

3000 Series

Precision Multi Product Calibrator

**Серия 3000 прецизионных
универсальных калибраторов
фирмы Transmille**

Operation Manual

Инструкция по эксплуатации

*Версия 1.20
Март 2007*

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**ДЛЯ НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЫ
КАЛИБРАТОРА ПОСЛЕ ИСТЕЧЕНИЯ
ПРОБНОГО ПЕРИОДА
ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕОБХОДИМО
ВВЕСТИ КОД СНЯТИЯ БЛОКИРОВКИ.**

ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ПРОБНОГО ПЕРИОДА (60 дней со дня выписки счета) КАЛИБРАТОР БЛОКИРУЕТСЯ И НА ДИСПЛЕЙ ВЫВОДИТСЯ НОМЕР, КОТОРЫЙ ТРЕБУЕТСЯ СООБЩИТЬ ФИРМЕ TRANSMILLE ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ КОД СНЯТИЯ БЛОКИРОВКИ

**КОД СНЯТИЯ КАЛИБРОВКИ МОЖНО
ПОЛУЧИТЬ ТОЛЬКО ПОСЛЕ
ПОЛУЧЕНИЯ ФИРМОЙ ПОЛНОЙ
ОПЛАТЫ СТОИМОСТИ
ОБОРУДОВАНИЯ.**

(Этот код вводится один раз за все время эксплуатации изделия.)

Для получения кода свяжитесь с Transmille или используйте форму для получения кода, приведенную в конце настоящей инструкции.

**Transmille Ltd.
Staplehurst , Kent.
Tel: 44 (0)1580 890700 : Fax 44 (0)1580 890711
email:- sales@transmille.com**

ДЕКЛАРАЦИЯ СООТВЕТСТВИЯ

Изготовитель: Transmille Ltd.
Адрес: Unit 4, Select Business Centre
Lodge Road
Staplehurst
TN12 0QW

Заявляет, что выпущенные им изделия

Наименование: Универсальный калибратор
Модель (тип): 3050 / 3041 / 3010
Дополнительные модули: Все возможные модули калибраторов

Отвечают требованиям следующих европейских директив:

Требованиям директивы Low Voltage Directive 73/23/EEC (низковольтной аппаратуры) и директивы по электромагнитной совместимости EMC Directive 89/336/EEC (включая 93/68/EEC) и, соответственно, маркируется знаком «CE»

Отвечают требованиям следующих отраслевых норм

По электромагнитной совместимости

Норма	Пределы
IEC616326-1: 1997+A1: 1998 / EN 61326-1:1997+A1: 1998 EN55011: 1991	Group 1 Class A
<i>IEC 61000-4-2:1995+A1:1998 / EN 61000-4-2:1995</i>	<i>4kV CD, 8kV AD</i>
<i>IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1995</i>	<i>3 V/m, 80-1000 MHz</i>
<i>IEC 61000-4-4:1995 / EN 61000-4-4:1995</i>	<i>0.5kV signal lines, 1kV power lines</i>
<i>IEC 61000-4-5:1995 / EN 61000-4-5:1995</i>	<i>0.5kV line-line, 1kV line-ground</i>
<i>IEC 61000-4-6:1996 / EN 61000-4-6:1996</i>	<i>3V, 0.15-80 MHz 1 cycle, 100%</i>
<i>IEC 61000-4-11:1994 / EN 61000-4-11:1994</i>	<i>Dips: 30% 10ms; 60% 100ms</i>
	<i>Interrupt > 95%@5000ms</i>

Электробезопасность

IEC 61010-1:1990+A1: 1992+A2: 1995 / EN 61010-1:1993+A2: 1995

16/01/2006



Revision No: 1.0
Date: 16/01/2006

Managing Director

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ: УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КАЛИБРАТОРЫ СЕРИИ 3000	6
Отличительные черты	6
Погрешности и функциональные возможности	7
Универсальное решение в одном малогабаритном корпусе	7
Модернизация возможностей под конкретные требования	7
Встроенный последовательный интерфейс RS232	8
Подключение выходов калибратора	8
ПОДГОТОВКА КАЛИБРАТОРА К РАБОТЕ.	9
Начальный осмотр	9
Транспортировка калибратора	9
Размещение калибратора на месте эксплуатации	9
Разъемы и органы управления задней панели	10
Установка и проверка величины сетевого напряжения	10
Сетевой плавкий предохранитель и его тип	11
Подключение к компьютеру	11
Включение калибратора	11
Выходные разъемы	12
Перегрузки выходов	13
ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАЛИБРАТОРА	14
Правила техники безопасности	14
Предисловие	14
Органы управления и индикации передней панели	15
Клавиатура передней панели	15
Графический ЖК-дисплей	17
Цифровое управление	17
Светодиодные индикаторы состояния выходов	18
9-ти контактный интерфейсный адаптер	20
Задание величины выхода тока или напряжения	20
Регулировка выходного сигнала цифровым верньером	21
Автоматическое отображение девиации в % или PPM и клавиша опорного значения	21
Задание параметров переменного тока и его частоты	21
Возврат калибратора к параметрам постоянного тока	21
Установка выхода сопротивления при 2-х проводной схеме подключения	22
Установка выхода сопротивления при 4-х проводной схеме подключения	23
Установка выхода емкости	24
Установка выхода индуктивности (по заказу)	24
Имитация (моделирование) термопар (по заказу)	25
Специальные функции с доступом с клавишами с переменным назначением	29
Подключение «отрицательного» гнезда к заземлению или «плавающему» выходу	29
Переход к управлению с передней панели калибратора	29
Установка выхода частоты с амплитудой TTL - логики	29
Установка скважности импульса (MARK SPACE RATIO)	30
Выход термометра сопротивления PT100 (по заказу)	30
Выход для калибровки измерителей мощности (ваттметров) переменного тока (по заказу)	30
Выход мощности постоянного тока (по заказу)	32
Выход для калибровки осциллографов (по заказу)	32
Предупреждения и индикация перегрузок выходов	33
Максимальное время выхода высокого напряжения	33
Температурная блокировка диапазона 30 А	34

