$ можно ввести $5\ \text{МГц}$.

3. Настройте временную развертку осциллографа на демонстрацию 10 маркеров времени. Маркеры времени должны совпадать с делениями осциллографа, как показано в примере ниже.

Для точности показаний выровняйте пиковые значения сигнала по горизонтальной центральной оси.



Пиковые значения
выравниваются по
центральной оси

gok011i.eps

- Повторите эту процедуру для всех значений маркера времени, рекомендованных для вашего осциллографа. При необходимости повторите для цифрового и аналогового режима. Некоторым осциллографам может потребоваться изменение увеличения при калибровке в аналоговом режиме.
- Отключите входной сигнал нажатием **STBY**.

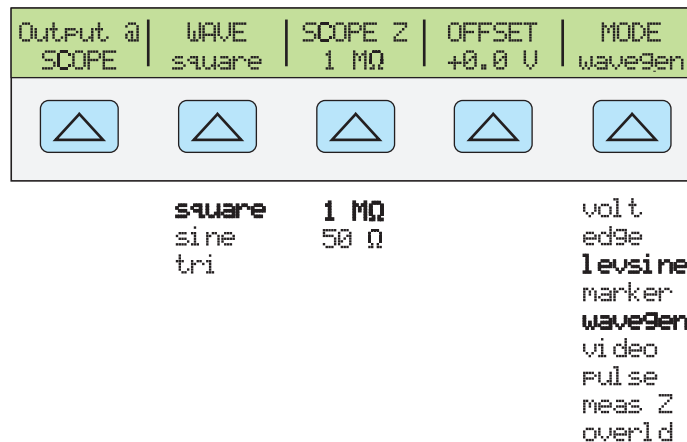
Тестирование функции триггера осциллографа

Возможности осциллографа инициировать сигналы различной формы проверяются с помощью генератора 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, нажимайте функциональную клавишу MODE, пока не появится надпись "wavegen".



gjh061.eps

Нажмите функциональную кнопку 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.

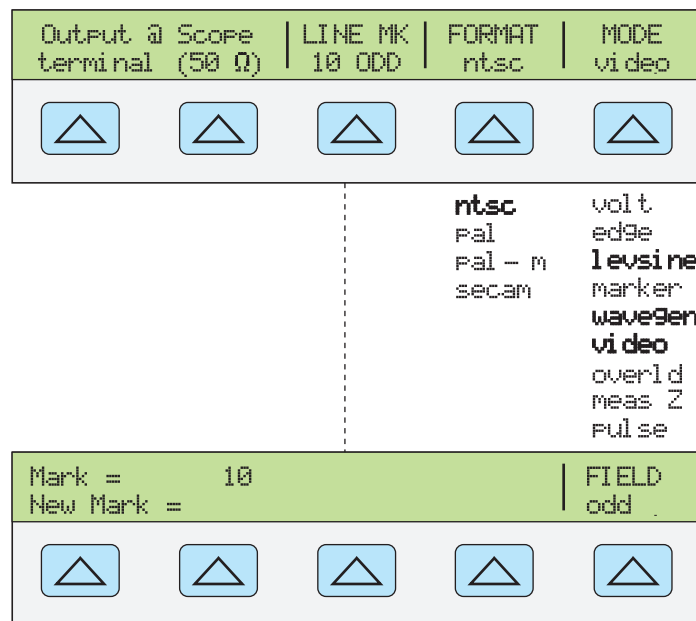
- OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- WAVE** Пролистывание списка из трех доступных типов форм сигнала. Для выходного сигнала можно выбрать любую форму сигнала – прямоугольную, синусоидальную или пилообразную.
- SCOPE Z** Переключение между настройками выходного сопротивления Калибратора - 50 Ω и 1 Ω.
- 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. Этот предел зависит от межпикового значения формы сигнала. В частности, пиковые изменения равны абсолютному значению смещения плюс половина от 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 режимов калибровки.

По умолчанию выбраны настройки Wavegen: 20 мВ р-р, 1000,0 Гц, СИГНАЛ = прямоугольный, отклонение = 0,0 В.

Тестирование триггеров видео



gjh062.eps

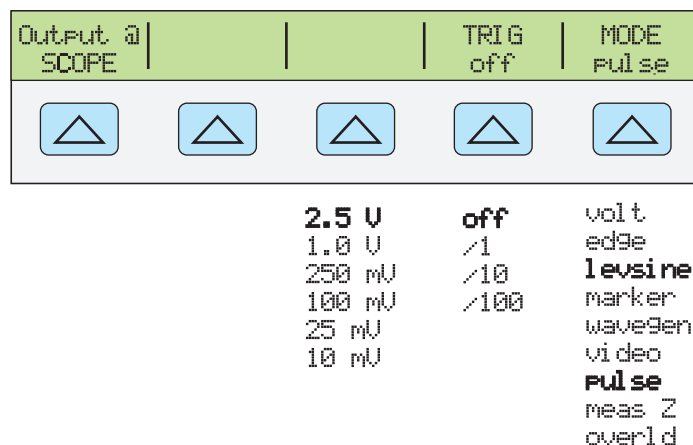
В режиме Video генерируется видеосигнал в различных форматах. Данный режим используется для тестирования функция триггера видео осциллографа. Нажмите функциональную кнопку MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

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** Показывает, что Калибратор находится в режиме VIDEO. Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

Настройки видео по умолчанию +100 %, формат = NTSC, видеометка = 10.

Верификация регистрации импульсов



gjh063.eps

Импульсный режим - это генератора импульсов общего назначения с шириной импульса от 4 нс до 500 нс. Его можно использовать для проверки многих расширенных функций триггера осциллографа (например, регистрация импульса). Нажмите функциональную кнопку 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.

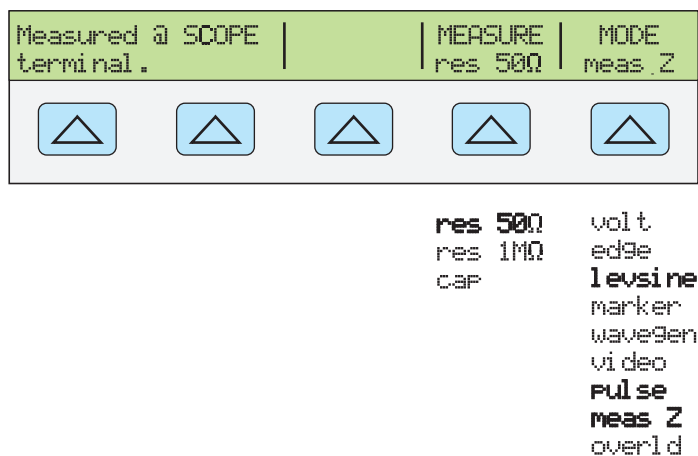
- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала. Если сигнал на осциллографе не отображается, нажмите **OPR**. Чтобы отключить сигнал, нажмите **STBY**.
- **AMPL** Показывает выходной уровень. Можно выбрать любое из следующих значений: 2.5 V, 1.0 V, 250 mV, 100 mV, 25 mV или 10 mV.
- **TRIG** Если вы применяете внешний триггер, используйте эту кнопку для перемещения по настройкам триггера. Доступные настройки 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).
- **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 ввести с единицами (например, 200 нс) или без единиц (например, 0.0000002). Чтобы изменить только период, введите частоту вместе с единицами (напр., 20 МГц для периода в 50 нс).

Измерение сопротивления и емкости входного сигнала



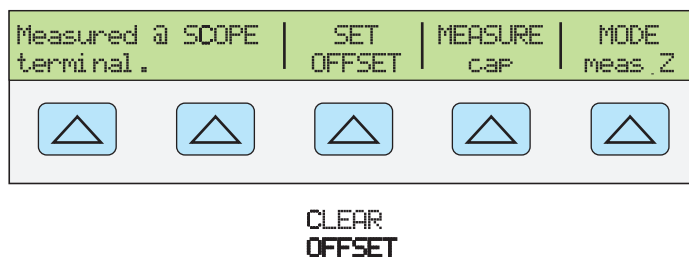
gjh064.eps

Нажмите функциональную кнопку **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 $50\ \Omega$ или $1\ \text{M}\Omega$ (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:



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.

Диапазон измерения полного сопротивления по умолчанию = $50\ \Omega$.

Измерение выходное сопротивление

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

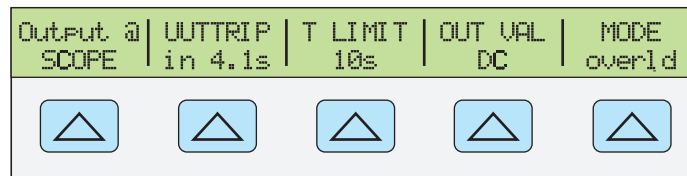
Оставаясь в выбранном режиме MEAS Z, выполните следующую процедуру измерения входного полного сопротивления осциллографа:

1. Настройте осциллограф на входное полное сопротивление 1 MΩ. Обратите внимание, что тестирование входной емкости невозможно при входном полном сопротивлении 50Ω.
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 **OPR**, чтобы начать измерение.

Тестирование защиты от перегрузки

⚠ Осторожно

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 кнопку MODE, чтобы пролистать перечень функций в указанном порядке, либо нажмите **PREV MENU**, чтобы вернуться непосредственно в меню OTHER.

Далее описывается каждый пункт в меню OVERLD.

- **OUTPUT @ SCOPE** Отмечает расположение выходного сигнала.

- **UUTTRIP** Показ результатов 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 временной предел для применения выходного значения. Нажмите эту кнопку, чтобы ввести новое или исправить текущее значение временного предела (диапазон допустимых значений: 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 (Overload). Используйте функциональную кнопку, чтобы менять режимы и открывать соответствующие меню для остальных режимов калибровки.

По умолчанию выбраны настройки перегрузки +5,000 В и DC.

В любое время 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) кнопкой 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

В этом разделе описаны команды и запросы, которые используются в модуле SC1100. В описании каждой команды указывается, может ли она использоваться с удаленными интерфейсами IEEE-488 и RS-232, а также указывается, является ли данная команда последовательной, перекрывающейся или связанной.

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) 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**. Данные команды предотвращают прерывания до обнаружения ими завершения 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 соблюдать осторожность при использовании связанных команд, поскольку они могут взаимно блокироваться, что может привести к сбою. Дополнительную информацию см. в разделе «Связанные команды» Главы 5

Общие команды

В Таблице 10-1 представлен перечень параметров команды Scope.

Табл. 10-1. 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 ВЫКЛ. или если до этого находился в режиме ожидания. FUNC? Возвращает SACV (для перемен. тока) или SDCV (для пост. тока). Пример: SCOPE VOLT; OUT 4 V, 1 kHz (перемен. напряжение, 4 В межпиковое значение, 1 кГц.)
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? возвращает EDGE. Пример: SCOPE EDGE; OUT 0.5 V, 5 kHz (Фронт, 0.5 В межпиковое, 5 кГц)
LEVSINE	Режим LEVSINE осциллографа. Программирует 30 мВ ампл., 50 кГц, выход на SCOPE BNC, режим ожидания, если из ВЫКЛ. или ранее в режиме ожидания. FUNC? возвращает 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? возвращает 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? возвращает 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? возвращает VIDEO. Примеры: SCOPE VIDEO; OUT 90 (видео, 90% выход) SCOPE VIDEO; OUT -70 (Видео, -70% выход, инвертированное видео)

Таблица 10-1. Параметры команды SCOPE (продолж.)

Параметр	Описание/пример
PULSE	Режим PULSE осциллографа. Программирует ширину импульса 100 нс, период 1,000 мкс, диапазон 2,5 В. FUNC? возвращает 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? возвращает MEASZ.
	Пример: SCOPE MEASZ; RANGE TZCAP (режим MEAS Z, диапазон емкостей)
OVERLD	Режим Overload осциллографа. Программирует диапазон 5 В переменного тока. FUNC? возвращает OVERLD.
	Пример: SCOPE OVERLD; OUT 7 V; RANGE TOLAC (Перегрузка, выход 7 В, диапазон перем. тока)

SCOPE

Программирует аппаратную часть модуля калибровки осциллографов SC1100, если установлен. Настройки этого прибора определяются параметром этой команды. На выходя из режима SCOPE, запрограммируйте новое выходное значение с помощью команды OUT.

Команды OPER, STBY, *OPC, *OPC? и *WAI используются так, 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? возвращаются команды 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 переменного и постоянного напряжения 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 OFF или ранее в режиме ожидания.
LEVSINE	Режим сглаженной синусоиды осциллографа. Программирует 25 мВ ампл., 1 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 -2V, 0 Hz	(пост. напряжение, - 2 В)
	SCOPE VOLT; OUT 4V, 1 kHz	(пер. ток, 4 В амп., 1 кГц)
	SCOPE EDGE; OUT 0.5V, 5 kHz	(Фронт, 0.5 В амп., 5 кГц.)
	SCOPE LEVSINE; OUT 1V, 50 kHz	(Сглаженная синусоида, 1 В межпиковое, 50 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?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает текущего рабочего режима осциллографа. Возвращает OFF если осциллограф выключен.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Возвращает ВЫКЛ., VOLT, EDGE, LEVSINE, MARKER, WAVEGEN, VIDEO, PULSE, MEASZ или OVERLD.)

TRIG

(IEEE-488, RS-232, перекрывающиеся, спаренные)

Программирует выходной сигнал триггера осциллографа BNC.

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.)

Пример: TRIG DIV10

TRIG?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает настройки выходного сигнала триггера осциллографа.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Возвращает OFF, DIV1, DIV10 или DIV100.)

OUT_IMP

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Программирует выходное 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.)

Привет: OUT_IMP Z50

OUT_IMP?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает настройки выходного сопротивления осциллографа.

Параметры: (Нет)

RANGE

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Программирует диапазон прибора в режимах PULSE, MEAS Z, OVERLD.

Параметры

PULSE	TP0DB	TP8DB	TP20DB	TP28DB	TP40DB	TP48DB
Диапазон	2,5 В	1,0 В	250 мВ	100 мВ	25 мВ	10 мВ

Полное сопротивление	TZ50OHM	TZ1MOHM	TZCAP
Измерение			
Диапазон	res 50 Ω	res 1M Ω	CAP

Полное сопротивление	TZ50OHM	TZ1MOHM	TZCAP
Измерение			
Диапазон	res 50 Ω	res 1M Ω	CAP

Пример: RANGE TP20DB

Команды функции Edge

TDPULSE

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает генератору туннельного диода состояние "on/off" в режиме EDGE.

Параметры: ON (или ненулевое значение) или OFF (либо ноль)

Пример: TDPULSE ON

Возвращает 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 для режима 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)

Возвращает MARKER настройку формы сигнала.

Параметры: (Нет)

Отклик: <character> (Возвращает SINE, SPIKE, SQUARE или SQ20PCT.)

Команды функции Video

VIDEOFMT

(IEEE-488, RS-232, Последовательная)

Выбирает формат режима VIDEO.

Параметры: NTSC, PAL, PALM (для PAL-M) или SECAM

Пример: VIDEOFMT SECAM

VIDEOFMT?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает формат режима VIDEO.

Параметры: (Нет)

Отклик : NTSC, PAL, PALM (для PAL-M) или SECAM

VIDEOMARK

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Программирует местоположение маркера строки для режима VIDEO.

Параметры: Номер маркера строки.

Пример: `VIDEOMARK 10`

VIDEOMARK?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает настройку маркера строки в режиме VIDEO.

Параметры: Нет.

Отклик: `<character> SINE, SPIKE, SQUARE` или `SQ20PCT`

Команды функции Overload**OL_TRIP?**

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает обнаруженное состояние защиты от перегрузки.

Параметры: (Нет)

Отклик: Возвращает число секунд до срабатывания защиты.
Возвращает 0, если защита не сработала, либо если режим OVERLD неактивен.

TLIMIT

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Устанавливает временной предел команды OPERATE для сигнала режима 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)

Возвращает запрограммированный OPERATE для сигнала режима OVERLD.

Отклик: `<Integer>` Временной предел в секундах.

TLIMIT_D

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Устанавливает заданный по умолчанию временной период команды OPERATE для сигнала режима OVERLD.

Параметры: от 1 до 60 (секунд)

Пример: `TLIMIT_D 15`

TLIMIT_D?

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Возвращает заданный по умолчанию временной предел перегрузки.

Отклик: `<Integer>` Заданный по умолчанию временной предел в секундах.

Команды функции полного сопротивления/емкости

ZERO_MEAS

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Задаёт смещение результатов измерений значению емкости.

Параметры: (boolean) ON или OFF.

*TRG

(IEEE-488, RS-232, последовательная)

Иницирует и возвращает новое измеренное значение полного сопротивления для модуля SC1100 в режиме MEAS Z. (Примеры использования команды *TRG во всех случаях, кроме режима MEAS Z, для модуля SC1100 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 возвращает 1.00E+03, OHM	(1 kΩ полного входного сопротивления).

Примечание

Можно также использовать запрос VAL? для получения измеренного значения полного сопротивления с помощью модуля SC1100. VAL? возвращает 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 термодпар см. в Главе 6.)

Проверочные таблицы

Приведенными здесь проверочными тестовыми точками можно руководствоваться в тех случаях, когда требуется сверка по 1-годовым техническим характеристикам.

Проверка показаний напряжения постоянного тока

Таблица 10–2. Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC1100

(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

Табл. 10–2. Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC1100 (продолж.)

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
-0,499			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

Табл. 10-3. Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC1100 при 50 Гц

Выходной сигнал мэйнфрейма калибратора	Измеренное значение (В, пост.тока)	Показания компенсации x	Допуск (В пер. тока)
0 мВ			0,00004 В
2,49 мВ			4.623E-05 В
-2,49 мВ			4.623E-05 В
9,90 мВ			6.475E-05 В
-9,90 мВ			6.475E-05 В
24,9 мВ			0,0001023 В
-24,9 мВ			0,0001023 В
109,9 мВ			0,0003148 В

Табл. 10-3. Проверка показаний напряжения постоянного тока модуля SC1100 при 50 Ω (продолж.)

Выходной сигнал мейнфрейма калибратора	Измеренное значение (В, пост.тока)	Показания компенсации x	Допуск (В пер. тока)
-109,9 мВ			0,0003148 В
499 мВ			0,0012875 В
-499 мВ			0,0012875 В
2,19 В			0,005515 В
-2,19 В			0,005515 В
6,599 В			0,0165375 В
-6,599 В			0,0165375 В

Проверка напряжения перем. напряжения

Табл. 10-4. Проверка показаний напряжения пер. тока модуля SC1100

(выходное сопротивление 1 М Ω , 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
-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
200 мВ	100			0,00024
200 мВ	1000			0,00024
200 мВ	5000			0,00054

Табл. 10-4. Проверка показаний напряжения пер. тока модуля SC1100 (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)
200 мВ	10000			0,00054
2,2 В	100			0,00224
2,2 В	5000			0,00554
2,2 В	10000			0,00554

Табл. 10-5. Проверка показаний напряжения пер. тока модуля SC1100 при 50 Ω

Выходной сигнал мейнфрейма калибратора (1 кГц)	Диапазон НР 3458	Показания верхнего предела	Показания нижнего предела	Межпиковое	Компенсация межпиковых значений x	Допуск (±В)
1 мВ	100 мВ постоянного тока					0,000043
-1 мВ	100 мВ постоянного тока					0,000043
10 мВ	100 мВ постоянного тока					0,000065
-10 мВ	100 мВ постоянного тока					0,000065
25 мВ	100 мВ постоянного тока					0,000103
-25 мВ	100 мВ постоянного тока					0,000103
110 мВ	100 мВ постоянного тока					0,000315
-110 мВ	100 мВ постоянного тока					0,000315
500 мВ	1 В пост. тока					0,00129
-500 мВ	1 В пост. тока					0,00129
2,2 В	10 В пост. тока					0,00554
-2,2 В	10 В пост. тока					0,00554
6,6 В	10 В пост. тока					0,01654
-6,6 В	10 В пост. тока					0,01654

Проверка частоты перем. напряжения**Таблица 10–6. Проверка частоты напряжения переменного тока модуля SC1100**

(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

Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 1 МΩ**Таблица 10–7. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC1100 (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
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

Табл. 10–7. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC1100 (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-годичные тех. х-ки (В, р-р)
пилообразная	0,219	1000			0,00667
пилообразная	0,899	1000			0,02707
пилообразная	6,59	1000			0,1978
пилообразная	55	1000			1,6501

Проверка амплитуды генератора колебаний: выходное полное сопротивление 50 МΩ

Табл. 10-8. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC1100 (выходное полное сопротивление 50 Ω)

Форма колебания	Номинальное значение (В, р-р)	Частота (Гц)	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В р-р)	1-годичные 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

Табл. 10-8. Проверка амплитуды генератора колебаний модуля SC1100 (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)
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
пилообразная	0,109	1000			0,00337
пилообразная	0,449	1000			0,01357
пилообразная	1,09	1000			0,0328
пилообразная	2,5	1000			0,0751

Проверка амплитуды фронта

Таблица 10–9. Проверка амплитуды фронта модуля SC1100

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

Проверка частоты фронта

Таблица 10–10. Проверка частоты фронта модуля SC1100

Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (Гц)	Отклонение (Гц)	1-годичные 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

Проверка времени активности фронта

Таблица 10–11. Проверка времени активности фронта модуля SC1100

Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (%)	Отклонение (от 50%)	1-годичные тех. х-ки (%)
2,5	1 мВ			5

Проверка времени нарастания фронта

Таблица 10–12. Проверка времени нарастания фронта модуля SC1100

Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (с)	Отклонение (нс)	1-годичные 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

Верификация генератора туннельного диода**Табл. 10-13. Проверка генератора туннельного диода модуля SC1100**

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

Верификация сглаженной синусоиды: Амплитуда**Табл. 10-14. Проверка амплитуды сглаженной синусоиды модуля SC1100**

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

Верификация сглаженной синусоиды: Частота

Табл. 10-15. Проверка частоты сглаженной синусоиды модуля SC1100

Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (Гц)	Отклонение (Гц)	1-годичные 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
3,5	1000 МГц			2500

Верификация сглаженной синусоиды: Гармоники

Табл. 10-16. Проверка гармоник сглаженной синусоиды модуля SC1100

Гармоника	Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (дБ)	Отклонение (дБ)	1-годичные 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 ^я + гармоника	5,5	400 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	800 кГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	800 кГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	1 мВ			-33
3 ^я + гармоника	5,5	1 мВ			-38
2 ^я гармоника	5,5	2 МГц			-33

Табл. 10-16. Проверка гармоник сглаженной синусоиды модуля SC1100 (продолж.)

Гармоника	Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (дБ)	Отклонение (дБ)	1-годовые тех. х-ки (дБ)
3 ^я + гармоника	5,5	2 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	4 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	4 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	8 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	8 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	10 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	10 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	20 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	20 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	40 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	40 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	80 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	80 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	100 кГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	100 кГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	200 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	200 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	400 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	400 МГц			-38
2 ^я гармоника	5,5	600 МГц			-33
3 ^я + гармоника	5,5	600 МГц			-38
2 ^я гармоника	3,5	1000 МГц			-33
3 ^я + гармоника	3,5	1000 МГц			-38

Верификация сглаженной синусоиды: Неравномерность

Табл. 10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100

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	10 мВ		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
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	10 мВ		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	10 мВ		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

**Табл. 10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100
(продолж.)**

Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,0099	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
0,01	10 мВ		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
0,01	1000 МГц			0,0005
0,025	10 мВ		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

Табл. 10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100
 (продолж.)

Номинальное значение (В, р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,025	580 МГц			0,0011
0,025	590 МГц			0,0011
0,025	600 МГц			0,0011
0,025	1000 МГц			0,0011
0,039	10 мВ		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
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
0,039	1000 МГц			0,00166
0,04	10 мВ		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
0,04	1000 МГц			0,0017

**Табл. 10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100
(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	10 мВ		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
0,07	600 МГц			0,0029
0,07	1000 МГц			0,0029
0,099	10 мВ		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
0,099	1000 МГц			0,00406
0,1	10 мВ		н.д.	н.д.
0,1	30 МГц			0,0016
0,1	70 МГц			0,0016
0,1	120 МГц			0,0021

Табл. 10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100
(продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,1	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
0,1	1000 МГц			0,0041
0,25	10 МГц		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
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
0,25	1000 МГц			0,0101
0,399	10 мВ		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

**Табл. 10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100
(продолж.)**

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,399	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
0,399	1000 МГц			0,01606
0,4	10 мВ		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
0,4	590 МГц			0,0161
0,4	600 МГц			0,0161
0,4	1000 МГц			0,0161
0,8	10 мВ		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

**Табл. 10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100
 (продолж.)**

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
0,8	600 МГц			0,0321
0,8	1000 МГц			0,0321
1,2	10 мВ		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
1,2	1000 МГц			0,0481
1,3	10 мВ		н.д.	н.д.
1,3	30 МГц			0,0196
1,3	70 МГц			0,0196
1,3	120 МГц			0,0261
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
1,3	1000 МГц			0,0521
3,4	10 мВ		н.д.	н.д.
3,4	30 МГц			0,0511

Табл. 10-17. Проверка неравномерности сглаженной синусоиды модуля SC1100
(продолж.)

Номинальное значение (В р-р)	Частота	Измеренное значение (В, р-р)	Отклонение (В, р-р)	1-годовые тех. х-ки (В р-р)
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
3,4	1000 МГц			0,1361
5,5	10 МГц		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
5,5	580 МГц			0,2201
5,5	590 МГц			0,2201
5,5	600 МГц			0,2201

Проверка генератора маркеров

Таблица 10–18. Проверка генератора маркеров модуля SC1100

Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годовые тех. х-ки (с)
5			25.1E-3
2			4.1E-3
0,05			3.8E-6
0,02			50.0E-9

Табл. 10–18. Проверка генератора маркеров модуля SC1100 (продолж.)

Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годичные тех. х-ки (с)
0,01			25.0E-9
100.0E-9			250.0E-15
50.0E-9			125.0E-15
20.0E-9			50.0E-15
10.0E-9			25.0E-15
5.0E-9			12.5E-15
2.0E-9			5.0E-15
1.0E-9			2.5E-15

Проверка периода генератора импульсов

Таблица 10–19. Проверка периода генератора импульсов модуля SC1100

Номинальное значение (В, р-р)	Ширина импульса (с)	Период (с)	Измеренное значение (с)	Отклонение (с)	1-годичные тех. х-ки (с)
2,5	80 нс	2E-06			5 пс
2,5	500 нс	0,01			25 нс
2,5	500 нс	0,02			50 нс

Проверка ширины импульса генератора импульсов

Таблица 10–20. Проверка ширины импульса генератора импульсов модуля SC1100

Номинальное значение (В, р-р)	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			700 пс
2,5	4.0E-09	2.0E-05			700 пс
2,5	4.0E-09	2.0E-04			700 пс
2,5	4.0E-08	2.0E-03			4000 пс

Проверка входного полного сопротивления**Таблица 10–21. Проверка входного полного сопротивления модуля SC1100**

Номинальное значение (Ω)	Сертифицированное значение (Ω)	Измеренное значение (Ω)	Отклонение (Ω) (Сертифицированное – Измеренное значение)	X-ка 1 года (Ω)
40				0,04
50				0,05
60				0,06
600000				600
1000000				1000
1500000				1500

Проверка входного полного сопротивления: Емкость**Таблица 10–22. Проверка входного полного сопротивления: Емкость, модуль SC1100**

Номинальное значение (пФ)	Сертифицированное значение (пФ)	Измеренное значение (пФ)	Отклонение (пФ) (Сертифицированное – Измеренное значение)	1-годовые тех. х-ки (пФ)
5 пФ				0,75 пФ
29 пФ				1,95 пФ
49 пФ				2,95 пФ

Глава 11

Модуль PQ

Наименование	Страница
Введение	11-3
Технические характеристики модуля 5522A PQ	11-3
Технические характеристики модуля 5522A PQ	11-3
Характеристики функции составных сигналов.....	11-3
Характеристики для переменного напряжения	11-4
Дополнительные характеристики для переменного напряжения (только в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов)	11-5
Характеристики по переменному току, режим LCOMP отключен ...	11-5
Характеристики по переменному току, режим LCOMP отключен (продолжение).....	11-6
Характеристики по переменному току, режим LCOMP ON*	11-6
Режим моделирования фликера	11-7
Режим моделирования провалов и выбросов	11-7
Фазовые характеристики, синусоидальный выход.....	11-7
Функция составного гармонического сигнала (Вольт)	11-8
Переход в режимы PQ	11-8
Создание составного гармонического сигнала	11-8
Меню выбора сигналов	11-8
RECALL WAVE	11-9
SAVE WAVE	11-9
NEW WAVE	11-9
EDIT WAVE	11-9
Создание новых форм сигналов	11-10
Номер гармоники	11-10
Амплитуда гармоники	11-10
Фаза.....	11-10
Изменение форм сигналов	11-11
Сохранение форм сигналов.....	11-12
Вызов сигналов	11-12
Предустановленные сигналы	11-13
Сигналы IEC	11-13
Сигналы NRC.....	11-13
Вызов предустановленных сигналов IEC	11-13
Вызов предустановленных сигналов NRC	11-14
Функция составного гармонического сигнала (Ампер)	11-14
Установка режима LCOMP	11-15
Выход AUX	11-15

Функция составного гармонического сигнала (Вольты и амперы).....	11-15
Установка режима LCOMP	11-16
Выход AUX	11-16
Меню Ф и REF	11-17
Функция составного гармонического сигнала (Вольты и вольты).....	11-17
Меню Ф и REF	11-18
Изменение (Δ)амплитуды, функция фликера (вольты)	11-18
Режим изменения (Δ) амплитуды (вольт)	11-18
Выбор функции фликера.....	11-18
Установка частоты повторения	11-19
Установка формы модуляции.	11-19
Выбор амплитуды фликера	11-19
Значения P_{ST}	11-19
Задание фазы и опорного сигнала в функции Δ AMPL.....	11-19
Изменение (Δ)амплитуды, функция фликера (ток)	11-20
Режим изменения (Δ) амплитуды (вольт)	11-20
Дополнительные сведения	11-20
Изменение амплитуды (Δ), функция однократных событий (провал и выброс) (вольты)	11-20
Режим изменения амплитуды (Δ) (вольт)	11-20
Установка времени изменения	11-21
Установка ширины провалов и выбросов.	11-21
Установка амплитуды провалов и выбросов.....	11-21
Установка триггеров	11-21
Пример.....	11-21
Дельта (Δ) амплитуды, однократная функция (провал и выброс) (ток)	11-22
Режим изменения (Δ) амплитуды (AMPS)	11-22
Установка триггеров	11-22
Установка времени изменения	11-22
Установка ширины провалов и выбросов.	11-23
Установка амплитуды провалов и выбросов.....	11-23
Режим изменения амплитуды (Δ) (вольт и ампер).....	11-23
Пример.....	11-23
Дистанционные команды.....	11-24
Команды	11-24
Примеры строк.....	11-29
Проверка работоспособности.....	11-29
Проверочная таблица	11-30

Введение

Модуль 5522A-PQ (далее модуль PQ) обеспечивает калибровку оборудования для контроля качества электропитания. Обеспечиваются следующие функции:

- Нелинейные искажения Harmonic Distortiosimulation (функция составного гармонического сигнала)**
 Позволяет задавать до 15 гармоник, в том числе все четные и нечетные вплоть до 63-й. Для каждой гармоники пользователь может ввести амплитуду и фазу по отношению к основной гармонике. Есть также 7 предустановленных форм сигналов, содержащих до 49 гармоник. Гармонические сигналы доступны в режимах В, А, В-А и В-В.
- Моделирование фликера (Дельта(Δ) Амплитуда, "фликер")**
 Обеспечивается путем прямоугольной или синусоидальной модуляции выходного сигнала. Частоту повторения и вариацию амплитуды можно задавать. Фликер доступен в режимах В, А, В-А и В-В.
- Моделирование провалов и выбросов (Дельта (Δ) Амплитуда, "однократные")**
 В этом режиме оператор может задавать однократное изменение амплитуды в течение заданного временного интервала. Оператор может выбирать три параметра: длительность фронта и изменение в % от амплитуды. Длительность фронта представляет собой время, за которое выходное значение меняется от номинального до заданного измененного. Длительность задаваемого события может составлять от 0,032 секунды до 60 секунд. Изменение амплитуды выбирается в процентах от номинала. Функция доступна в режимах В, А, В-А и В-В.

Технические характеристики модуля 5522A PQ

Эти технические характеристики относятся только к модулю PQ. Общие сведения о Калибраторе 5522А ("Калибратор") приведены в Главе 1. Технические характеристики справедливы при следующих условиях:

- Калибратор работает в условиях, указанных в Главе 1.
- Калибратор прогрет в течение как минимум удвоенного времени с момента последнего выключения или в течение 30 минут.
- Модуль PQ активен в течение более 5 минут.

Технические характеристики модуля 5522A PQ

Характеристики функции составных сигналов

Максимальное число гармоник в заданной пользователем форме сигнала.	15
Заданные основные частоты	15-65 Гц, 400 Гц ^[1]
Максимальная частота гармоники	5 кГц ^[2]
Разрешение гармоник по амплитуде	0,1 % от основной
Диапазон фаз гармоник (по отношению к основной)	от 0 до 360 °
Разрешение гармоник по фазе	0.1 ° по отношению к основной
Предварительно загруженные формы промышленных сигналов	IEC A, IEC D, NRC7030, NRC от 2 до 5
[1] Напряжение переменного тока на выходе ≥ 33 В, ток на выходе ≥ 3 А при нижнем пределе частоты 45 Гц. В пределах выходных характеристик Калибратора 5520А могут использоваться и другие основные частоты, однако они не указаны. [2] Пределы по выходному току при включенном режиме LCOMP ON ниже, как показано в нижеследующей таблице для переменного тока. Для выходного напряжения > 33 В предельная частота составляет 2 кГц.	

Примечание

Все нижеследующие характеристики учитывают основную гармонику. Для сигналов, не содержащих никаких гармоник, кроме основной, среднеквадратичная погрешность та же, что и не режиме не-PQ Калибратора 5520A.