ТИПЫ ИНТЕРФЕЙСОВ	35
RS232	35
USB (по заказу)	36
ДИСТАНЦИОННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	37
Обзор команд программирования	37
Команды напряжения постоянного тока	38
Команды напряжения переменного тока	40
Команды выхода постоянного тока	42
Команды выхода переменного тока	44
Команды выхода сопротивления	46
Команды задания выхода ёмкости	48
Команды имитируемого (активного) сопротивления (по заказу)	49
Команды активной (имитируемой) ёмкости (по заказу).....	50
Команды выхода частоты амплитуды TTL логики (по заказу).....	51
Команды модуляции ширины импульса (по заказу)	53
Команды задания выхода индуктивности (по заказу)	55
Команды имитации выхода платинового термометра сопротивления (по заказу).....	57
Команды имитации выхода термопар (по заказу)	59
Различные команды.....	61
Команды калибровки осциллографов (по заказу).....	62
Команды калибровки измерителей электрической мощности (ваттметров)	68
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ	70
Основные сведения	70
Особенности конструкции.....	70
Встроенные плавкие предохранители.....	71
Доступ внутрь корпуса калибратора	72
Доступ к плавким предохранителям	73
Доступ к внутренним предохранителям на печатной плате передней панели	73
Печатная плата источников питания и коммутации выходов калибратора	73
Плата процессора.....	74
Плата основного аналогового усилителя и обратной связи	74
Высоковольтные усилитель и выход	75
Усилитель – преобразователь опорного сигнала постоянного тока в переменный	75
Измерение выходных токов и токовых шунтов	75
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КАЛИБРОВКИ	76
Как достичь наивысших параметров калибраторов.....	76
КАЛИБРОВКА И ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ	77
Общие сведения	77
Проверка состояния электробезопасности.....	77
Чистка вентилятора системы охлаждения	77
Очистка корпуса калибратора	77
Калибровка	78
Регулировки с помощью ПО «Виртуальная передняя панель»	79
Регулировки калибратора с передней панели	80
Гарантийные обязательства и обслуживание	81

Введение: универсальные калибраторы серии 3000



Серия универсальных калибраторов Transmille 3000 предлагает своему владельцу все необходимые прецизионные программируемые эталоны электрических величин в одном малогабаритном корпусе.

Отличительные черты

- выход постоянного/переменного опорного напряжения до 1025 В
- выход переменного/постоянного тока до 30 А (20 А для модели 3050)
- выход переменного/постоянного тока до 1000 А с 50-ти витковой катушкой
- эталон сопротивления до 1 ГОм для 2-х и 4-х проводного подключения
- калибровка измерителей емкости
- калибровка измерителей индуктивности
- выход частоты (с амплитудой сигнала уровня ТТЛ-логики)
- скважность (Mark Space Ratio - отношение ширины импульса к интервалу между импульсами)
- имитация (платиновых) термометров сопротивления PT100
- имитация термопар
- встраиваемый модуль калибровки ваттметров
- встраиваемые модули калибровки осциллографов с рабочей полосой 250 / 350 / 600 МГц
- встроенный последовательный интерфейс RS232
- встроенный интерфейс GPIB (IEEE488) (по заказу)
- широкий выбор дополнительных внешних модулей, подключаемых с помощью разработанного и запатентованного фирмой Transmille специального интерфейсного адаптера.

Погрешности и функциональные возможности

Серия 3000 калибраторов включает три модели, имеющие одинаковый внешний вид, но отличающиеся величиной максимальной погрешности (классом точности): модель 3010 с основной погрешностью по постоянному току 5 PPM (миллионных долей – 0,0005% от измеренной величины (ИВ)), 3041 с 25 PPM и 3050 с 50 PPM. Тип (модель) указывается на передней панели и высвечивается на дисплее калибратора при его включении. По заказу возможна поставка «усеченных» версий, обладающих меньшими функциональными возможностями, например, калибратор только измерителей напряжения постоянного тока и т.п.

Универсальное решение в одном малогабаритном корпусе

Серия 3000 предлагает высокоточное эффективное решение задачи калибровки мультиметров, токовых клещей, частотомеров, (электронных) термометров, измерителей емкости. Встраиваемые на заводе-изготовителе модули расширяют спектр рабочих нагрузок измерителями электрической мощности (ваттметрами), осциллографами с рабочей полосой до 600 МГц, измерителями индуктивности и LCR (полного импеданса – индуктивности / емкости / сопротивления).

Серия 3000 с одинаковым успехом используется в лабораторных или полевых (на месте эксплуатации калибруемого оборудования) условиях. Быстрый выход на рабочий режим после подачи питания (прогрев), небольшие размеры и вес делают серию 3000 идеальным решением задачи калибровки на месте эксплуатации изделий, а встроенный последовательный интерфейс позволяет напрямую подключить «ноутбук» для управления работой калибратора и/или записи и последующей обработки результатов испытаний.

Модернизация возможностей под конкретные требования

К числу встраиваемых модулей расширения функциональных возможностей относятся модули для калибровки осциллографов, ваттметров (измерителей электрической мощности), измерителей индуктивности и (платиновых) термометров сопротивления. Поставляемые по заказу модули встраиваются в калибратор на заводе-изготовителе, и позволяют расширить функциональные возможности базовой модели. Кроме того, потенциальному потребителю предлагаются и подключаемые через расположенный на лицевой панели специальный интерфейс внешние модули расширения, включая модуль калибровки токовых клещей, прецизионный модуль имитации термопар с встроенной функцией автоматической компенсации температуры холодного спая, модуль калибровки оптических тахометров и т.д.

Встроенный последовательный интерфейс RS232

Все функции и выходы калибраторов серии 3000 полностью программируемы по встроенному в базовый комплект любой модели интерфейсу RS232. Это решение экономит расходы на приобретение и установку обычно требующегося для этих целей интерфейса GPIB, а также облегчает подключение калибратора к портативным ПК при проведении калибровок в «полевых» условиях.