Характеристики для переменного напряжения

Диапазон сложных сигналов	Частота гармоник	Диапазон амплитуд гармоник (% от основной) ^[1]	Погрешность амплитуд гармоник (% от основной + V)	Погрешность фаз гармоник (по отношению к основной) ^[2]	Абсолютная среднеквадратична я погрешность сложного сигнала (% RMS + V)
от 1 до 32.999 мВ	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 10 мкВ	0,5°	0.20 % + 6 мкВ
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 10 мкВ	0,5°	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 10 мкВ	1 °	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 30 мкВ	3°	
от 33 до 329,999 В	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 60 мкВ	0,5°	0.20 % + 10 мкВ
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 60 мкВ	0,5°	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 60 мкВ	0.8 °	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 60 мкВ	2°	
от 0,33 до 3,2999 В	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 400 мкВ	0,5°	0.20 % + 100 мкВ
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 400 мкВ	0.3 °	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 400 мкВ	0,5°	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 400 мкВ	2°	
от 3,3 до 32,999 В	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 4 мВ	0,5°	0.20 % + 1 мВ
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 4 мВ	0.3 °	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 4 мВ	0,5°	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 4 мВ	2°	
от 33 до 329,999 мА	от 45 до 440 Гц	от 0,1 до 100%	0.2 % + 20 мВ	0.75 °	0.20 % + 10 мВ
	от 440 до 660 Гц	от 0,1 до 30 %	0.25 % + 20 мВ	1.2 °	
	от 660 до 1,2 кГц	от 0,1 до 10 %	0.35 % + 25 мВ ^[3]	3°	
	от 1,2 до 2 кГц	от 0,1 до 5 %	0.5 % + 40 мВ ^[4]	5°	
от 330 до 1020 В	от 45 до 440 Гц	от 0,1 до 100%	0.25 % + 100 мВ	0.75 °	0.20 % + 100 мВ
	от 440 до 660 Гц	от 0,1 до 30 %	0.25 % + 100 мВ	1.2 °	
	от 660 до 1,2 кГц	от 0,1 до 10 %	0.4 % + 100 мВ ^[5]	3°	
	от 1,2 до 2 Гц	от 0,1 до 5 %	0.6 % + 160 мВ ^[6]	5°	
[1] На всех частотах могут быть гармоники до 100 % от основной, но погрешности не заданы, если не указано обратное. [2] Для гармоник < 1 % от основной погрешность фазы является типичной. [3] Когда гармоники в этой полосе частот комбинируются с гармониками в полосе от 45 до 660 Гц, все гармоники в полосе от 45 до 660 Гц имеют погрешность 0.35 % + 25 мВ. [4] Когда гармоники в этой полосе частот комбинируются с гармониками в полосе от 45 кГц до 1,2 кГц, все гармоники в полосе от 45 Гц до 1,2 кГц имеют погрешность 0.4 % + 25 мВ. [5] Когда гармоники в этой полосе частот комбинируются с гармониками в полосе от 45 до 660 Гц, все гармоники в полосе от 45 до 660 Гц имеют погрешность 0.4 % + 100 мВ. [6] Когда гармоники в этой полосе частот комбинируются с гармониками в полосе от 45 кГц до 1,2 кГц, все гармоники в полосе от 45 Гц до 1,2 кГц имеют погрешность 0.5 % + 100 мВ.					

Дополнительные характеристики для переменного напряжения (только в режиме одновременного вывода двух выходных сигналов)

Диапазон, сложный сигнал	Частота гармоник	Диапазон амплитуд гармоник (% от основной)	Погрешность амплитуд гармоник (% от основной + V)	Погрешность фаз гармоник (по отношению к основной) ^[1]	Абсолютная среднеквадратичная погрешность сложного сигнала (% RMS + V)
от 10 до 329,99 мВ	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 100 мкВ	0,5°	0.20 % + 100 мкВ
	От 45 Гц до 1 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 100 мкВ	1 °	
	от 1 до 2 кГц	от 0,1 до 50 %	0.1 % + 100 мкВ	3°	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 30 %	0.1 % + 500 мкВ	6°	
от 0.33 до 3.2999 В	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 1 мВ	0,5°	0.20 % + 1 мВ
	От 45 Гц до 1 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 1 мВ	0.75 °	
	от 1 до 2 кГц	от 0,1 до 50 %	0.1 % + 1 мВ	2°	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 30 %	0.1 % + 2 мВ	3°	
от 3,3 до 5 кГц	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.2 % + 3 мВ	0,5°	0.20 % + 2 мВ
	От 45 Гц до 1 кГц	от 0,1 до 100%	0.2 % + 3 мВ	0.75 °	
	от 1 до 2 кГц	от 0,1 до 50 %	0.2 % + 3 мВ	2°	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 30 %	0.3 % + 3 мВ	3°	

[1] Для гармоник < 1 % от основной погрешность фазы является типичной.

Характеристики по переменному току, режим LCOMP отключен

Диапазон, сложный сигнал	Частота гармоник	Диапазон амплитуд гармоник (% от основной) ^[1]	Погрешность амплитуд гармоник (% от основной + A)	Погрешность фаз гармоник (по отношению к основной) ^[2]	Абсолютная среднеквадратичная погрешность сложного сигнала (% RMS + A)
от 29 до 329,9 мкА	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 0.1 мкА	0,5°	0.2 % + 0.1 мкА
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 0.1 мкА	2°	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 50 %	0.1 % + 0.1 мкА	3°	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 30 %	0.1 % + 0.13 мкА	6°	
от 0.33 до 3.299 мА	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 1 мкА	0,5°	0.2 % + 1 мкА
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 1 мкА	0,6 °	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 50 %	0.1 % + 1 мкА	0.75 °	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 30 %	0.1 % + 1,3 мкА	2°	
от 3,3 до 32.99 мВ	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 10 мкА	0,5°	0.2 % + 10 мкА
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 50 %	0.1 % + 10 мкА	0,6 °	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 30 %	0.1 % + 10 мкА	0.75 °	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 13 мкА	2°	
от 33 до 329.9 мА	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 100 мкА	0,5°	0.2 % + 100 мкА
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 100 мкА	0.75 °	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 50 %	0.1 % + 100 мкА	1.5 °	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 30 %	0.1 % + 130 мкА	3°	

[1] На всех частотах могут быть гармоники до 100 % от основной; погрешности не заданы, если не указано обратное.
[2] Для гармоник < 1 % от основной погрешность фазы является типичной.

Характеристики по переменному току, режим LCOMP отключен (продолжение)

Диапазон, сложный сигнал	Частота гармоник	Диапазон амплитуд гармоник (% от основной) ^[1]	Погрешность амплитуд гармоник (% от основной + A)	Погрешность фаз гармоник (по отношению к основной) ^[2]	Абсолютная среднеквадратичная погрешность сложного сигнала (% RMS + A)
от 0,33 до 2,999 А	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 1 мВ	0,5°	0.20 % + 1 мВ
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 1 мВ	0,6 °	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 20 %	0.1 % + 1 мВ	1 °	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 20 %	0.2 % + 1.3 мВ	2°	
от 3 до 20,5 А	от 15 до 45 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 10 мА	0,5°	0.20 % + 10 мА
	от 45 до 900 Гц	от 0,1 до 100%	0.1 % + 10 мА	0,6 °	
	От 900 Гц до 2 кГц	от 0,1 до 20 %	0.1 % + 10 мА	1 °	
	от 2 до 5 кГц	от 0,1 до 20 %	0.2 % + 10 мА	3°	
[1] На всех частотах могут быть гармоники до 100 % от основной; погрешности не заданы, если не указано обратное.					
[2] Для гармоник < 1 % от основной погрешность фазы является типичной.					

Характеристики по переменному току, режим LCOMP ON*

Диапазон, сложный сигнал	Частота гармоник	Диапазон амплитуд гармоник (% от основной) ^[1]	Погрешность амплитуд гармоник (% от основной + A)	Погрешность фаз гармоник (по отношению к основной) ^[2]	Абсолютная среднеквадратичная погрешность сложного сигнала (% RMS + A)
от 29 до 329,99 мкА	от 15 до 65 Гц	от 0,1 до 30 %	0.5 % + 0,1 мкА	0,5°	0.5 % + 1 мкА
	от 65 до 900 Гц	от 0,1 до 30 %	1.0 % + 0,1 мкА	2°	
от 0,33 до 3,2999 мА	от 15 до 65 Гц	от 0,1 до 30 %	0.5 % + 1 мкА	0,5°	0.5 % + 1 мкА
	от 65 до 900 Гц	от 0,1 до 30 %	1.0 % + 1 мкА	1 °	
от 3,3 до 32,999 мА	от 15 до 65 Гц	от 0,1 до 30 %	0.4 % + 10 мкА	0,5°	0.5 % + 10 мкА
	от 65 до 900 Гц	от 0,1 до 30 %	0.6 % + 10 мкА	1 °	
от 33 до 329.9 мА	от 15 до 65 Гц	от 0,1 до 30 %	0.4 % + 100 мкА	0,5°	0.5 % + 100 мкА
	от 65 до 900 Гц	от 0,1 до 30 %	0.6 % + 100 мкА	1 °	
от 0,33 до 2,999 А	от 15 до 65 Гц	от 0,1 до 30 %	0.5 % + 1 мА	0.75 °	0.5 % + 1 мА
	от 65 до 440 Гц	от 0,1 до 30 %	1.0 % + 1 мА	1 °	
от 3 до 20,5 А	от 15 до 65 Гц	от 0,1 до 30 %	0.5 % + 10 мА	0.75 °	0.75 % + 10 мА
	от 65 до 440 Гц	от 0,1 до 30 %	1.0 % + 10 мА	1 °	
* LCOMP ON используется для управления индуктивной нагрузкой, например 5500A/COIL, и токовыми клещами.					
[1] На всех частотах могут быть гармоники до 100 % от основной; погрешности не заданы, если не указано обратное.					
[2] Для гармоник < 1 % от основной погрешность фазы является типичной.					

Режим моделирования фликера

Диапазоны напряжения	от 1 мВ до 1020 В	
Диапазоны тока	от 29 мкА до 20,5 А	
Частоты основных гармоник	50 и 60 Гц	
Диапазон амплитудной модуляции	±100 %	
Частота модуляции	от 0,1 до 40 Гц	
Тип модуляции	прямоугольная или синусоидальная	
Кратковременная (10 минут) погрешность амплитудной модуляции	±0.1 % от номинала на выходе + 0.05% предела измерения	
Погрешность синхронизации модуляции фликера	±0.1 мс	
Параметр для Pst = 1	Изменения напряжения ΔV/V % ^[1]	
Изменений в минуту:	120 В, 60 Гц	230 В, 50 Гц
1 изм/мин	3.166 %	2.724 %
2 изм/мин	2.568 %	2.211 %
7 изм/мин	1.695 %	1.459 %
39 изм/мин	1.044 %	0.906 %
110 изм/мин	0.841 %	0.725 %
1620 изм/мин	0.547 %	0.402 %
4000 изм/мин	Н.д.	2.40 %
4800 изм/мин	3,920 %	Н.д.
Событие, запускающее триггер	2 ^е нажатие клавиши OPER или удаленная команда	
[1] Показаны номинальные значения для IEC 61000-4-15. В режиме моделирования фликера модуль 5520A/PQ имеет ограниченное разрешение 0.02 %.		

Режим моделирования провалов и выбросов

Диапазоны напряжения	от 1 мВ до 1020 В
диапазон тока	от 29 мкА до 20,5 А
Частоты основных гармоник	от 45 до 65 Гц
Диапазон амплитудной модуляции	±100 %
Время изменения	от 0,01 до 1 секунды
Длительность провала или выброса	от 0.032 до 60 секунд
Событие, запускающее триггер	2 ^е нажатие клавиши OPER или удаленная команда

Фазовые характеристики, синусоидальный выход

Модуль 5520A-PQ обладает улучшенными характеристиками по погрешности фазы в нормальном, не-PQ, в режиме одновременного воспроизведения двух выходных сигналов, как показано ниже. (см. характеристики 5520A для всех других комбинаций выходов.)

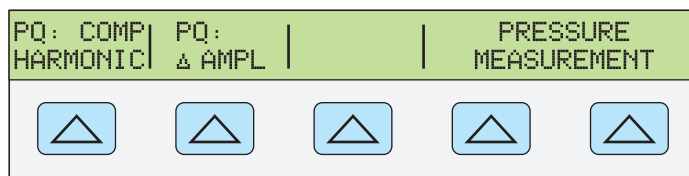
Комбинации выходов, от 45 Гц до 65 Гц			Годичная абсолютная погрешность
Переменное напряжение	Переменное напряжение (дополнительное)	Переменный ток (LCOMP выключен)	0.07 °
от 0,65 до 3,29999 В	от 0,65 до 3,29999 В	от 6,5 до 32.999 мА	
от 6,5 до 32.9999 В		от 65 до 329,99 мА	
от 65 до 329,9999 В		от 0,65 до 10,9999 А	

Функция составного гармонического сигнала (Вольт)

В этом разделе описана функция сложного сигнала в режиме вольт. В режимах ампер, вольт-вольт и вольт-ампер меню и операции аналогичны.

Переход в режимы PQ

Для перехода к функциям режима качества электроснабжения (PQ) нажмите μ на передней панели. На дисплее будет выведено показанное ниже меню дополнительных режимов. Войдите в режим PQ, выбрав нужную функцию, PQ:COMP HARMONIC или PQ: Δ AMPL. Режим PQ:COMP HARMONIC обеспечивает доступ к функции составного гармонического сигнала, а режим PQ: Δ AMPL – к моделированию фликера, провалов и выбросов.



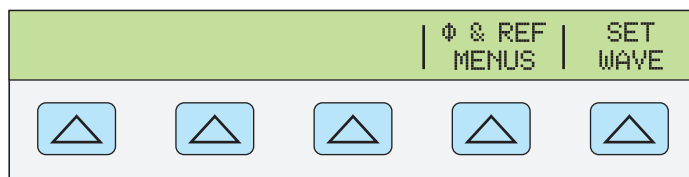
nn327f.eps

Примечание

При выборе PQ:COMP HARMONIC or PQ: Δ AMPL на дисплее выходного сигнала выводится по умолчанию "1.0000 V 60Hz" (1,0000 В 60 Гц).

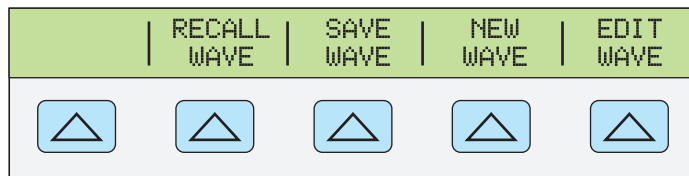
Создание составного гармонического сигнала

Нажмите синюю функциональную клавишу PQ:COMP HARMONIC. Будет выведено меню верхнего уровня PQ:COMP HARMONIC, показанное ниже.



nn333f.eps

В этом меню можно создать составной гармонический сигнал и сохранить его для дальнейшего использования. В этом пункте можно также вызвать 7 предустановленных форм сигнала. Чтобы вызвать, изменить или создать составной гармонический сигнал, нажмите синюю функциональную клавишу SET WAVE. На дисплее будет выведено показанное ниже меню выбора сигналов.



nn353f.eps

Меню выбора сигналов

В меню выбора сигналов доступны следующие варианты:

1. RECALL WAVE
2. SAVE WAVE
3. NEW WAVE
4. EDIT WAVE

Ниже следует краткое пояснение с каждому из этих сигналов. Более подробные сведения приводятся дальше в этом разделе.

RECALL WAVE

При нажатии функциональной клавиши RECALL WAVE выводится показанное ниже меню. В этом меню оператор может:

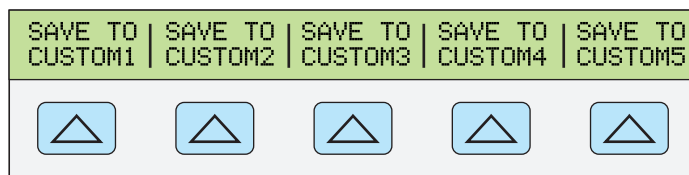
- вызвать 2 предустановленных сигнала IEC
- вызвать 5 предустановленных сигнала IEC
- вызвать до 5 сигналов, созданных пользователем



nn354f.eps

SAVE WAVE

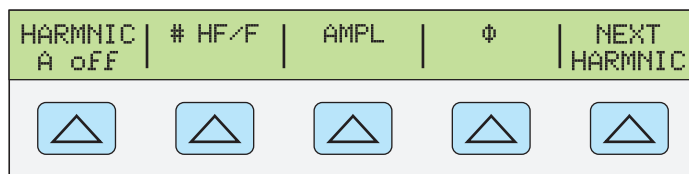
При нажатии функциональной клавиши SAVE WAVE выводится показанное ниже меню. В этом меню оператор может сохранить до 5 пользовательских сигналов, записывая их в энергонезависимой памяти Калибратора.



nn355f.eps

NEW WAVE

При нажатии функциональной клавиши NEW WAVE выводится показанное ниже меню. В этом меню пользователь может создать новые сигналы и настроить их индивидуальные параметры. Дополнительные сведения по этому меню можно найти в пункте "Задание сигналов (гармоник)" этого раздела.



nn334f.eps

EDIT WAVE

При нажатии функциональной клавиши EDIT WAVE также выводится показанное ниже меню или аналогичное меню, если сигнал уже используется. В этом меню оператор может настроить индивидуальные параметры сигнала, активного в настоящий момент. Если ни одна форма сигналов не была выбрана из предустановленных и не создана с использованием функции NEW WAVE, то значения инициализируются к значениям "откл".

Создание новых форм сигналов

Примечание

Процедуры создания новой формы сигнала и изменения существующей в основном одинаковы. Различие между меню NEW WAVE и EDIT WAVE состоит в том, что в разделе NEW WAVE все параметры гармоник по умолчанию равны "0", если оператор их не изменит в процессе создания новой волны.

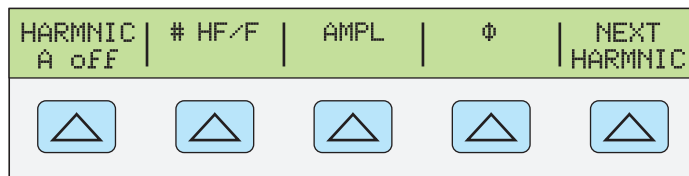
В меню EDIT WAVE можно изменить сигнал, который либо используется, либо был вызван. Хотя при помощи команды меню EDIT WAVE можно определить и новый сигнал, это не рекомендуется, так как оператор должен будет проверить гармоники от A до O, чтобы убедиться, что они все отключены.

После входа в режим PQ и получения доступа к меню выбора формы волны (как объяснено выше в этом разделе) можно создать и/или изменить сигналы сложной формы. Для создания новой формы сигнала нажмите синюю функциональную клавишу NEW WAVE. Нажатием синей функциональной клавиши NEW WAVE можно убедиться в отсутствии любых ранее введенных значений для гармоник.

На дисплее будет выведено показанное ниже меню. Эти меню позволяют пользователю задавать следующее:

- любые целые гармоники от второй до 63-й.
- можно ввести до 15 гармоник, помеченных от HARMNIC A до HARMNIC O
- амплитуду гармоники в процентах от основной,
- фазу гармоники по отношению к основной

Отожмите синюю функциональную клавишу HARMNIC A и убедитесь, что дисплей выкл./вкл. изменился на "вкл".



nn334f.eps

Номер гармоники

Чтобы создать или изменить номер гармоники, нажмите синюю функциональную клавишу # HF/F и введите нужную гармонику. Например, чтобы выбрать 3-ю гармонику, нажмите 3. а затем .

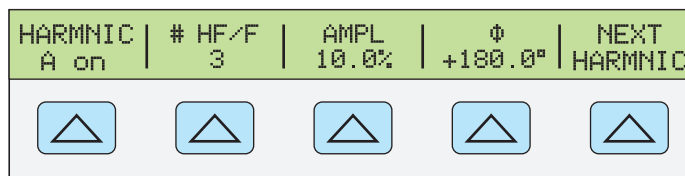
Амплитуда гармоники

Нажмите синюю функциональную клавишу AMPL, чтобы ввести амплитуду гармоники в процентах от основной. Например, нажмите 10 и затем , чтобы получить амплитуду 10 %.

Фаза

Чтобы создать или изменить фазу гармоники, нажмите синюю функциональную клавишу Φ. Для продолжения введите, например, фазу 180 градусов.

В этом примере на дисплее будет выведено следующее:



nn335f.eps

Для ввода другой гармоники нажмите синюю функциональную клавишу NEXT HARMNIC и повторите вышеописанную процедуру. Можно ввести до 15 гармоник. По завершении нажмите синюю функциональную клавишу NEXT HARMNIC несколько раз для проверки параметров каждой гармоники.

Убедившись, что все значения введены правильно, нажмите . Форма сигнала недействительна до нажатия . Если Калибратор находится в рабочем режиме, будет заново рассчитана новая форма сигнала, и Калибратор будет находиться в состоянии паузы на время построения сложного сигнала. Если Калибратор находится в режиме ожидания, новая форма сигнала не будет создаваться до нажатия клавиши .

Примечание

Результирующая форма сигнала будет иметь среднеквадратичное значение, показанное на левом дисплее Калибратора. В зависимости от количества введенных гармоник это значение будет, скорее всего, отличаться от значения для основной гармоники.

Примечание

Время построения Калибратором формы сигнала зависит от его сложности. Сигналы, содержащие только гармонику HARMNIC A, становятся активны через минимальное время. Сигналы с пятью гармониками (т.е. с активными HARMNIC A – E) рассчитываются дольше. Наибольшее время требуется для расчета форм сигнала с более, чем пятью гармониками. Для построения предустановленных сигналов IEC и NRC, содержащих до 49 гармоник, требуется более 1.5 минуты.

Для минимизации времени построения сигнала переведите Калибратор в режим ожидания для вызова, изменения и создания сигналов. Переводить устройство в рабочий режим следует, только когда форма сигнала полностью готова.

После создания формы сигнала нажмите клавишу "V", чтобы просмотреть значение основной гармоники и диапазон, в котором находится Калибратор.

Изменение форм сигналов

Примечание

Процедуры создания новой формы сигнала и изменения существующей в основном одинаковы. Различие между меню NEW WAVE и EDIT WAVE состоит в том, что в разделе NEW WAVE все параметры гармоник по умолчанию равны "0", пока оператор их не изменит. В меню EDIT WAVE можно изменить сигнал, который либо используется, либо вызван.

Для изменения существующих параметров сигнала нажмите синюю функциональную клавишу EDIT WAVE. Вид дисплея изменится, как показано ниже. Отожмите синюю функциональную клавишу HARMONIC A и убедитесь, что дисплей выкл./вкл. изменился на "вкл". Если сложный сигнал с гармониками уже используется, он может быть изменен в это меню.



nn334f.eps

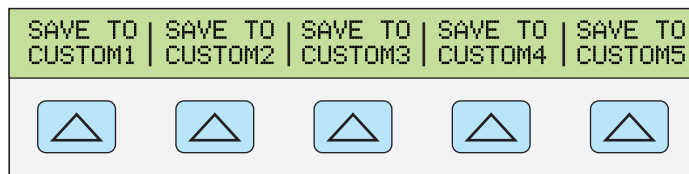
См. раздел "Создание новых сигналов", содержащий подробное описание добавления и изменения параметров волны.

Примечание

Для вызываемых сигналов IEC или NRC можно изменить только первые 15 гармоник. До перехода в меню EDIT WAVE все гармоники выше 15-й удаляются из формы сигнала. При выходе оператора из меню EDIT WAVE (т.е. с уровня HARMONIC A NEXT HARMONIC) создается новый сигнал, если этот сигнал не содержит гармоник с номерами выше 15.

Сохранение форм сигналов

Созданный или измененный сигнал можно сохранить для дальнейшего использования. Для создания сигналов и изменения их гармоник выполните следующие действия. Затем в меню выбора сигналов нажмите синюю функциональную клавишу SAVE WAVE. На дисплее будет выведено показанное ниже меню SAVE.

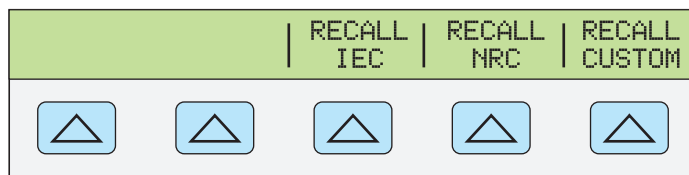


nn335f.eps

В меню SAVE можно сохранить 5 волн. Например, нажмите синюю функциональную клавишу SAVE TO CUSTOM1. Калибратор сохранит сигнал в энергонезависимой памяти, и меню вернется к меню выбора сигнала.

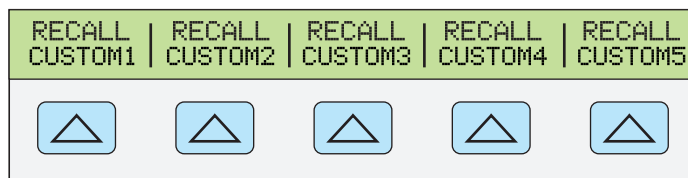
Вызов сигналов

В меню выбора сигналов нажмите синюю функциональную клавишу RECALL WAVE. На дисплее будет выведено показанное ниже меню.



nn354f.eps

В меню вызова сигналов нажмите синюю функциональную клавишу RECALL CUSTOM. На дисплее будет выведено показанное ниже меню пользовательских сигналов.



nn356f.eps

Выберите синюю функциональную клавишу, показывающую, где находится сохраненный сигнал (RECALL CUSTOM1-5). Дисплей перейдет в меню RECALL WAVE (показано ниже), а Калибратор направит на выход выбранный сигнал.



nn354f.eps

Предустановленные сигналы

Калибратор поставляется с 7 предустановленными сигналами. Среди них два сигнала IEC и пять сигналов NRC.

Сигналы IEC

Сигналы IEC (IEC A и IEC D) приводятся в документе Международной электротехнической комиссии (IEC) IEC 61000-3-2, *Эмиссия гармонических составляющих тока*. Разработки корпорации Fluke основываются на формулах, предоставленных Национальной физической лабораторией (NPL) в Великобритании. Эти формулы устанавливают предельные значения для эмиссии гармонических составляющих тока. Сигнал IEC A представляет собой предел для оборудования класса A. Сигнал IEC D представляет собой предел для оборудования класса D. Эти сигналы при использовании в режиме токового выхода PQ особенно полезны при проверке характеристик приборов, предназначенных для проверки этих пределов.

Сигналы NRC

NRC 2 и NRC 4 представляют собой сигналы напряжения, получаемые в реальных условиях на NRC. NRC 3 и NRC 5 представляют собой сигналы напряжения, получаемые в реальных условиях на NRC. NRC 2 и NRC 3, а также NRC 4 и NRC 5 представляют собой сочетания сигналов напряжения и тока. Сигналы от 2 до 5 содержат до 49 гармоник, многие из которых с амплитудами менее 1 % от основной.

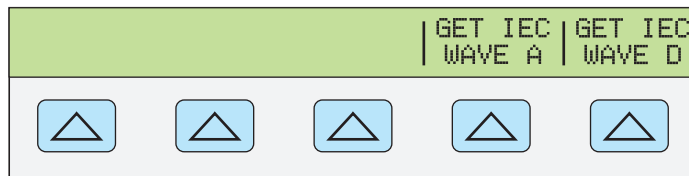
NRC7030 представляет собой синтезированный сигнал с большим содержанием гармоник (25 гармоник) и низким пик-фактором, обеспечивая для измерительных приборов наилучшее отношение сигнал/шум. Все 25 имеют амплитуду 10 % от основной. Этот сигнал полезен в режимах напряжения и тока для проверки характеристик анализаторов качества электроэнергии.

Вызов предустановленных сигналов IEC

В меню выбора сигналов нажмите синюю функциональную клавишу RECALL WAVE. На дисплее будет выведено меню вызова сигналов. Нажмите синюю функциональную клавишу RECALL IEC. На дисплее будет выведено показанное ниже меню сигналов IEC.

После выбора "IEC A" или "IEC D", если Калибратор находится в режиме

ожидания, меню RECALL будет выведено снова. Вызванный сигнал не будет создан, если Калибратор находится в режиме работы. Ввиду сложности этих сигналов процесс их создания занимает около одной минуты. Если Калибратор уже находится в режиме работы, то на дисплее будет выведено сообщение о перерасчете, затем будет выведено меню RECALL.

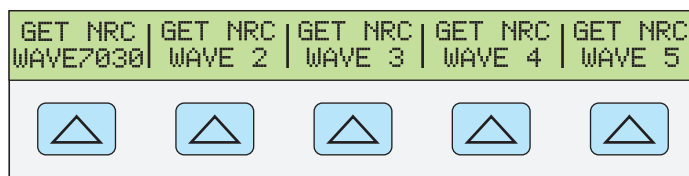


nn357f.eps

Вызов предустановленных сигналов NRC

В меню выбора сигналов нажмите синюю функциональную клавишу RECALL WAVE. На дисплее будет выведено меню вызова сигналов. Нажмите синюю функциональную клавишу RECALL NRC. На дисплее будет выведено показанное ниже меню сигналов NRC.

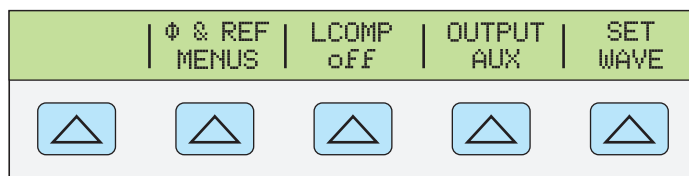
Если Калибратор находится в режиме ожидания, будет выведено меню RECALL. Вызванный сигнал не будет создан, если Калибратор находится в режиме работы. Ввиду сложности этих сигналов процесс их создания занимает около одной минуты. Если Калибратор уже находится в режиме работы, то на дисплее будет выведено сообщение о перерасчете, затем будет выведено меню RECALL.



nn358f.eps

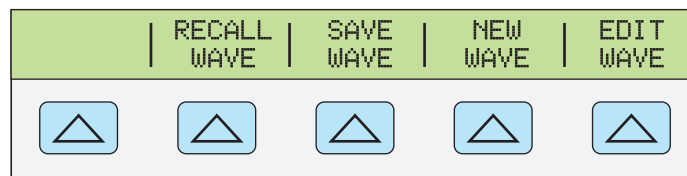
Функция составного гармонического сигнала (Ампер)

Создание и изменение сигналов тока аналогично описанному выше изменению сигналов напряжения. После перехода в режим PQ и доступа к функции составного гармонического сигнала можно создать сложный сигнал из гармоник тока, вводя в Калибратор нужные значения тока. Например, нажмите кнопку "1 A" . Будет выведено следующее меню:



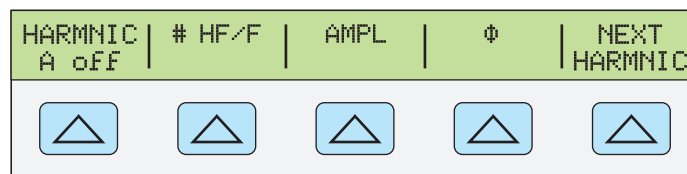
nn336f.eps

Поскольку Калибратор установлен на выходной ток, ранее созданный сигнал удаляется. Новый сигнал можно создать, нажав синюю функциональную клавишу SET WAVE. Будет выведено показанное ниже меню.



nn353f.eps

Нажмите синюю функциональную клавишу NEW WAVE или EDIT WAVE. На дисплее будет выведено показанное ниже меню.



nn334f.eps

В этом меню оператор может изменить гармоники сигнала. См. выше в этом разделе "Создание гармоник сигнала".

Установка режима LCOMP

Синяя функциональная клавиша LCOMP включает/выключает внутреннюю компенсацию индуктивной нагрузки, такой как многovitковые катушки. См. подробное описание этой функции в разделе "Настройка токового выхода постоянного тока" в главе 4 настоящего руководства. Следует отметить, что при установке режима LCOMP на "вкл." снижается точность высокочастотных гармоник, как указано в технических характеристиках.

Выход AUX

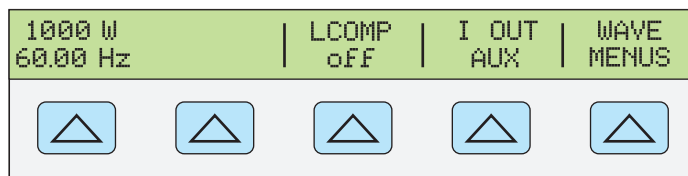
Этот индикатор служит только для информации. Индикатор показывает, какие токовые выходы используются Калибратором в настоящий момент. На дисплее выводится информационное меню выхода (I OUT AUX, если ток подается на выход AUX, и I OUT 20A, если ток подается на выход 20A).

В режиме PQ работа информационного меню выхода несколько отличается от работы в нормальном режиме, описанном в главе 4. В режиме составного гармонического сигнала Калибратор не обновляет информационное меню выхода, пока идет построение формы сигнала. Например, если Калибратор установлен на 10 A, 60 Гц, с выведенным на дисплей индикатором STBY, и требуется подать на выход ток 1 A нажатием "1A ", информационное меню выхода не изменится автоматически на OUTPUT AUX, пока не будет нажата кнопка .

В меню SET WAVE информационное меню выхода не выводится. В этих меню, если нажато , а на дисплее выводится сообщение о несовместимости, это указывает на произошедшую смену выхода. Сбросьте сообщение и переключите испытываемое устройство на соответствующие клеммы.

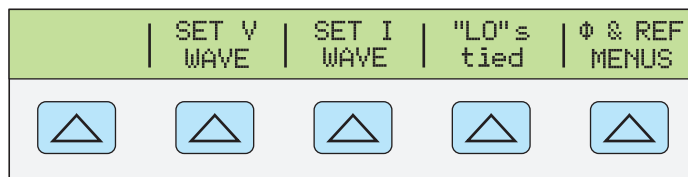
Функция составного гармонического сигнала (Вольты и амперы)

Работа в этом режиме аналогична работе в режиме составного гармонического сигнала для выходного напряжения. После перехода в режим PQ и доступа к функции составного гармонического сигнала, описанной выше в данном разделе, введите в Калибратор нужные значения напряжения и тока. Например, 1 В и 1 А. Будет выведено следующее меню:



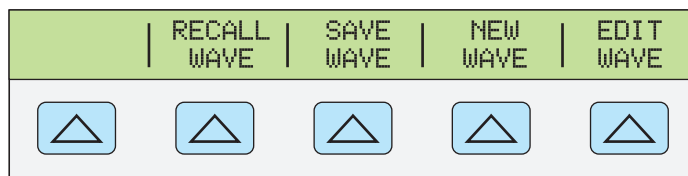
nn359f.eps

Поскольку Калибратор установлен теперь на выходное напряжение и выходной ток, ранее созданный сигнал удаляется. Новый сигнал можно создать, нажав синюю функциональную клавишу WAVE MENU. Будет выведено показанное ниже меню.



nn360f.eps

Начните изменение сигнала по напряжению или току, нажав синюю функциональную клавишу SET V WAVE или SET I WAVE. Будет выведено показанное ниже меню выбора сигнала.



nn353f.eps

В этом меню оператор может изменить гармоники сигнала. См. выше в этом разделе "Изменение гармоник сигнала".