Подключение выходов калибратора

Назначение выходных гнезд калибратора полностью отвечает конфигурации входов большинства цифровых мультиметров: напряжение / сопротивление, малый ток и сильный ток. Такая конструкция позволяет избежать операции по переключению «концов» (проводников подключения) в ходе калибровки. Все неактивные (при снятии с них выходных сигналов) выходы изолированы, а на текущую активную пару указывает горящий светодиодный индикатор.

Подготовка калибратора к работе

Начальный осмотр

После доставки калибратора на место назначения необходимо провести тщательный внешний осмотр его на отсутствие внешних повреждений. Если таковые будут выявлены, необходимо немедленно связаться с транспортной организацией, доставившей прибор. Поврежденный калибратор нельзя подключать к сети питания (переменного тока), так как это может привести и к внутренним повреждениям. Рекомендуем сохранить оригинальную транспортную упаковку для возможной отправки калибратора изготовителю для проведения ремонта или повторной (плановой) калибровки.

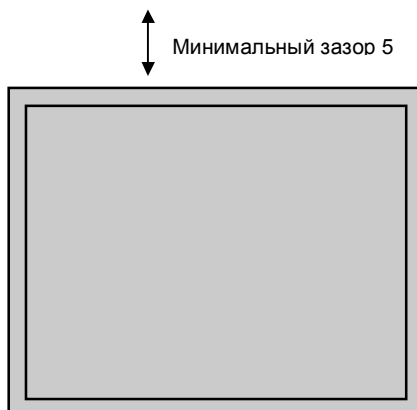
Транспортировка калибратора

Вес калибратора равен 14,5 кг, причем большая его часть сосредоточена в заднем правом углу корпуса. Калибратор легко переносится одним человеком, поддерживающим его снизу (при этом необходимо соблюдать обычные для такого рода работ предосторожности). Для регулярной транспортировки калибратора предназначен специальный контейнер с наплечным ремнем, входящим в перечень дополнительных принадлежностей. На месте эксплуатации калибратор осторожно устанавливается ножками на прочную горизонтальную поверхность, при этом необходимо исключить малейшую возможность удара его.

⚠ ВНИМАНИЕ: НЕ РОНЯЙТЕ КАЛИБРАТОР, так как это может привести к внутренним повреждениям его.

Размещение калибратора на месте эксплуатации

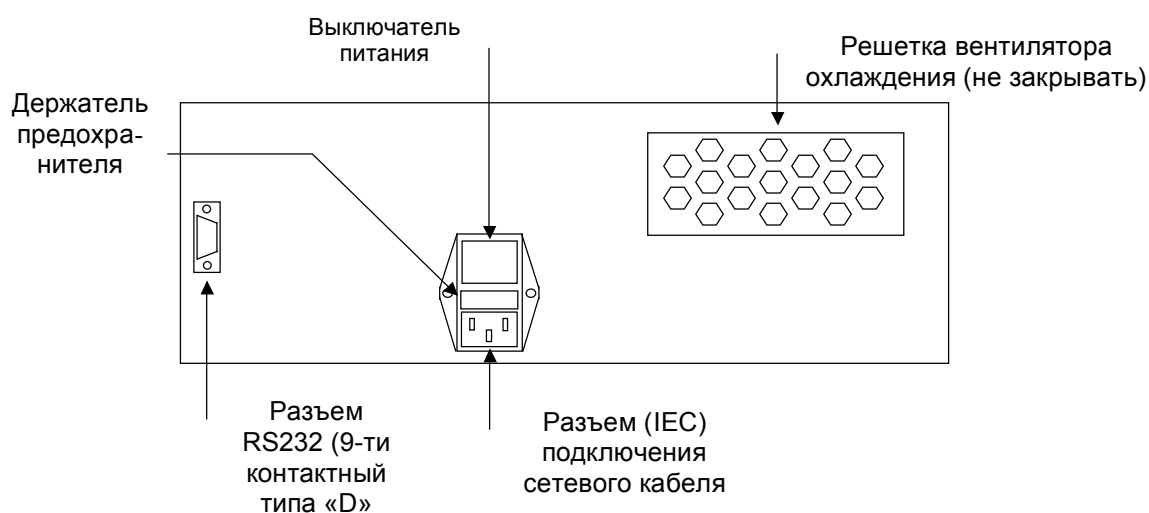
Калибратор предназначен для настольного размещения или установки его в стандартную 19-ти дюймовую приборную стойку (шкаф). Калибратор может устанавливаться под любым углом к горизонтальной поверхности (стола), для чего предназначены две поворотные передние ножки корпуса. При любом варианте размещения необходимо оставлять свободными вентиляционные отверстия на нижней стенке и не допускать блокировки вентилятора охлаждения. Для подключения к сети электропитания и интерфейсным разъемам необходимо предусмотреть зазор не менее 5 см между задней стенкой прибора и внешними предметами.



Разъемы и органы управления задней панели

На задней панели калибратора находятся:

- 3-х контактный IEC разъем для подключения сетевого кабеля, совмещенный с выключателем питания и держателем плавкого предохранителя. Разъем снабжен фильтром сетевого напряжения
- 9-ти контактный (штырьковый) разъем последовательного интерфейса (RS232), оптически изолированный от выходов калибратора.
- при заказе калибратора в комплекте с внешним усилителем напряжения до 10 кВ на задней панели будет также находиться разъем подключения этого усилителя.



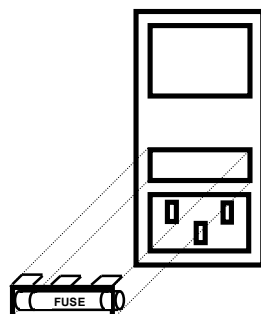
Установка и проверка величины сетевого напряжения

⚠ ВНИМАНИЕ: во избежании поражения электрическим током сетевой кабель должен иметь заземляющий провод, а калибратор должен быть надлежащим образом заземлен (через сетевую розетку питания).