Примечание

*Построение формы сигнала может занимать значительное время, особенно при использовании предустановленных форм сигналов. Для минимизации времени, в течение которого Калибратор перестраивает формы сигналов, во время вызова и создания сигналов следует переводить его в режим ожидания. Калибратор выполняет перерасчет формы сигнала только при нажатой кнопке **OPR**.*

Установка режима LCOMP

функциональная клавиша LCOMP включает/выключает внутреннюю компенсацию индуктивной нагрузки, такой как многовитковые катушки. См. подробное описание этой функции в разделе "Настройка токового выхода постоянного тока" в главе 4 настоящего руководства. Следует отметить, что при установке режима LCOMP на "Вкл." снижается точность высокочастотных гармоник, как указано в технических характеристиках.

Выход AUX

Этот индикатор служит только для информации. Индикатор показывает, какие токовые выходы используются Калибратором в настоящий момент. На дисплее управления отобразится

I OUT AUX, если ток подается на выход AUX, и I OUT 20A, если ток подается на выход 20A.

В режиме PQ работа информационного меню выхода несколько отличается от работы в нормальном режиме, описанном в главе 4. В режиме составного гармонического сигнала Калибратор не обновляет информационное меню выхода, пока идет построение формы сигнала. Например, если Калибратор установлен на 10 А, 60 Гц, с выведенным на дисплей индикатором STBY, и требуется подать на выход ток 1 А нажатием "1A ENTER", информационное меню выхода не изменится автоматически на OUTPUT AUX, пока не будет нажата кнопка OPR.

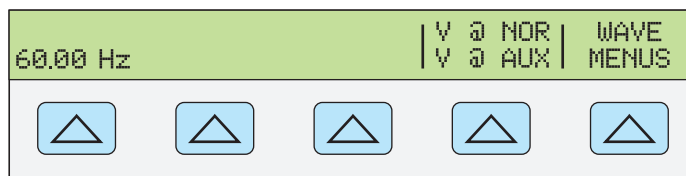
В меню SET WAVE информационное меню выхода не выводится. В этих меню, если нажато OPR, а на дисплее выводится сообщение о несовместимости, это указывает на произошедшую смену выхода. Сбросьте сообщение и переключите испытываемое устройство на соответствующие клеммы.

Меню Φ и REF

В режиме воспроизведения двух выходных сигналов тока и напряжения можно задать фазовый сдвиг между напряжением и током. Эти меню работают так же, как и в обычном режиме воспроизведения двух выходных сигналов, как описано в Главе 4.

Функция составного гармонического сигнала (Вольты и вольты)

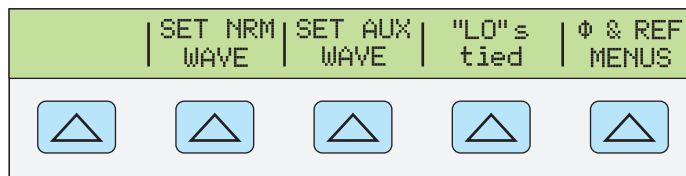
После входа в режим PQ и получения доступа к функции составного гармонического сигнала (как объяснено выше в этом разделе) введите в Калибратор правильные значения напряжения. Например, 1 В и 2 В. Будет выведено следующее меню:



nn361f.eps

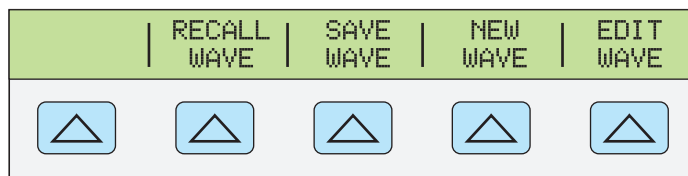
Индикаторы на дисплее V @ NOR и V @ AUX предназначены только для информации. Это сообщение указывает оператору, что на выходные клеммы NORMAL или AUX подано напряжение.

Поскольку Калибратор установлен теперь на выходное напряжение и выходной ток, ранее созданный сигнал удаляется. Новый сигнал можно создать, нажав синюю функциональную клавишу WAVE MENUS. Будет выведено показанное ниже меню.



nn362f.eps

Начните изменение сигнала по напряжению, нажав синюю функциональную клавишу SET NRM WAVE или SET AUX WAVE. Будет выведено показанное ниже меню выбора сигнала.



nn353f.eps

В этом меню оператор может изменить гармоники сигнала. См. выше в этом разделе "Изменение гармоник сигнала".

Примечание

Построение формы сигнала может занимать значительное время, особенно при использовании предустановленных форм сигналов. Для минимизации времени, в течение которого Калибратор перестраивает формы сигналов, во время вызова и создания сигналов следует переводить его в режим ожидания. Калибратор выполняет перерасчет формы сигнала только при нажатой кнопке **OPR**.

Меню Φ и REF

В режиме воспроизведения двух выходных сигналов напряжения можно задать фазовый сдвиг между напряжением и током. Эти меню работают так же, как и в обычном режиме воспроизведения двух выходных сигналов, как описано в Главе 4.

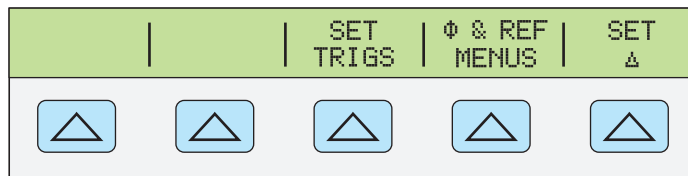
Изменение (Δ) амплитуды, функция фликера (вольты)

Примечание

Перед началом этого раздела обратитесь к расположенному выше разделу "Переход в режим PQ" этой главы.

Режим изменения (Δ) амплитуды (вольт)

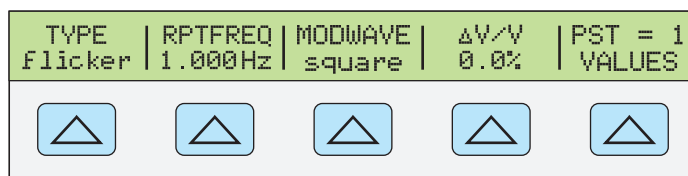
Введите режим изменения амплитуды PQ (Δ). В этом режиме пользователь может моделировать непрерывное изменение выходной амплитуды (фликер) или однократное (в один момент времени) изменение выходной амплитуды (провалы и выбросы). На дисплее будет выведено показанное ниже меню режима Δ AMPL.



nn363f.eps

Выбор функции фликера

В режиме PQ: Δ Меню AMPL, выберите SET Δ . На дисплее будет выведено показанное ниже меню фликера.



nn344f.eps

Синие функциональные клавиши TYPE указывают функцию: "flicker" (фликер) для фликера и "single" (одиночный) для провалов и выбросов. Убедитесь, что TYPE установлено на фликер.

Установка частоты повторения

В меню фликера нажмите синюю функциональную клавишу RPTFREQ для ввода частоты фликера. Этот временной период также носит название частоты модуляции фликера.

Установка формы модуляции.

Нажмите синюю функциональную клавишу MODWAVE для выбора прямоугольной или синусоидальной модуляции.

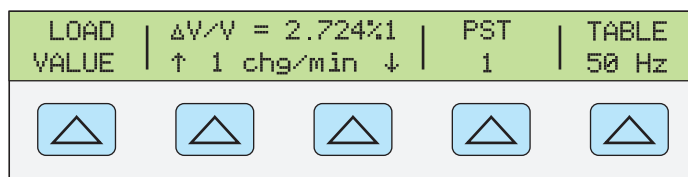
Выбор амплитуды фликера

Синяя функциональная клавиша $\Delta V/V$ переводит экран в режим дисплея управления, позволяющего оператору задать амплитуду отклонения в процентах от номинального выходного значения. Значение в процентах может быть положительным или отрицательным.

Значения P_{st}

IEC 61000-4-15 ("Flickermeter – Functional and Design Specifications") определяют интенсивность фликера при кратковременном ("st") наблюдении с периодом в 10 минут. Для обеих частот 50 Гц и 60 Гц в Калибраторе имеется 7 комбинаций изменений амплитуд и частот, дающих показание измерителя фликера $P_{st} = 1$. Доступ к этим 7 значениям открывается нажатием синей функциональной клавиши $P_{st} = 1$ VALUES.

При нажатии синей функциональной клавиши $P_{st} = 1$ VALUES выводится следующее меню.



nn377f.eps

При помощи синих функциональных клавиш $\uparrow$ и $\downarrow$ можно перемещаться вперед и назад по 7 предустановленным значениям P_{st} . Выберите требуемое значение P_{st} и нажмите синюю функциональную клавишу LOAD VALUE. Дисплей вернется обратно в меню фликера. Следует учесть, что теперь загружено новое значение P_{st} .

функциональная клавиша Pst 1 обеспечивает выбор классификатора для удобной замены показаний измерителя фликера P_{st} с 1 на выбранные значения. Имеются классификаторы 1-5.

функциональная клавиша Table 60 Hz меняет подходящую комбинацию изменения напряжения и времени для работы на частотах 60 Гц и 50 Гц. Следует учесть, что этот выбор также меняет выходную частоту Калибратора.

Задание фазы и опорного сигнала в функции Δ AMPL

Подробное описание этой процедуры см. в разделе "Настройка выхода" в Главе 4 настоящего руководства.

Изменение (Δ) амплитуды, функция фликера (ток)

Моделирование фликера по выходному току аналогично моделированию фликера по выходному напряжению. Имеются дополнительные меню (напр., LCOMP и OUTPUT), относящиеся к токовому выходу. Дополнительные сведения см. в предыдущем разделе.

Примечание

Перед началом этого раздела обратитесь к расположенному выше разделу "Переход в режим PQ" этой главы.

Режим изменения (Δ) амплитуды (вольт)

Введите режим изменения амплитуды PQ (Δ) (PQ: Δ AMPL). Нажмите функциональную клавишу Δ AMPL для доступа к функциям изменения амплитуды (Δ). На дисплее будет выведено показанное ниже меню Δ AMPL. В этом режиме доступ к функциям фликера, провалов и выбросов можно получить нажатием синей функциональной клавиши SET Δ .



nn363f.eps

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения см. в разделе "Функция изменения амплитуды (Δ) и фликера в режиме тока", см. "изменение амплитуды (Δ), функция фликера (вольт)".

Изменение амплитуды (Δ), функция однократных событий (провал и выброс) (вольты)

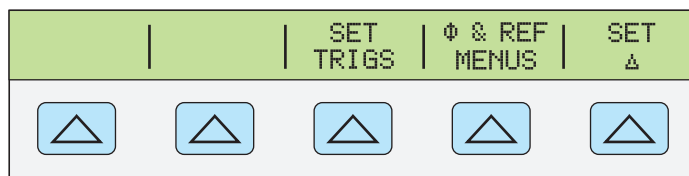
Этот режим позволяет выводить единичное или однократное отклонение амплитуды. В этом режиме оператор может задать время RAMP-UP (время изменения), параметр WIDTH (ширину) события и отклонение в %.

Примечание

Перед началом этого раздела обратитесь к расположенному выше разделу "Переход в режим PQ" этой главы.

Режим изменения амплитуды (Δ) (вольт)

Нажмите функциональную клавишу Δ AMPL для доступа к функциям амплитуды Delta (Δ). В этом режиме доступны функции фликера и однократных событий (провал и выброс). На дисплее будет выведено показанное ниже меню Δ AMPL.



nn363f.eps

Нажмите синюю функциональную клавишу фликера TYPE. Калибратор будет переведен в режим одиночных событий (провалов и выбросов).

Установка времени изменения

Нажмите синюю функциональную клавишу RAMP-UP. Дисплей примет вид, указанный ниже, где оператору предлагается ввести период времени, за который выходное значение перейдет к выбранному уровню.



nn365f.eps

Установка ширины провалов и выбросов.

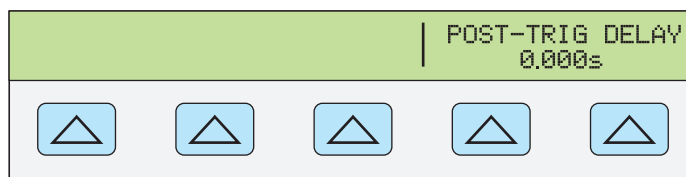
Синяя функциональная клавиша WIDTH позволяет задать длительность провалов и выбросов в секундах.

Установка амплитуды провалов и выбросов.

функциональная клавиша $\Delta I/I$ позволяет задать амплитуду отклонения в процентах от номинального выходного значения. Это значение положительно для выбросов и отрицательно для провалов.

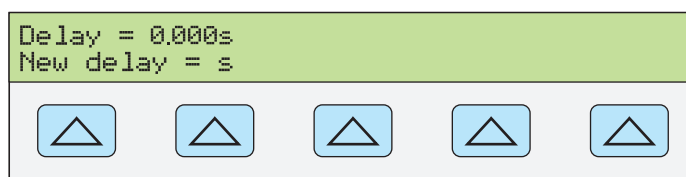
Установка триггеров

Нажмите синюю функциональную клавишу SET TRIGS. На дисплее будет выведено показанное ниже меню SET TRIGS. Функция задержки после пускового импульса используется, чтобы обеспечить регулируемую задержку после того, как Калибратор получает команду *TRG через удаленный интерфейс или вручную с передней панели.



nn342f.eps

Нажмите любую из двух последних синих функциональных клавиш, тогда экран дисплея перейдет в состояние, показанное ниже. На экране будет выведена подсказка оператору на ввод нового значения задержки. Введите новое значение и нажмите кнопку PREV MENU для загрузки значения. Тем самым триггер будет установлен. Чтобы активировать триггер, нажмите **OPR**.



nn364f.eps

Пример

Возьмем для примера провал со следующими характеристиками:

- Задержка после пускового импульса установлена на 3 секунды, что означает, что событие начнется только по истечении 3 секунд после срабатывания триггера.

- Введено номинальное выходное значение 120 В, 60 Гц
- Период изменения установлен на 1.0 секунды
- Ширина события установлена на 5 секунд, а изменение амплитуды (Δ) на -25 %

Пусть Калибратор находится в рабочем режиме, а с удаленного интерфейса получена команда *TRG, тогда Калибратор выждет 3 секунды и будет понижать выходное значение в течение 1,0 секунды до уровня 90 В. Выходное значение остается равным 90 В в течение 5 секунд, после чего оно немедленно вернется к номинальному значению, в данном примере 120 В. При работе с PQ с передней панели это событие вызывается нажатием **OPR**.

Дельта (Δ) амплитуды, однократная функция (провал и выброс) (ток)

Создание и изменение сигналов тока аналогично описанному выше изменению сигналов напряжения.

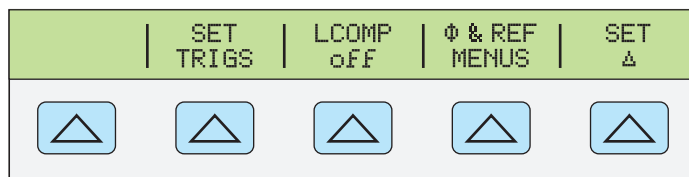
Примечание

Перед началом этого раздела обратитесь к вышерасположенному разделу "Переход в режим PQ" этой главы.

Режим изменения (Δ) амплитуды (AMPS)

Нажмите функциональную клавишу Δ AMPL для доступа к функциям изменения амплитуды (Δ). В этом режиме доступны функции фликера и провала/выброса.

На дисплее будет выведено показанное ниже меню Δ AMPL, в предположении, что значение тока (ампер) было введено.



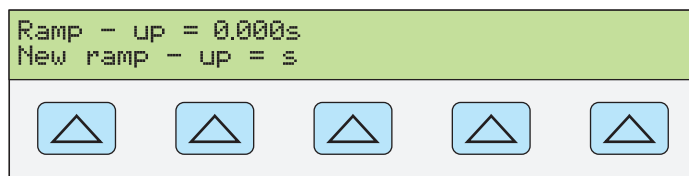
nn351f.eps

Установка триггеров

См. выше в этом разделе "Установка триггеров".

Установка времени изменения

Нажмите синюю функциональную клавишу RAMP-UP. Дисплей примет показанный ниже вид, где оператору предлагается ввести период времени, за который выходное значение перейдет на выбранный уровень. Период изменения применяется как к провалам, так и к выбросам.



nn351f.eps

Установка ширины провалов и выбросов.

Синяя функциональная клавиша WIDTH позволяет задать длительность провалов и выбросов в секундах.

Установка амплитуды провалов и выбросов.

Функциональная клавиша $\Delta I/I$ позволяет задать амплитуду отклонения в процентах от номинального выходного значения. Это значение положительно для выбросов и отрицательно для провалов.

Режим изменения амплитуды (Δ) (вольт и ампер)

Режим изменения амплитуды (Δ) может использоваться также для режима воспроизведения двух выходных сигналов напряжения и тока. В следующем примере показано, как это можно сделать.