Калибратор предназначен для питания от сети переменного тока напряжением 100 -120 В или 200 - 240 В. Перед подключением к сети обратите внимание на выбранное напряжение питания, величина которого отображена на задней панели. Подключение к сети другого номинала может вызвать выход калибратора из строя. Для смены напряжения питания снимите заднюю панель и переключите контакты трансформатора. Калибратор отгружается установленным на напряжение 110 В для США или на 230 В для европейского континента.

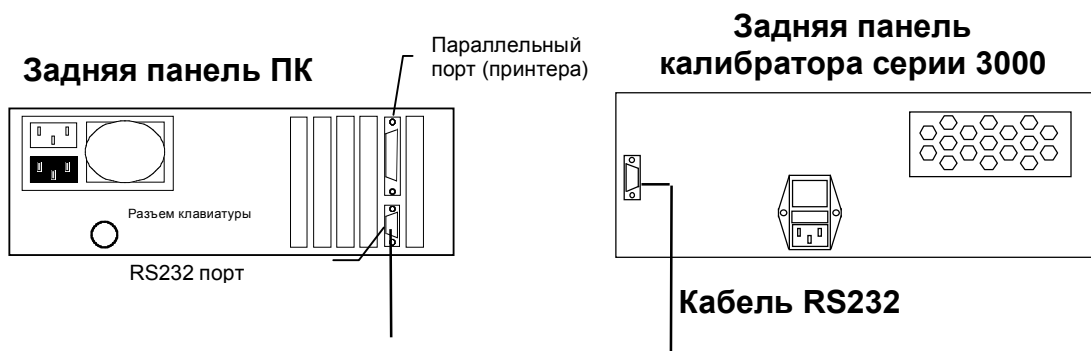
Сетевой плавкий предохранитель и его тип

Сетевой предохранитель находится на задней панели калибратора над разъемом подключения сетевого кабеля питания. Для сети питания напряжением 230 В предусматривается предохранитель с подавлением выбросов напряжения (Anti-surge) с номинальным током 3,15 А, а для сетей 110 В – аналогичный предохранитель с номинальным током 5 А.



Подключение к компьютеру

Для подключения калибратора к разъему COM компьютера используется стандартный 9-ти жильный кабель последовательного интерфейса, кабель нуль-модема не требуется.



Включение калибратора

После подключения к сети подайте питание на калибратор с помощью выключателя, находящегося на задней панели калибратора над розеткой сетевого кабеля.

После включения питания начнет работать вентилятор охлаждения и загорится дисплей на лицевой панели. На дисплей будет выведена информация о порядковой версии (номер) встроенных аппаратно-программных средств, а затем с небольшой задержкой начнется процедура самодиагностики, в ходе которой процессор выполнит ряд проверок, а на дисплее появится информация о величине выходного сигнала напряжения постоянного тока - 0.0000mV D.C. Для выхода калибратора на полное соответствие заявленным характеристикам требуется прогреть его в течение 30 минут. Начальный прогрев в течение порядка 10 минут позволит добиться порядка 90% соответствия всех заявленных параметров. Калибратор рассчитан на непрерывное питание от сети переменного тока, при этом он автоматически переходит в резервный (ждущий - standby) режим после

истечения заданного времени с момента выполнения последней команды. В резервном режиме отключается фоновая (задняя) подсветка дисплея.

После прогрева на компьютере можно запустить управляющую программу, которая установит связь с калибратором, после чего калибратор выдаст информацию о (величинах) встроенных эталонов.

Выходные разъемы



Внимание: риск поражения электрическим током - на выходных разъемах (гнездах) может присутствовать высокое напряжение.

Выходные разъемы калибраторы выполнены в виде безопасных (изолированных) гнезд диаметром 4 мм. Гнезда подключения выхода напряжения покрыты золотом для сведения к минимуму влияния термо ЭДС.

Выходные разъемы серии 3000 позволяют калибровать практически все существующие мультиметры без смены (переключения) диапазонов. Калибраторы снабжены тремя парами выходных гнезд подключения:

- 1) Напряжение, сопротивление, емкость, частота и индуктивность
- 2) Ток и сопротивление при 4-х проводном подключении (схеме полного моста)
- 3) Ток высоких номиналов (30 А).

Если пара выходных гнезд не задействована, то она образует полностью разомкнутую цепь, изолированную от других выходов. Поскольку одновременно может работать только одна пара (за исключением выхода сопротивления при подключении по схеме полного моста (4-х проводной)), их можно, при необходимости, комбинировать, чтобы соответствовать требованиям входа мультиметра.

Простым примером общей конфигурации для соответствия входу мультиметра может служить общий «минус» (Low) для входов напряжения, тока и сильных токов мультиметра. Чтобы удовлетворить такой схеме нужно установить перемычку на три «отрицательных» (Low) гнезда выходов калибратора и подключить выходы напряжения, тока и сильного тока к соответствующим входам мультиметра. Обратите внимание на то, что для выхода сопротивления калибратором используются выходные гнезда напряжения.

Вторым примером совместного использования является ситуация с отдельными входами напряжения и тока мультиметра, которые часто используются для 4-х проводного подключения по сопротивлению. Для этого просто подключите выходы тока и напряжения к соответствующим входам мультиметра, а калибратор использует эти выходы для выхода сопротивления по схеме полного моста.

Для подключения выходов тока и напряжения рекомендуется использовать высококачественные экранированные кабели («концы») с позолоченными штекерами диаметром 4 мм. Кабели должны выдерживать напряжение 1025 В

переменного тока и обладать сопротивлением свыше 1 ТОм (тера Ом), чтобы избежать возникновения эффекта шунтирования при работе с высокими диапазонами сопротивления.

Переходники подключения («концы») невысокого качества неизбежно внесут шумы, термо ЭДС и токи утечки на диапазонах малых значений токов и напряжения, а также нестабильные значения (показания) выходов сопротивления и емкости (см. описание способов измерения). Фирма Transmille предлагает специальные переходники подключения, внесенные в перечень дополнительных принадлежностей.



ВНИМАНИЕ: ни при каких условиях нельзя подавать напряжение от внешних источников на выходы калибратора.


Отрицательная клемма (гнездо) любого выхода калибратора может быть подключена к «заземлению» (сети питания) или оставлена «плавающей» - подробнее об этом смотрите далее в настоящей инструкции. Рекомендуется заземлять отрицательную клемму (гнездо) выхода, что поможет снизить шумы при высоком (выходном) сопротивлении и малом (выходном) токе. Допускается «плавающий» в пределах 50 вольт выход относительно заземления сети питания. Все выходы оптически развязаны (изолированы) с последовательным интерфейсом RS232.

Перегрузки выходов

Если калибратор не может подать соответствующее возбуждение на нагрузку, то его выход отключается, и калибратор переходит в резервный (standby) режим. На дисплее передней панели появляется сообщение «**STBY !**», а выход автоматически сбрасывается (переустанавливается) на начальное состояние.

Эксплуатация калибратора

Правила техники безопасности

 **ВНИМАНИЕ:** изложенная в этом разделе информация предназначена только для квалифицированного персонала. В течение всего периода работы с изделием необходимо принимать меры защиты от поражения электрическим током. Необходимо обеспечить также соответствующую изоляцию оборудования от мест подключения.

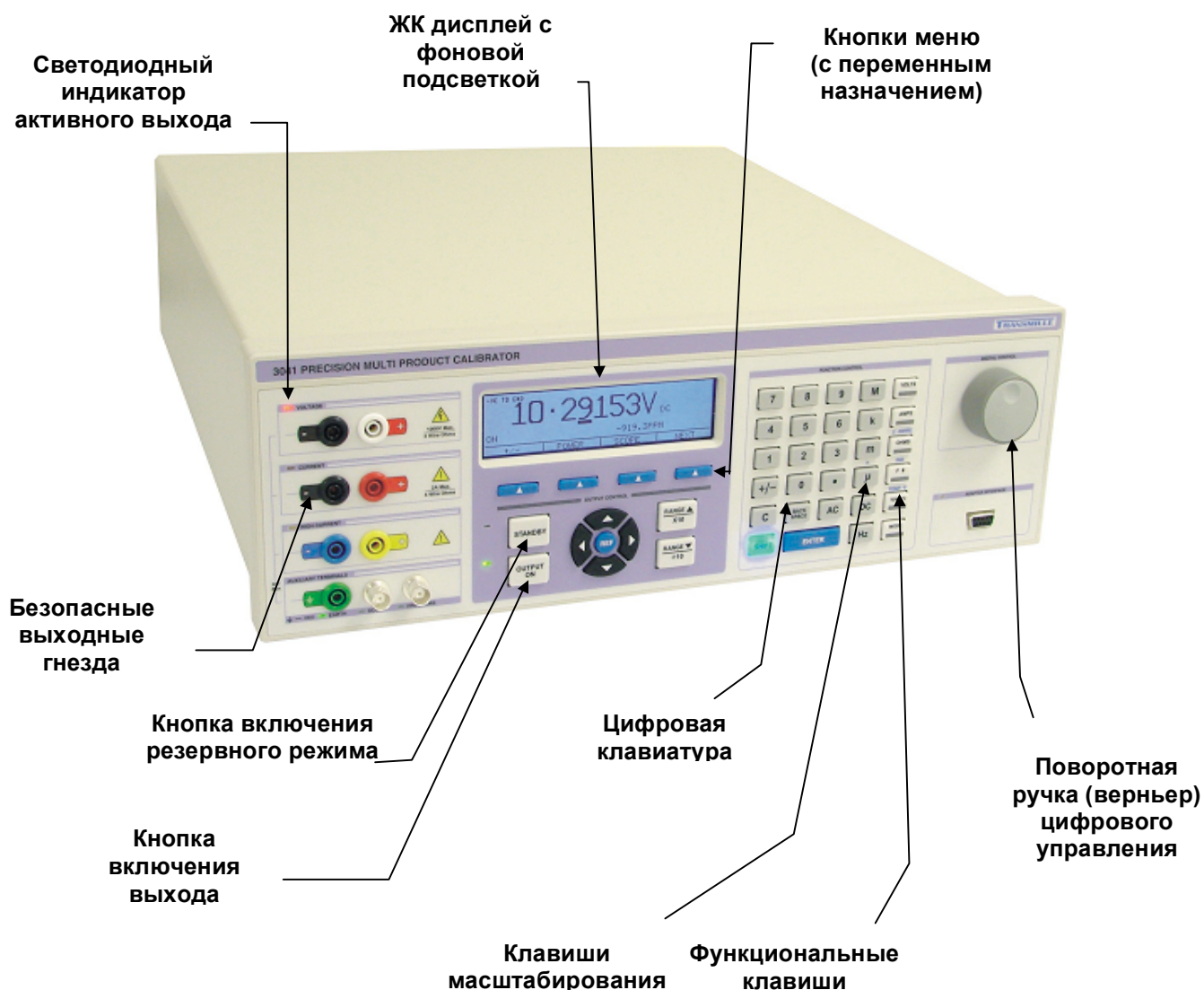
 **ВНИМАНИЕ:** калибратор способен создавать высокое выходное напряжение постоянного и переменного тока.

 *Для частой транспортировки калибратора предусмотрены поставляемые по заказу сумка для переноски и транспортный контейнер.*

Предисловие

Всеми функциями калибраторов серии 3000 можно управлять с передней панели или дистанционно по последовательному интерфейсу. В последнем случае органы управления передней панели «блокируются», но могут быть снова активизированы с помощью клавиш с переменным назначением (soft key) – необходимо иметь в виду, что такое вмешательство может негативно сказаться на работе компьютерной программы.