Пример

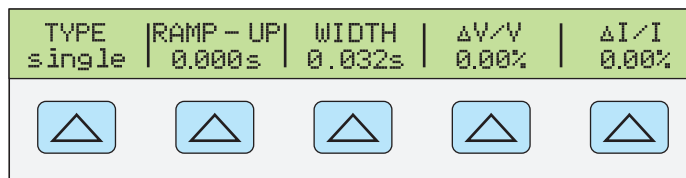
Возьмем для примера провал со следующими характеристиками:

- 10 вольт, 1 ампер, при 60 Гц
- Функция задержки после пускового импульса установлена на 3 секунды
- Ширина события установлена на 5 секунд с изменением амплитуды напряжения (Δ) -25 % и изменением амплитуды тока (Δ) -50 %.
- Период изменения установлен на 1.0 секунды

Для создания этой сложной формы сигнала выполните следующие действия:

1. Нажмите синюю функциональную клавишу PQ: Δ AMPL
2. Введите 10 вольт, 1 ампер, 60 Гц
3. Нажмите синюю функциональную клавишу MORE OPTIONS
4. Нажмите SET Δ .

Будет выведено следующее меню:



nn366f.eps

Это меню позволяет изменять параметр (Δ) амплитуды напряжения и тока в режиме единичного события (провала или выброса).

5. Для изменения скачка (Δ) напряжения в этом сигнале нажмите синюю функциональную клавишу $\Delta V/V$. В ответ на подсказку введите -25 процентов и нажмите **ENTER** и **PREV MENU**.
6. Для изменения скачка (Δ) тока в этом сигнале нажмите синюю функциональную клавишу $\Delta I/I$. В ответ на подсказку введите -50 процентов и нажмите **ENTER** и **PREV MENU**.
7. Нажмите синюю функциональную клавишу RAMP-UP и выберите 1 секунду, затем **PREV MENU**.
8. Нажмите синюю функциональную клавишу WIDTH и выберите 3, затем **PREV MENU**.

Пусть Калибратор находится в рабочем режиме, а с удаленного интерфейса получена команда *TRG, тогда Калибратор выждет 3 секунды и будет понижать выходное значение в течение 1,0 секунды до уровня 7.5 В и 0.5 А. Выходное значение остается на этом уровне в течение 5 секунд, после чего оно немедленно вернется к номинальному значению, в данном примере 10 В и 1 А.

Дистанционные команды

В данном разделе описаны команды удаленного интерфейса IEEE-488/RS-232 для модуля PQ. Дистанционные команды дублируют действия, которые могут быть выполнены с передней панели в автономном режиме. Ниже следует алфавитный список режимов дистанционных команд модуля PQ с примерами. Дополнительные сведения по использованию команд см. в Главе 5, «Дистанционные команды».

Примечание

SEC (вторичный) означает выходные клеммы AUX в режиме одновременного воспроизведения двух сигналов с Калибратора 5522A. Если используется режим одновременного воспроизведения двух выходных сигналов, то клеммы NORMAL будут первичными – PRI, а клеммы AUX – вторичными – SEC. Если для одиночного сигнала используются клеммы AUX, то они являются первичным выходом – PRI.

Команды

CHIEC <OUTPUT CH.>, <IEC WAVEFROM NUMBER>

(IEEE-488, RS-232, связанные)

Назначает составной гармонический сигнал предустановленному сигналу IEC.

<OUTPUT CH.> является PRI или SEC

<IEC WAVEFROM NUMBER> равно 1 или 2

Пример: CHIEC PRI,2 ---- устанавливает первичный выходной сигнал на сигнал IEC номер 2.

CHM? <PRESET NUMBER>

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает содержимое одной из 5 предустановленных форм составных гармонических сигналов.

<PRESET NUMBER> от 1 до 5. Формат возвращаемых данных тот же что и у CHTONES?

Пример: CHM? 2

CHMRECALL <OUTPUT CH.>, <USER DEFINED WAVEFROM NUMBER>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Устанавливает составной гармонический сигнал на сигнал, предустановленный и предварительно занесенный в память.

<OUTPUT CH.> является PRI или SEC

<USER DEFINED WAVEFROM NUMBER> от 1 до 5

Пример: CHMRECALL PRI,2 устанавливает первичный выходной сигнал на предустановленный номер 2.

CHMSAVE <OUTPUT CH.>, <USER DEFINED WAVEFROM NUMBER>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Сохраняет текущий сигнал как пользовательский.

<OUTPUT CH.> является PRI или SEC

<USER DEFINED WAVEFROM NUMBER> от 1 до 5

Пример: CHMSAVE PRI,2 сохраняет первичный выходной сигнал как предустановленный номер 2.

CHNRC <OUTPUT CH.>, <NRC WAVEFROM NUMBER>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Задаёт составной гармонический сигнал для предустановленного сигнала NRC.

<OUTPUT CH.> является PRI или SEC

<NRC WAVEFROM NUMBER> с 1 по 5. NRC7030 равно 1.

Пример: CHNRC PRI,2 ---- задаёт первичный выходной сигнал для сигнала NRC номер 2.

CHTONES <OUTPUT CH.>, <HARMONIC>, <HARMONIC AMPLITUDE>, <HARMONIC PHASE>, <...>, <...>, ...

(IEEE-488, RS-232, перекрывающиеся, спаренные)

Задаёт до 15 групп гармоника/амплитуда/фаза

<OUTPUT CH.> является PRI или SEC

<HARMONIC> в пределах 2 - 63

<HARMONIC AMPL> от 0.1 % до 100 %

Амплитуда гармоника в пропорции к основной; можно использовать единицы PCT (проценты); если дано безразмерное число, это означает отношение (например, 30PCT и 0.3 означает амплитуду гармоника 30 % от основной).

<HARMONIC PHASE> от +/- 0.1 до 360.0 градусов. Фаза гармоника по отношению к фазе основной гармоника в градусах. Значения вне пределов +/- 180 автоматически пересчитываются в этот диапазон путем прибавления или вычитания кратного 360.

Пример: CHTONES PRI,3,33pct,0,5,20pct,0,7,16pct,0,9,11pct,0,11,9pct,0

Пример: CHTONES SEC,3,0.11,-180,5,0.04,0,7,0.02,-180,0,0,0,0,0

CHTONES? <OUTPUT CH.>

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает текущие настройки для гармоник в формате номера гармоники, амплитуды и фазы. Для всех гармоник, значения для которых не заданы, возвращаются нулевые значения.

<OUTPUT CH.> является PRI или SEC

Пример: CHTONES? PRI

Пример возвращаемой строки: 2, 0.10, 30, 3, 0.02, -150, ...

DELTAMAG <OUTPUT CH.>, <DELTA_AMPLITUDE>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Задаёт отклонение амплитуды в режимах изменения амплитуды (провалы/выбросы и фликер).

<OUTPUT CH.> является PRI или SEC

<DELTA_AMPLITUDE> от 0.01 % до 100.0 %

Пример: DELTAMAG PRI, 0.1 – отклонение на выходе на первичном канале на +10 %

Пример: DELTAMAG SEC, 0.1 – отклонение на выходе на первичном канале на +10 %

DELTAMAG? <OUTPUT CH.>

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает отклонение амплитуды выбранного канала в режимах изменения амплитуды.

<OUTPUT CH.> является PRI или SEC

Пример: DELTAMAG? PRI

DURATION <EVT_DURATION>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Задаёт длительность единичных событий (провал/выброс) в режиме изменения амплитуды.

<DELTA_DURATION> от .032 с до 60 с.

Пример: DURATION 49.0s --- Задаёт продолжительность события 49 секунд

Пример: DURATION 10.3 --- Задаёт продолжительность события 10.3 секунды (S необязательно)

DURATION?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает длительность единичных событий (провал/выброс) в режиме изменения амплитуды.

Пример: DURATION?

EVTMODE <E_MODE>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Задаёт режим событий для работы в режиме изменения амплитуды

<E_MODE> __ REPEAT --- Режим фликера

SINGLE --- Операции с провалами/выбросами

Пример: EVTMODE SINGLE

EVTMODE?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает режим событий для работы в режиме изменения амплитуды

SINGLE --- для провалов/выбросов

REPEAT --- для фликера

Пример: EVTMODE?

FLICKWAV <F_WAVE>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Задаёт тип модуляции фликера: синусоидальная или прямоугольная.

<F_WAVE> – SINE или SQUARE

Пример: FLICKWAV SQUARE

Пример: FLICKWAV SINE

FLICKWAV?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает тип модуляции фликера: синусоидальная или прямоугольная.

FUND?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает амплитуду основной гармоники в режиме составного гармонического сигнала.

Возвращает все нули, если это не функция составного гармонического сигнала.

1. Выходная амплитуда
2. (Символ) Единицы (В или А)
3. (число с плавающей запятой) Вторая выходная амплитуда в режиме воспроизведения двух сигналов, 0 при отсутствии второй амплитуды).
4. (Символ) Единицы второй амплитуды (0 при отсутствии второй амплитуды)

Пример: 1.883000E-01,A,0.000000E+00,0

PQ <MODE>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Вход/выход из режима Power Quality (Качество электропитания).

<MODE> OFF --- для нормального режима 5522

CH --- для режима составного гармонического сигнала

DAMPL --- для режима провала/выброса или фликера

Пример: PQ CH --- вход в режим составного гармонического сигнала

PQ?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает режим калибровки режима качества электропитания.

OFF --- в нормальном режиме 5522

CH --- в режим составного гармонического сигнала

DAMPL --- в режиме провала/выброса или фликера

Пример: PQ?

POSTTRIGDELAY <D_TIME>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Задаёт задержку после пускового импульса в режиме единичных событий (провал/выброс).

<D_TIME> от 0.001 с до 60 с

Пример: POSTTRIGDELAY 3

POSTTRIGDELAY?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает задержку после пускового импульса в режиме единичных событий (провал/выброс).

Пример: POSTTRIGDELAY?

RAMPTIME <R_TIME>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Задаёт период, в течение которого выходная амплитуда изменяется вверх/вниз по отношению к выбранному значению Delta V / V в режиме единичных событий (провал/выброс).

<R_TIME> от 0.001 с до 60.0 с

Пример: RAMPTIME 5.3

RAMPTIME?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает текущую установку RAMPTIME.

Пример: RAMPTIME?

RPTFREQ <MOD_FREQ>

(IEEE-488, RS-232, спаренные)

Задаёт частоту модуляции в режиме фликера.

<MOD_FREQ> от 0.001 Гц до 30.0 Гц

Пример: RPTFREQ 10 Гц

Пример: RPTFREQ 5

RPTFREQ?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает частоту модуляции в режиме фликера.

Пример: RPTFREQ?

TRIGGERED?

(IEEE-488, RS-232, последовательные)

Возвращает 0 при отсутствии события триггера, 1 при наличии

Примеры строк

В следующем примере задается фликер на выходе первичного канала с прямоугольной модуляцией с частотой 0.65 Гц и отношением дельта V/V, равным 0.91 %. Выходное напряжение 120 В, 60 Гц:

```
pq damp1; evtmode repeat; flickwav square; rptfreq .65;  
deltamag pri, .0091; out 120v, 60hz; oper
```

Проверка работоспособности

Для проверки модуля PQ на соответствие своим характеристикам обратитесь к тестам настоящего раздела. Таблицы предназначены только для квалифицированных специалистов в области метрологии.

Таблицы относятся к сигналам, описанным в других местах настоящего руководства, а также к другим специальным сигналам, которые необходимо создавать в режиме составного гармонического сигнала. Все тесты должны проводиться с включенным выключателем заземления 5522A EARTH.

Проверочная таблица

Табл. 11-1. Проверочная таблица модуля PQ

Проверочные испытания для переменного напряжения		Гармоника	Основная	Фаза	Амплитуда (В)	Характеристика (В)	Характеристика (град.)
Диапазон	329.99 мВ	среднеквадратич.			0.12000	2.500E-04	
Сигнал	I	1	100,00%		0,03000	9.00E-5	
Среднеквадратичное значение на выходе	0.12 В	3	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,5
Частота	50.0 Гц	6	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,5
		9	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,5
		12	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,5
		15	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,5
		16	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,5
		23	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,8
		28	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,8
		33	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,8
		38	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	0,8
		43	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	2,0
		48	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	2,0
		53	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	2,0
		58	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	2,0
		63	100,00%	0	0,03000	9.00E-5	2,0
Диапазон	3.2999 В	среднеквадратич.			0,45000	0.001000	
Сигнал	I	1	100,00%		0,11250	0.000513	
Среднеквадратичное значение на выходе	0.45 В	3	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,5
Частота	60 Гц	6	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,5
		9	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,5
		12	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,5
		15	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,5
		16	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,8
		23	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,8
		28	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,8
		33	100,00%	0	0,11250	0.000513	0,8
		38	100,00%	0	0,11250	0.000513	2,0
		43	100,00%	0	0,11250	0.000513	2,0
		48	100,00%	0	0,11250	0.000513	2,0
		53	100,00%	0	0,11250	0.000513	2,0
		58	100,00%	0	0,11250	0.000513	2,0
		63	100,00%	0	0,11250	0.000513	2,0
Диапазон	32.999 В	среднеквадратич.			12,0000	0.03000	
Сигнал	I	1	100,00%		3,0000	0,0070	
Среднеквадратичное значение на выходе	12 В	3	100,00%	0	3,0000	0	0,3
Частота	60 Гц	6	100,00%	0	3,0000	0,0070	0,3
		9	100,00%	0	3,0000	0,0070	0,3

Табл. 11-1. Проверочная таблица модуля PQ (продолж.)

Проверочные испытания для переменного напряжения		Гармоника	Основная	Фаза	Амплитуда (В)	Характеристика (В)	Характеристика (град.)
		12	100.00%	0	3,0000	0	0,3
		15	100.00%	0	3,0000	0,0070	0,3
		16	100.00%	0	3,0000	0,0070	0,5
		23	100.00%	0	3,0000	0,0070	0,5
		28	100.00%	0	3,0000	0,0070	0,5
		33	100.00%	0	3,0000	0	0,5
		38	100.00%	0	3,0000	0,0070	2,0
		43	100.00%	0	3,0000	0,0070	2,0
		48	100.00%	0	3,0000	0,0070	2,0
		53	100.00%	0	3,0000	0,0070	2,0
		58	100.00%	0	3,0000	0	2,0
		63	100.00%	0	3,0000	0,0070	2,0
Диапазон	329.99 мВ	среднеквад ратич.			210,0000	0,4300	
Сигнал	II	1	100.00%		91,6730	0,3917	
Среднеквад ратичное значение на выходе	210 В	2	100.00%	0	91,6730	0,3917	0,75
Частота	60 Гц	3	100.00%	0	91,6730	0,3917	0,75
		5	100.00%	0	91,6730	0,3917	0,75
		7	100.00%	0	91,6730	0,3917	0,75
		8	30,00%	0	27,5020	0,3917	1,0
		12	30,00%	0	27,5020	0,3917	3,0
		13	10,00%	0	9,1670	0,3917	3,0
		16	10,00%	0	9,1670	0,3917	3,0
		18	10,00%	0	9,1670	0,3917	3,0
		21	10,00%	0	9,1670	0,4984	5,0
		23	10,00%	0	9,1670	0,4984	5,0
		25	10,00%	0	9,1670	0,4984	5,0
		26	5,00%	0	4,5840	0,4984	5,0
		30	5,00%	0	4,5840	0,4984	5,0
		33	5,00%	0	4,5840	0,4984	5,0
Диапазон	1020 В	среднеквад ратич.			600,0000	1,300	
Сигнал	III	1	100.00%		241,796	1,310	
Среднеквад ратичное значение на выходе	600 В	2	100.00%	0	241,796	1,310	0,75
Частота	50.0 Гц	3	100.00%	0	241,796	1,310	0,75
		5	100.00%	0	241,796	1,310	0,75
		7	100.00%	0	241,796	1,310	0,75
		8	100.00%	0	241,796	1,310	1,2
		12	30,00%	0	72,539	1,310	1,2
		13	10,00%	0	24,180	1,310	1,2
		16	10,00%	0	24,180	1,310	3,0
		18	10,00%	0	24,180	1,310	3,0
		21	10,00%	0	24,180	1,310	3,0
		23	10,00%	0	24,180	1,310	3,0
		25	10,00%	0	24,180	1,610	5,0
		26	5,00%	0	12,090	1,610	5,0
		30	5,00%	0	14,1880	1,610	5,0
		33	5,00%	0	14,1880	1,610	5,0

Табл. 11-1. Проверочная таблица модуля PQ (продолж.)

Проверочные испытания для переменного напряжения		Гармоника	Основная	Фаза	Амплитуда (В)	Характеристика (В)	Характеристика (град.)
Диапазон	329.99 мВ	среднеквадратич.			150,0000	0,3100	
Сигнал	IV	1	100.00%		54,627	0,1299	
Среднеквадратичное значение на выходе	150 В	2	100.00%	0	54,627	0,1299	0,75
Частота	50.0 Гц	3	100.00%	0	54,627	0,1299	0,75
		4	100.00%	0	54,627	0,1299	0,75
		5	100.00%	0	54,627	0,1299	0,75
		6	100.00%	0	54,627	0,1299	0,75
		7	100.00%	0	54,627	0,1299	0,75
		8	30,00%	0	16,388	0,1624	0,75
		9	30,00%	0	16,388	0,1624	1,0
		10	30,00%	0	16,388	0,1624	1,0
		11	30,00%	0	16,388	0,1624	1,0
		12	30,00%	0	16,388	0,1624	1,0
		13	30,00%	0	16,388	0,1624	1,0
Диапазон	1020 В	среднеквадратич.			450,0000	1,0000	
Сигнал	IV	1	100.00%		163,880	0,5122	
Среднеквадратичное значение на выходе	450 В	2	100.00%	0	163,880	0,5122	0,75
Частота	50.0 Гц	3	100.00%	0	163,880	0,5122	0,75
		4	100.00%	0	163,880	0,5122	0,75
		5	100.00%	0	163,880	0,5122	0,75
		6	100.00%	0	163,880	0,5122	0,75
		7	100.00%	0	163,880	0,5122	0,75
		8	30,00%	0	49,164	0,5122	0,75
		9	30,00%	0	49,164	0,5122	1,2
		10	30,00%	0	49,164	0,5122	1,2
		11	30,00%	0	49,164	0,5122	1,2
		12	30,00%	0	49,164	0,5122	1,2
		13	30,00%	0	49,164	0,5122	1,2
Диапазон	32.999 В	среднеквадратич.			12,00000	0.03000	
Сигнал	SQUARE	1	100.00%		10,87300	0,01487	
Среднеквадратичное значение на выходе	12 В	3	33,30%	0	3,62100	0,01487	0,3
Частота	60 Гц	5	20,00%	0	2,17500	0,01487	0,3
		7	14,30%	0	1,55500	0,01487	0,3
		9	11,10%	0	1,20700	0,01487	0,3
		11	9,10%	0	0,98948	0,01487	0,3
		13	7,70%	0	0,83725	0,01487	0,3
		15	6,70%	0	0,72852	0,01487	0,3
		17	5,90%	0	0,64153	0,01487	0,5
		19	5,30%	0	0,57629	0,01487	0,5
		21	4,80%	0	0,52193	0,01487	0,5
		23	4,30%	0	0,46756	0,01487	0,5
		25	4,00%	0	0,43494	0,01487	0,5
		27	3,70%	0	0,40232	0,01487	0,5
		29	3,40%	0	0,36970	0,01487	0,5
		31	3,20%	0	0,34795	0,01487	0,5

Табл. 11-1. Проверочная таблица модуля PQ (продолж.)

Проверочные испытания для переменного напряжения		Гармоника	Основная	Фаза	Амплитуда (В)	Характеристика (В)	Характеристика (град.)
Диапазон	329.99 мВ	среднеквадратич.			230,0000	0,4700	
Сигнал	NRC 7030	1	100.00%		206,5460	0,8512	
Среднеквадратичное значение на выходе	230 В	2	10,00%	-115,5	20,6550	0,8512	0,75
Частота	50.0 Гц	3	10,00%	1,1	20,6550	0,8512	0,75
		4	10,00%	-179,6	20,6550	0,8512	0,75
		5	10,00%	13,3	20,6550	0,8512	0,75
		6	10,00%	9,3	20,6550	0,8512	0,75
		7	10,00%	73,5	20,6550	0,8512	0,75
		8	10,00%	152,1	20,6550	0,8512	0,75
		9	10,00%	-19,9	20,6550	0,8512	1,0
		10	10,00%	-167,8	20,6550	0,8512	1,0
		11	10,00%	85,9	20,6550	0,8512	1,0
		12	10,00%	-37,3	20,6550	0,8512	1,0
		13	10,00%	16,1	20,6550	0,8512	3,0
		14	10,00%	-28,1	20,6550	0,8512	3,0
		15	10,00%	94	20,6550	0,8512	3,0
		16	10,00%	-173,4	20,6550	0,8512	3,0
		17	10,00%	129,5	20,6550	0,8512	3,0
		18	10,00%	-113,9	20,6550	0,8512	3,0
		19	10,00%	37,6	20,6550	0,8512	3,0
		20	10,00%	-52,3	20,6550	0,8512	3,0
		21	10,00%	1,5	20,6550	0,8512	3,0
		22	10,00%	14,3	20,6550	0,8512	3,0
		23	10,00%	150,2	20,6550	0,8512	3,0
		24	10,00%	7.1	20,6550	0,8512	3,0
		25	10,00%	161,3	20,6550	1,0700	5,0
Проверочные испытания для переменного напряжения (AUX)							
Диапазон	5 В	среднеквадратич.			1,90000	0,00580	
Сигнал	В	1	100.00%		0,58524	0,00417	
Среднеквадратичное значение на выходе	1.9 В	3	100.00%	0	0,58524	0,00417	0,75
Частота	60 Гц	6	100.00%	0	0,58524	0,00417	0,75
		9	100.00%	0	0,58524	0,00417	0,75
		12	100.00%	0	0,58524	0,00417	0,75
		16	100.00%	0	0,58524	0,00417	0,75
		17	100.00%	0	0,58524	0,00417	2,0
		23	100.00%	0	0,58524	0,00417	2,0
		28	100.00%	0	0,58524	0,00417	2,0
		33	100.00%	0	0,58524	0,00417	2,0
		38	30,00%	0	0,17577	0,00476	3,0
		43	30,00%	0	0,17577	0,00476	3,0
		48	30,00%	0	0,17577	0,00476	3,0
		53	30,00%	0	0,17577	0,00476	3,0
		58	30,00%	0	0,17577	0,00476	3,0
		63	30,00%	0	0,17577	0,00476	3,0

Табл. 11-1. Проверочная таблица модуля PQ (продолж.)

Проверочные испытания для переменного тока		Гармоника	Основная	Фаза	Амплитуда (А)	Характеристика (А)	Характеристика (град.)
Проверочные испытания для переменного тока							
Диапазон	329.9 мА	Среднеквадратич.			0.11000	1.22E-03	
Сигнал	VI	1	100.00%		0.03000	1.38E-04	
Среднеквадратичное значение на выходе	0.11 А	3	100.00%	0	0.03000	1.38E-04	0,75
Частота	50.0 Гц	6	100.00%	0	0.03000	1.38E-04	0,75
		9	100.00%	0	0.03000	1.38E-04	0,75
		12	100.00%	0	0.03000	1.38E-04	0,75
		15	100.00%	0	0.03000	1.38E-04	0,75
		18	100.00%	0	0.03000	1.38E-04	1,5
		23	50,00%	0	0,01910	1.38E-04	1,5
		28	50,00%	0	0,01910	1.38E-04	1,5
		33	50,00%	0	0,01910	1.38E-04	1,5
		38	30,00%	0	0,01146	1.38E-04	1,5
		43	30,00%	0	0,01146	1.68E-04	3,0
		48	30,00%	0	0,01146	1.68E-04	3,0
		53	30,00%	0	0,01146	1.68E-04	3,0
		58	30,00%	0	0,01146	1.68E-04	3,0
		63	30,00%	0	0,01146	1.68E-04	3,0
Диапазон	2.999 А	Среднеквадратич.			1,10000	0,00320	
Сигнал	VII	1	100.00%		0,40547	0,00141	
Среднеквадратичное значение на выходе	1.1 А	3	100.00%	0	0,40547	0,00141	0,6
Частота	50.0 Гц	6	100.00%	0	0,40547	0,00141	0,6
		9	100.00%	0	0,40547	0	0,6
		12	100.00%	0	0,40547	0,00141	0,6
		15	100.00%	0	0,40547	0,00141	0,6
		18	20,00 %	0	0,40547	0,00141	0,6
		23	20,00 %	0	0,08109	0,00141	1,0
		28	20,00 %	0	0,08109	0	1,0
		33	20,00 %	0	0,08109	0,00141	1,0
		38	20,00 %	0	0,08109	0,00141	1,0
		43	20,00 %	0	0,08109	0,00211	2,0
		48	20,00 %	0	0,08109	0,00211	2,0
		53	20,00 %	0	0,08109	0	2,0
		58	20,00 %	0	0,08109	0,00211	2,0
63	20,00 %	0	0,08109	0,00211	2,0		
Диапазон	20.5 А	Среднеквадратич.			4,50000	0,0190	
Сигнал	VII	1	100.00%		1,6590	0,0117	
Среднеквадратичное значение на выходе	4.5 А	3	100.00%	0	1,6590	0,0117	0,6
Частота	50.0 Гц	6	100.00%	0	1,6590	0,0117	0,6
		9	100.00%	0	1,6590	0,0117	0,6
		12	100.00%	0	1,6590	0,0117	0,6
		15	100.00%	0	1,6590	0,0117	0,6
		18	100.00%	0	1,6590	0,0117	0,6
		23	20,00%	0	0,3317	0,0117	1,0
		28	20,00%	0	0,3317	0,0117	1,0
		33	20,00%	0	0,3317	0,0117	1,0
		38	20,00%	0	0,3317	0,0117	1,0
		43	20,00%	0	0,3317	0,0133	3,0
48	20,00%	0	0,3317	0,0133	3,0		

Табл. 11-1. Проверочная таблица модуля PQ (продолж.)

Проверочные испытания для переменного тока		Гармоника	Основная	Фаза	Амплитуда (А)	Характеристика (А)	Характеристика (град.)
		53	20,00%	0	0,3317	0,0133	3,0
		58	20,00%	0	0,3317	0,0133	3,0
		63	20,00%	0	0,3317	0,0133	3,0
Диапазон	20.5 А	Среднеквадратич.			4,80000	0,0196	
Сигнал	IECA	1	100.00%		2,89500	0,0129	
Среднеквадратичное значение на выходе	4.8 А	2	47,00%	0	1,35900	0,0129	0,6
Частота	50.0 Гц	3	100.00%	180	2,89500	0,0129	0,6
		4	18,70%	180	0,54123	0,0129	0,6
		5	49,60%	0	1,43500	0,0129	0,6
		6	13,00%	0	0,37760	0,0129	0,6
		7	33,50%	180	0,96918	0,0129	0,6
		8	10,00%	180	0,28950	0,0129	0,6
		9	17,40%	0	0,50347	0,0129	0,6
		10	8,00%	0	0,23160	0,0129	0,6
		11	14,30%	180	0,41536	0,0129	0,6
		12	6,70%	180	0,19300	0,0129	0,6
		13	9,10%	0	0,26432	0,0129	0,6
		14	5,70%	0	0,16543	0,0129	0,6
		15	6,50%	180	0,18880	0,0129	0,6
		16	5,00%	180	0,14475	0,0129	0,6
		17	5,80%	0	0,16659	0,0129	0,6
		18	4,40%	0	0,12867	0,0129	0,6
		19	5,10%	180	0,14905	0,0129	1,0
		20	4,00%	180	0,11580	0,0129	1,0
		21	4,70%	0	0,13486	0,0129	1,0
		22	3,60%	0	0,10527	0,0129	1,0
		23	4,30%	180	0,12313	0,0129	1,0
		24	3,30%	180	0,09650	0,0129	1,0
		25	3,90%	0	0,11328	0,0129	1,0
		26	3,10%	0	0,08908	0,0129	1,0
		27	3,60%	180	0,10489	0,0129	1,0
		28	2,90%	180	0,08271	0,0129	1,0
		29	3,40%	0	0,09766	0,0129	1,0
		30	2,70%	0	0,07720	0,0129	1,0
		31	3,20%	180	0,09136	0,0129	1,0
		32	2,50%	180	0,07237	0,0129	1,0
		33	3,00%	0	0,08582	0,0129	1,0
		34	2,40%	0	0,06812	0,0129	1,0
		35	2,80%	180	0,08092	0,0129	1,0
		36	2,20%	180	0,06433	0,0129	1,0
		37	2,60%	0	0,07654	0,0129	1,0
		38	2,10%	0	0,06095	0,0129	1,0
		39	2,50%	180	0,07262	0,0129	1,0
		40	2,00%	180	0,05790	0,0129	1,0

Табл. 11-1. Проверочная таблица модуля PQ (продолж.)

Проверочные испытания для переменного тока		Гармоника	Основная	Фаза	Амплитуда (А)	Характеристика (А)	Характеристика (град.)
Диапазон	20.5 А	Среднеквадратич.			5,80000	0.03000	
Сигнал	IECD	1	100.00%		5,04200	0,0150	
Среднеквадратичное значение на выходе	5.8 А	3	46,90%	180	2,36600	0,0150	0,6
Частота	50.0 Гц	5	26,20%	0	1,32200	0,0150	0,6
		7	13,80%	180	0,69600	0,0150	0,6
		9	6,90%	0	0,34800	0,0150	0,6
		11	4,80%	180	0,24360	0,0150	0,6
		13	4,10%	0	0,20612	0,0150	0,6
		15	3,50%	180	0,17864	0,0150	0,6
		17	3,10%	0	0,15763	0,0150	0,6
		19	2,80%	180	0,14103	0,0150	1,0
		21	2,50%	0	0,12760	0,0150	1,0
		23	2,30%	180	0,11651	0,0150	1,0
		25	2,10%	0	0,10719	0,0150	1,0
		27	2,00%	180	0,09924	0,0150	1,0
		29	1,80%	0	0,09250	0,0150	1,0
		31	1,70%	180	0,08644	0,0150	1,0
		33	1,60%	0	0,08120	0,0150	1,0
		35	1,50%	180	0,07656	0,0150	1,0
		37	1,40%	0	0,07242	0,0150	1,0
		39	1,40%	180	0,06871	0,0150	1,0
Диапазон	20.5 А	Среднеквадратич.			9,50000	0.03000	
Сигнал	NRC7030	1	100.00%		8,53100	0,0185	
Среднеквадратичное значение на выходе	9.5 А	2	10,00%	-115,5	0,85313	0,0185	0,6
Частота	60 Гц	3	10,00%	1,1	0,85313	0,0185	0,6
		4	10,00%	-179,6	0,85313	0,0185	0,6
		5	10,00%	13,3	0,85313	0,0185	0,6
		6	10,00%	9,3	0,85313	0,0185	0,6
		7	10,00%	73,5	0,85313	0,0185	0,6
		8	10,00%	152,1	0,85313	0,0185	0,6
		9	10,00%	-19,9	0,85313	0,0185	0,6
		10	10,00%	-167,8	0,85313	0,0185	0,6
		11	10,00%	85,9	0,85313	0,0185	0,6
		12	10,00%	-37,3	0,85313	0,0185	0,6
		13	10,00%	16,1	0,85313	0,0185	0,6
		14	10,00%	-28,1	0,85313	0,0185	0,6
		15	10,00%	94	0,85313	0,0185	0,6
		16	10,00%	-173,4	0,85313	0,0185	1,0
		17	10,00%	129,5	0,85313	0,0185	1,0
		18	10,00%	-113,9	0,85313	0,0185	1,0
		19	10,00%	37,6	0,85313	0,0185	1,0
		20	10,00%	-52,3	0,85313	0,0185	1,0
		21	10,00%	1,5	0,85313	0,0185	1,0
		22	10,00%	14,3	0,85313	0,0185	1,0
		23	10,00%	150,2	0,85313	0,0185	1,0
		24	10,00%	7,1	0,85313	0,0185	1,0
		25	10,00%	161,3	0,85313	0,0185	1,0

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 (истинного) значения этой величины. Например, прибор с погрешностью $\pm 1\%$ имеет точность 99%.

полная мощность

Значение мощности, полученное простым умножением переменного напряжения на переменный ток без учета сдвига фаз между ними. (См. «активная мощность» для сравнения.)

установка

Установка цифрового сигнала в состояние логической истины.

зч (звуковая частота)

Диапазон частот, слышимых человеком, обычно 15 – 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, предназначенный для контроля одного или нескольких процессов с целью выявления чрезмерного отклонения от желаемого значения компонента или процесса.

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 формами 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 5522A 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» и «защита по току».

гармоники

Частоты, кратные основной частоте. Например, частота в два раза большая основной 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 процессе 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 процесса 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

Установленный верхний предел интервала измерений прибора. Обычно, однако, измерительный прибор способен измерять величины в более широком диапазоне, выраженном в процентах. (Абсолютный интервал, включая расширенный диапазон измерения, называется «шкала».) В Калибраторе 5522 А, однако, диапазон и шкала являются идентичными.

эталон

Стандарт высшего уровня в лаборатории, стандарт, который используется для поддержания рабочих стандартов, применяемых в обычных процедурах калибровки и сравнения.

относительная погрешность

Относительная погрешность Калибратора 5522А не учитывает влияние внешних делителей и стандартов, используемых для подстройки констант диапазона. Относительная погрешность учитывает только стабильность, температурный коэффициент, шумы и линейность самого Калибратора 5522А.

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 измеряют тепло, создаваемое напряжением на известном сопротивлении (т.е. мощность), поэтому они действительно определяют эффективное 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 °С, приводящего к увеличению погрешности прибора. Этот коэффициент необходимо учитывать из-за влияния температуры на аналоговые схемы 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 «кажущаяся мощность».

действительное значение

Называемое также истинным значением, принятым, согласованным, т.е. _____верным 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

Проверка работоспособности и погрешности прибора или стандарта без регулировки и изменения 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 создает контур низкого сопротивления для заземления обычных рабочих шумов и паразитных токов заземления, тем самым исключая возникновение погрешности из-за таких помех.