Органы управления и индикации передней панели



Клавиатура передней панели

На передней панели калибраторов серии 3000 находится высококачественная мембранная (прорезиненная) клавиатура с четкой тактильной обратной связью и встроенным цветным дисплеем. Тем самым передняя панель герметично защищена от проникновения влаги и грязи (пыли), что устраняет опасность выхода из строя клавиатуры при эксплуатации калибратора в «полевых» (заводских) условиях. При необходимости переднюю панель легко очистить с помощью тампона из мягкой ткани. При этом нужно аккуратно протирать окно дисплея, чтобы не поцарапать его. Все надписи и символы на передней панели находятся под защитным слоем, поэтому они не повреждаются в процессе эксплуатации.



ВНИМАНИЕ: нажимать клавиши передней панели можно только пальцами – нельзя использовать острые и твердые предметы, так как при этом можно почти наверняка повредить клавиатуру (этот случай не относится к гарантийным). Необходимо соблюдать осторожность во время транспортировки калибратора, не допуская контакта испытательных переходников («концов») или ключей с передней панелью, которые могут повредить ее в этом случае.



Клавиши меню (с переменным назначением - Soft Keys)

Цифровая клавиатура

Выбор коэффициентов единиц измерения

Функциональные клавиши

Для ускорения работы клавиатура «разделена» на следующие зоны:

Цифровая клавиатура

для ввода числовых величин

Клавиши выбора коэффициентов размерности:

Мега- (M), Кило- (K), милли- (m), микро- (μ) или нано- (n)

Функциональные клавиши:

напряжение (V), ток (A), сопротивление (Ohms), емкость (F), температура ($^{\circ}$ C) и частота (Hz)

Клавиши 10-кратного изменения выходного диапазона:

Изменение величины выходного сигнала в 10 раз (увеличение/уменьшение)

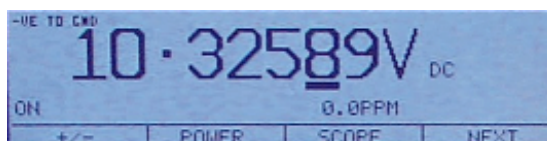
Стрелочные клавиши «налево»/«направо»:

Служат для выбора разряда, значение которого изменяется верньером.

Клавиши включения выхода / перехода в ждущий режим:

Отключают калибратор (внутренние цепи) от выходных разъемов. Встроенные светодиодные индикаторы ясно указывают на текущее состояние выхода.

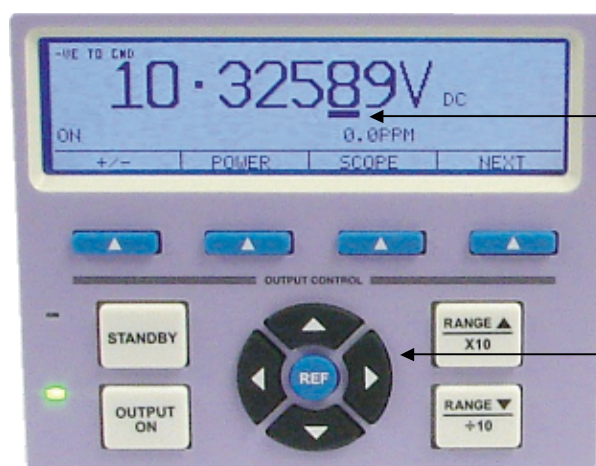
Графический ЖК-дисплей



Графический ЖК-дисплей с фоновой подсветкой служит для отображения текущей величины и типа выхода, состояния калибратора, отклонения от введенного значения в процентах (%) или миллионных долях (PPM). Нижняя строка дисплея служит для присвоения функций клавишам с переменным назначением, находящимся сразу под дисплеем. Дисплей снабжен фоновой подсветкой, автоматически отключающейся при отсутствии каких-либо действий в течение некоторого заданного времени. При нажатии клавиши или получении команды от управляющего ПК подсветка вновь включается.

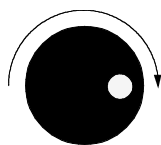
Цифровое управление

Цифровой потенциометр позволяет пошагово изменять значения «выделенного разряда» с приращением, равным 1, в сторону увеличения (при вращении верньера по часовой стрелке) или уменьшения (при вращении верньера против часовой стрелки). Отклонение (девиация) выходного значения параметра от введенного с клавиатуры отображается в процентах (%) или миллионных долях (PPM).

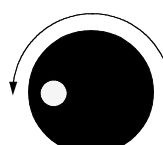


Маркер выбора разряда

Кнопки курсора можно использовать для перемещения маркера и приращения/уменьшения значения разряда.



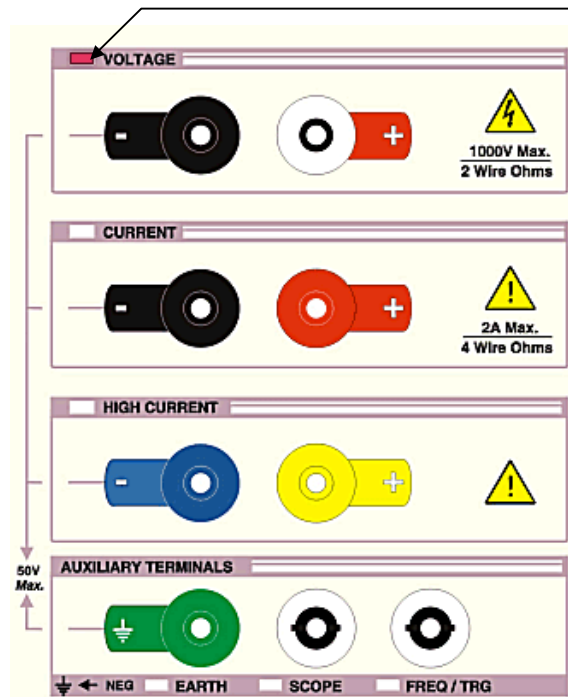
Вращение по часовой стрелке (возрастание)



Вращение против часовой стрелки (уменьшение)

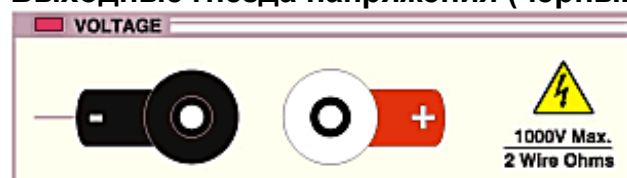
Светодиодные индикаторы состояния выходов

Светодиодные индикаторы над выходными гнездами служат для указания активного выхода (разъемов). При отключенном выходе они электрически развязаны (изолированы друг от друга), что позволяет объединять их при необходимости.



На активный выход указывает горящий светодиодный индикатор

Выходные гнезда напряжения (черный и белый терминалы)



ВНИМАНИЕ: на этих клеммах может присутствовать опасное для жизни напряжение

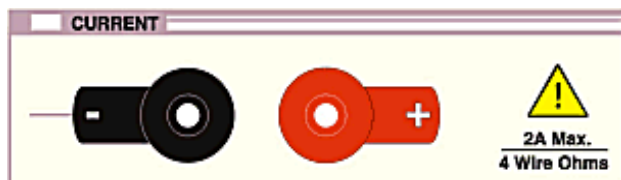
Безопасные разъемы Ø 4 мм с малой термо ЭДС

Эти (изолированные) разъемы предназначены для подачи всех выходных напряжений до 1020 В, опорных значений сопротивления [при 2-х (половина моста) и 4-х (полный мост) проводных схемах подключения] и индуктивности (при установленном по заказу соответствующем встраиваемом модуле).

Примечание: «отрицательный» (черный) разъем может быть заземлен на соответствующий провод сети питания с помощью клавиши с переменной функцией. При «плавающем» варианте максимальное напряжение на этой клемме относительно «земли» не должно превышать 50 В (пиковое значение).

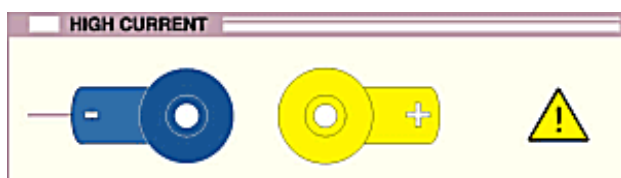
Токовые выходные разъемы (черное и красное гнезда)

Безопасные $\varnothing 4$ мм гнезда служат для выхода тока всех номиналов до 2 ампер, опорных сигналов частоты уровня ТТЛ-логики и для подключения измерительных проводников при 4-х проводной схеме подключения (моделирования сопротивления).



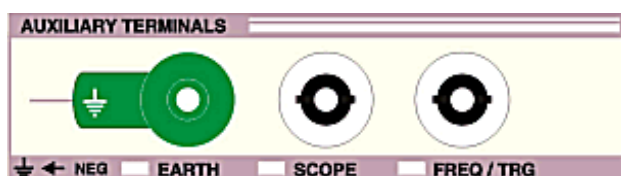
Примечание: «отрицательный» (черный) разъем может быть заземлен на соответствующий провод сети питания с помощью клавиши с переменной функцией. При «плавающем» варианте максимальное напряжение на этой клемме относительно «земли» не должно превышать 50 В (пиковое значение).

20 А токовые выходы (голубое и желтое гнезда)



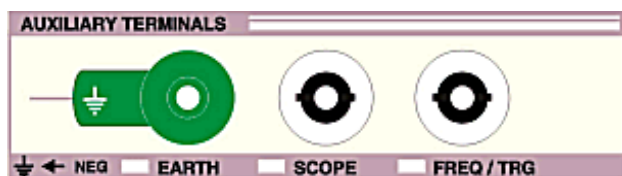
Эти $\varnothing 4$ мм безопасные разъемы используются для всех токов номиналом более 2 А.

Гнездо заземления (зеленое)



Этот разъем подключается напрямую к «земле» через соответствующий контакт сетевого кабеля (розетки) и к корпусу калибратора. Свечение встроенного зеленого светодиодного индикатора указывает на подключение «отрицательного» полюса к «земле» (заземленный или плавающий вариант подключения).

Разъем BNC для подключения осциллографов



Изолированный BNC выход (SCOPE) для калибровки осциллографов с зеленым светодиодным индикатором, указывающим на рабочее состояние.



ВНИМАНИЕ: этот разъем может находиться под высоким напряжением до 400 В

9-ти контактный интерфейсный адаптер.

Этот адаптер служит для подключения внешних калибровочных и измерительных модулей, расширяющих функциональные возможности калибратора, например, модуля имитации термопар и т.д.



9-ти контактная розетка типа «D» интерфейсного адаптера

Встроенный зеленый светодиодный индикатор горит при включенном интерфейсе.

Задание величины выхода тока или напряжения

Для задания величины выходного сигнала воспользуйтесь приведенным ниже примером установки токового выхода на 12,345 мА. Задаваемая величина появляется на дисплее по мере ввода. При ошибке ввода воспользуйтесь клавишей «backspace» для возврата и клавишей очистки «C» для корректировки значения.

- 1) Введите с клавиатуры нужную величину, например, «12.345»
- 2) Задайте коэффициент пересчета, в данном примере, «m»
- 3) Задайте нужную функцию, в данном случае «A». Подтвердите ввод клавишей «Enter»

На дисплее появится введенное значение. На соответствующих клеммах (гнездах) появится выходной сигнал заданной величины, за исключением случаев ввода высоких значений напряжения или тока, когда калибратор автоматически перейдет в резервный (ждуший) режим. Для подачи выходного сигнала в этом случае необходимо нажать клавишу включения выхода «Output On». Эта мера предосторожности блокирует случайный выбор и подачу высокого напряжения или сильного тока. После перехода в диапазон высокого

напряжения или тока величина выходного сигнала внутри этого диапазона может задаваться оператором без перехода в ждущий (резервный) режим.

Регулировка выходного сигнала цифровым верньером

После установки величины выходного сигнала значение любого разряда его можно изменить в сторону увеличения или уменьшения, используя поворотную ручку (верньер) цифрового управления или кнопки вертикального (↑ и ↓) перемещения курсора. Нужный разряд выбирается кнопками горизонтального (← и →) перемещения курсора, на выбранный разряд указывает курсор (метка) под ним.