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

ASCII CHAR.	DECIMAL	OCTAL	HEX	BINARY 7654 3210	DEV. NO.	MESSAGE ATN=TRUE	ASCII CHAR.	DECIMAL	OCTAL	HEX	BINARY 7654 3210	DEV. NO.	MESSAGE ATN=TRUE
NUL	0	000	00	0000 0000			@	64	100	40	0100 0000	0	MTA
SQH	1	001	01	0000 0001		GTL	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	D	68	104	44	0100 0100	4	MTA
ENQ	5	005	05	0000 0101		PPC	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	H	72	110	48	0100 1000	8	MTA
HT	9	011	09	0000 1001		TCT	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			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		LLO	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		DCL	T	84	124	54	0101 0100	20	MTA
NAK	21	025	15	0001 0101		PPU	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		SPE	X	88	130	58	0101 1000	24	MTA
EM	25	031	19	0001 1001		SPD	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			\	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	MLA	a	97	141	61	0111 0001	1	MSA
"	34	042	22	0010 0010	2	MLA	b	98	142	62	0111 0010	2	MSA
#	35	043	23	0010 0011	3	MLA	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	MLA	e	101	145	65	0111 0101	5	MSA
&	38	046	26	0010 0110	6	MLA	f	102	146	66	0111 0110	6	MSA
'	39	047	27	0010 0111	7	MLA	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	MLA	i	105	151	69	0111 1001	9	MSA
*	42	052	2A	0010 1010	10	MLA	j	106	152	6A	0111 1010	10	MSA
+	43	053	2B	0010 1011	11	MLA	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	MLA	m	109	155	6D	0111 1101	13	MSA
.	46	056	2E	0010 1110	14	MLA	n	110	156	6E	0111 1110	14	MSA
/	47	057	2F	0010 1111	15	MLA	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	MLA	q	113	161	71	0111 0001	17	MSA
2	50	062	32	0011 0010	18	MLA	r	114	162	72	0111 0010	18	MSA
3	51	063	33	0011 0011	19	MLA	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	MLA	u	117	165	75	0111 0101	21	MSA
6	54	066	36	0011 0110	22	MLA	v	118	166	76	0111 0110	22	MSA
7	55	067	37	0011 0111	23	MLA	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	MLA	y	121	171	79	0111 1001	25	MSA
:	58	072	3A	0011 1010	26	MLA	z	122	172	7A	0111 1010	26	MSA
;	59	073	3B	0011 1011	27	MLA	{	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	MLA	}	125	175	7D	0111 1101	29	MSA
>	62	076	3E	0011 1110	30	MLA	~	126	176	7E	0111 1110	30	MSA
?	63	077	3F	0011 1111		UNL		127	177	7F	0111 1111		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, см. Таблицу С-1. Информацию о заказе см. в Главе 9 «Принадлежности».)

Табл. С-1. Соединительные кабели IEEE-488

Соединительный кабель IEEE-488	Номер по каталогу Fluke
0,5 м (1,64 фута)	PM2295/05
1 м (3,28 фута)	PM2295/10
2 м (6,56 фута)	PM2295/20

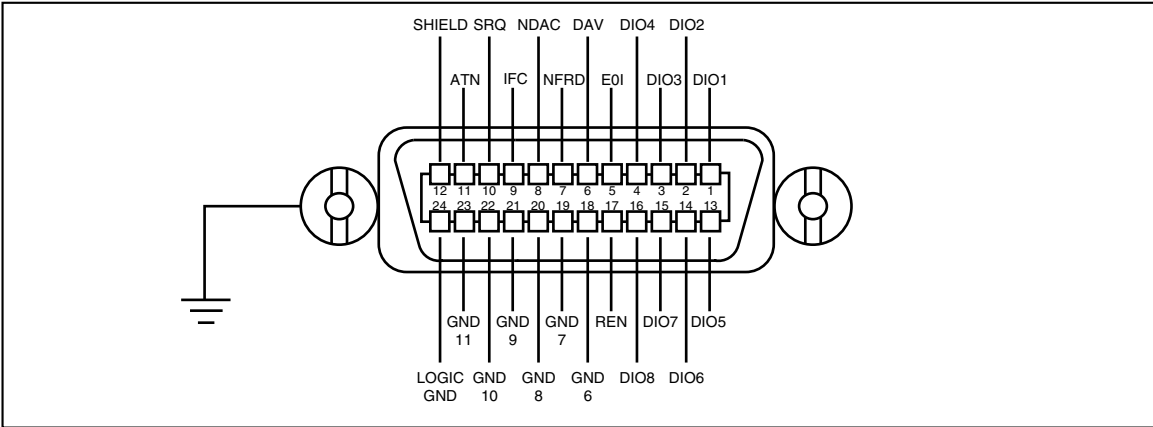


Рис. С-1. Цоколевка разъема IEEE-488 (вид со стороны контактов)

Последовательные разъемы

Два 9-штырьковых последовательных разъема на задней панели Калибратора 5522А 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 С-2 (хост) и С-3 (испытываемый прибор).

Последовательные кабели можно приобрести в компании Fluke, см. Таблицу С-2. Информацию о заказе см. в Главе 8 «Принадлежности».

Табл. С-2. Последовательные кабели

Соединительный кабель		Номер по каталогу Fluke
5522А ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ 1 ОТ ХОСТА	COM-порт ПК (DB-9)	PM8914/001
5522А ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ 1 ОТ ХОСТА	COM-порт ПК (DB-25)	RS40
5522А ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ 2 К ИСПЫТЫВАЕМОМУ ПРИБОРУ	Последовательный порт испытываемого прибора (DB-9)	943738
5522А ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ 2 К ИСПЫТЫВАЕМОМУ ПРИБОРУ	Последовательный порт испытываемого прибора (DB-25)	неприменимо

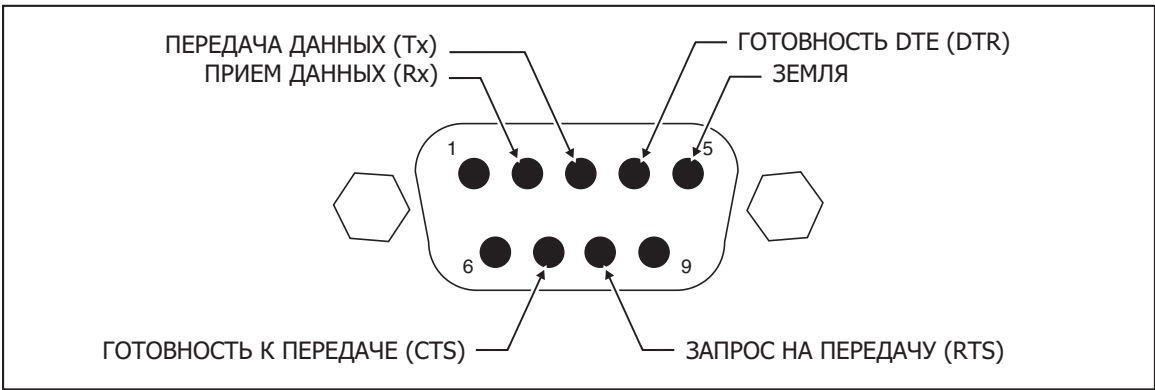


Рис. С-2. Цоколевка разъема последовательного кабеля 1 со стороны хоста

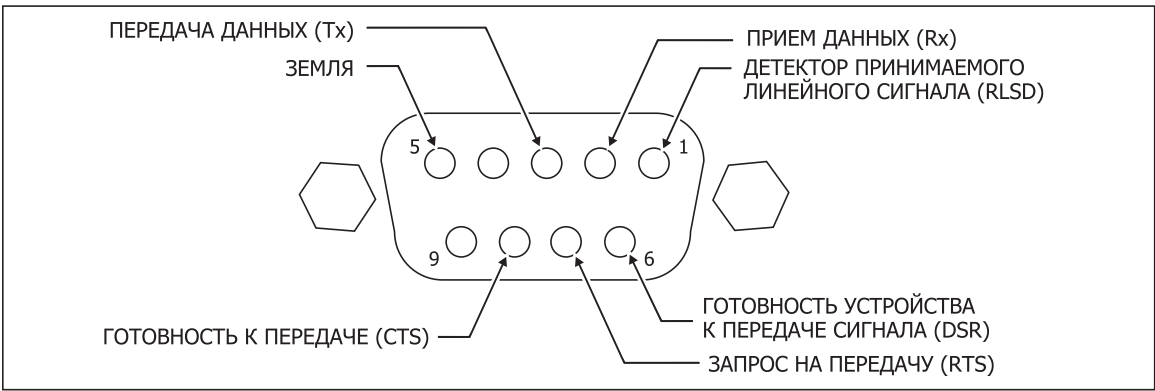


Рис. С-3. Цоколевка разъема последовательного кабеля 2, идущего к испытываемому прибору (со стороны контактов)

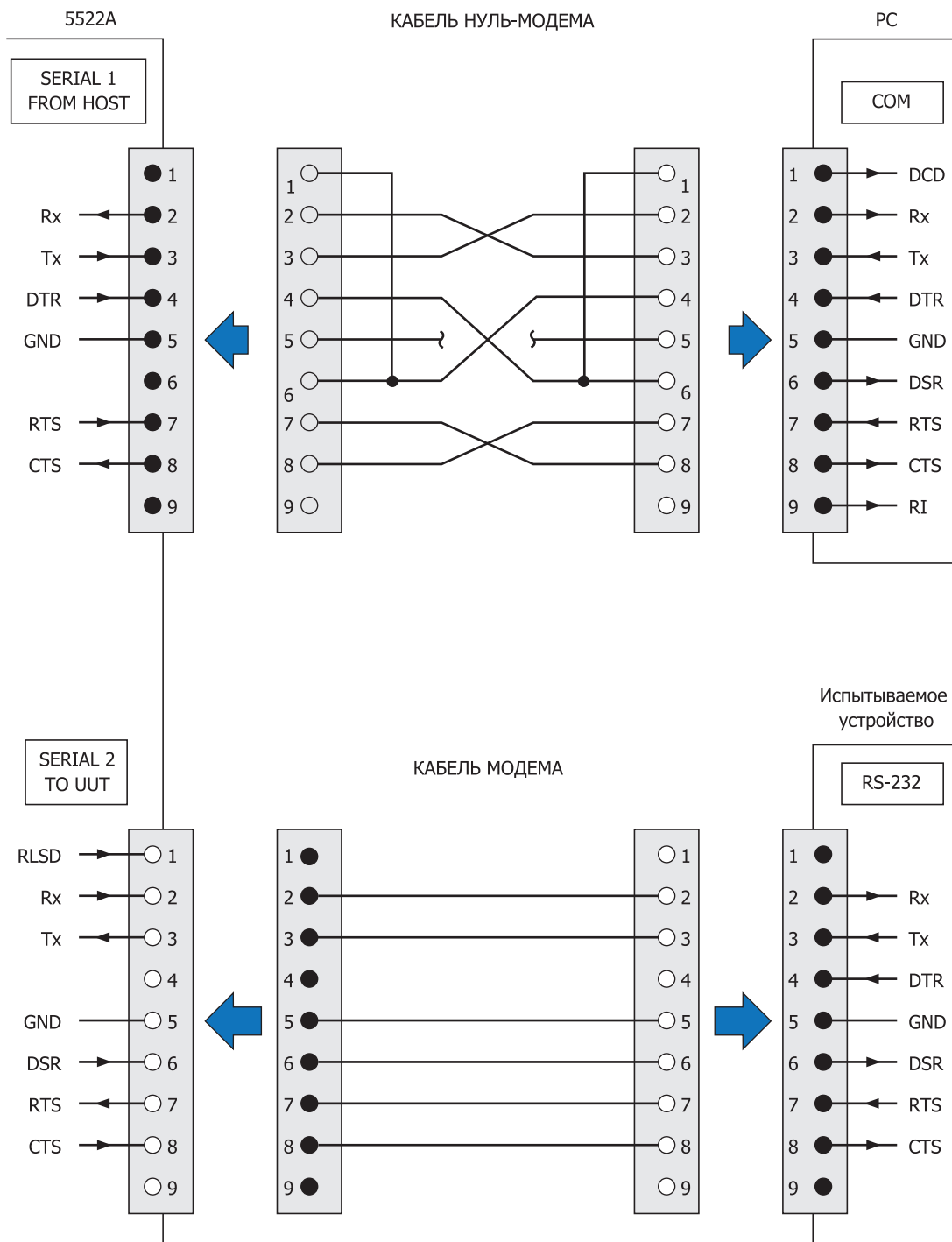
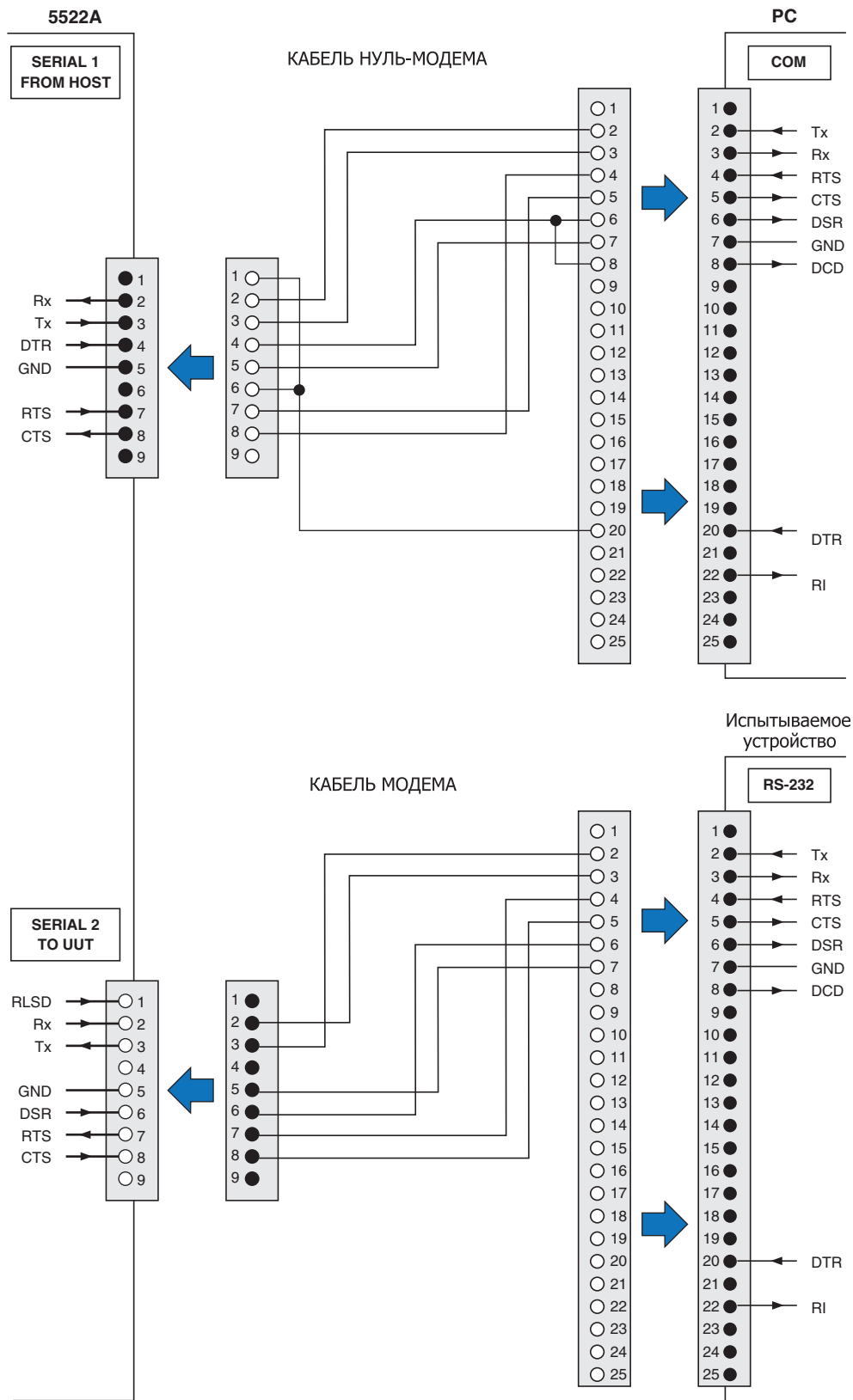


Рис. С-4. Подключения к последовательным портам (DB-9/DB-9)

gok069.eps



gok071.eps

Рис. С-5. Подключения к последовательным портам (DB-9/DB-25)

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 операций.	F Ошибка, при появлении, отображается на передней панели.	Не более 36 символов текста.
	DDE Устройство-зависимая ошибка, вызванная определенным состоянием Калибратора 5522A, например, перегрузкой.	R Ошибка, при появлении, помещается в очередь дистанционного интерфейса.	
	EXE Ошибка выполнения, вызванная элементом за пределами возможностей Калибратора 5522A или несовместимым с ними.	S Ошибка, вызванная переходом прибора в режим ожидания.	
	CME Ошибка команды, вызванная неправильным синтаксисом команды, неизвестным названием или параметром неверного типа.	D Ошибка, вызванная возвращением прибора в состояние после включения питания.	
		(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 пополнения внутреннего процессора
111	(DDE:FR D)	Ошибка калибровки 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:FR 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 пополнение дисплея

406	(DDE:FR)	Недопустимый символ # %d
407	(DDE:FR)	Нет сброса кодировщика
408	(DDE:FR)	Неверная команда кодировщика
409	(DDE:FR D)	Неожидаемый 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 установить одновременно две частоты
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 измерения C или PRES
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
566	(DDE:)	Невозможно сейчас установить демпфирование
567	(DDE:)	Невозможно сейчас включить EXGRD
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
576	(DDE:)	Опция -PQ не установлена
577	(DDE:)	Должен быть для этого в режиме PQ
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)	Превышение предела по току на выходе
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
1512	(DDE:FRS)	Не удается считать регистр внешнего генератора
1513	(DDE:FRS)	Слишком высокая частота внешнего генератора
1514	(DDE:FRS)	Слишком низкая частота внешнего генератора
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