Автоматическое отображение девиации в % или PPM и клавиша опорного значения (Ref.)

Если величина заданного выходного сигнала была изменена одним из рассмотренных выше способов, то на дисплее отражается величина изменения в PPM или % относительно первоначального опорного значения, введенного с клавиатуры. При необходимости опорное значение можно изменить на текущее нажатием клавиши REF, после чего будет отображаться изменение относительного нового (начала) отсчета.

Эта функция идеальна для отображения (вычисления) погрешности тестируемого (калибруемого) измерительного прибора при регулировке выходного сигнала калибратора до появления на дисплее испытываемого устройства значения измеренной величины (ИБ), соответствующего номиналу выходного сигнала калибратора.

Задание параметров переменного тока и его частоты

Для установки выхода калибратора на напряжение или силу переменного тока выполните действия, аналогичные рассмотренные в следующем примере задания частоты выходного сигнала на 1234 Гц (1234Hz). Задаваемая величина появляется на дисплее по мере ввода. При ошибке ввода воспользуйтесь клавишей «backspace» для возврата и клавишей очистки «C» для корректировки значения.

- 1) Введите требуемое значение частоты «1234»
- 2) Введите коэффициент пересчета, если требуется (Примечание: частота должна вводиться в Гц)
- 3) Задайте функцию частоты «Hz»
- 4) Подтвердите ввод нажатием клавиши «Enter»

В правом нижнем углу дисплея будет выведено введенное значение частоты. В целях безопасности при переходе от постоянного к переменному току выход обнуляется.

Возврат калибратора к параметрам постоянного тока

Для возврата к выходу постоянного тока выполните следующие действия:

- 1: Нажмите клавишу «DC»
- 2: Нажмите клавишу «Enter».

В правом нижнем углу дисплея появится символ «DC». В целях безопасности при переходе от переменного к постоянному току выход обнуляется.

Установка выхода сопротивления при 2-х проводной схеме подключения (половины моста)

Примечание: в калибраторе используются эталонные (образцовые) декадные сопротивления фиксированных номиналов. Ближайшее к введенному значению номинальное сопротивление выбирается автоматически. На следующем примере показан процесс задания выхода 100 кОм (100kOhm) при 2-х проводном подключении.

- 1) Введите нужное значение, т.е. «100»
- 2) Введите коэффициент пересчета параметра, в данном случае нажатием клавиши «k»
- 3) Введите функцию выхода сопротивления нажатием клавиши «Ohms»
- 4) Подтвердите ввод нажатием клавиши «Enter» и затем «Output ON»

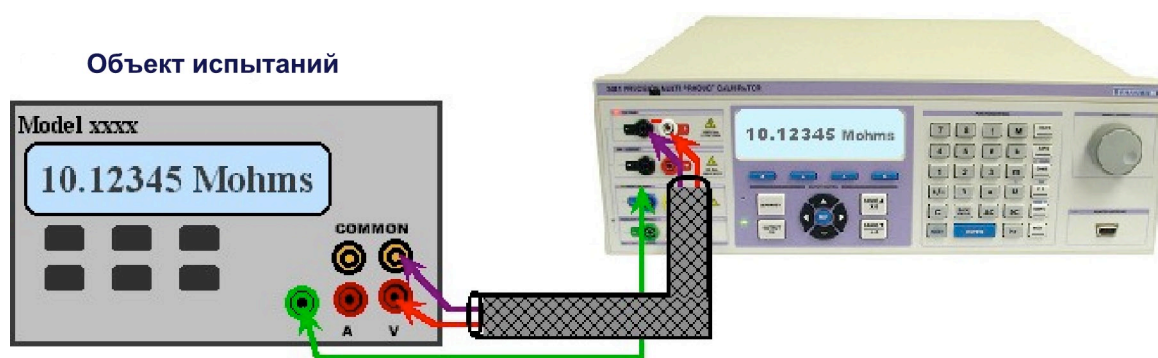
На дисплей будет выведено калибровочное значение (константа) этого эталона, хранящееся в энергонезависимой памяти калибратора. Нужно иметь в виду, что эти константы разнятся для 2-х и 4-х проводных схем подключения.

Обнуление входа цифрового мультиметра

Калибровочная константа, отображаемая на дисплее для 2-х проводной схемы подключения, соответствует величине выходного сигнала на гнездах подключения. Поэтому необходимо обнулить вход измерительного прибора (мультиметра), «закоротив» его испытательные переходники перед подключением к калибратору.

2-х проводная схема подключения

Выход сопротивления при 2-х проводной схеме подключения подается на гнезда выхода напряжения, о чем напоминает загорание соответствующего светодиодного индикатора.



Подсоединение испытываемого устройства при 2-х проводной схеме подключения выхода сопротивления

Установка выхода сопротивления при 4-х проводной схеме подключения (полного моста)

Примечание: в калибраторе используются эталонные (образцовые) декадные сопротивления фиксированных номиналов. Ближайшее к введенному значению номинальное сопротивление выбирается автоматически. На следующем примере показан процесс задания выхода 100 мОм (100milliOhms) при 4-х проводном подключении.

- 1) Введите нужное значение, т.е. «100»
- 2) Введите коэффициент пересчета параметра, в данном случае нажатием клавиши «m»
- 3) Нажмите клавишу смены регистра «Shift»
- 4) Введите функцию выхода сопротивления нажатием клавиши «Ohms»
- 5) Подтвердите ввод нажатием клавиши «Enter» и затем «Output ON»

На дисплей будет выведено калибровочное значение (константа) этого эталона, хранящееся в энергонезависимой памяти калибратора. Нужно иметь в виду, что эти константы разнятся для 2-х и 4-х проводных схем подключения. На работу по 4-х проводной схеме подключения (полного моста) указывает одновременное горение светодиодных индикаторов на гнездах выходов напряжения и тока.

Обнуление входа цифрового мультиметра

Калибровочные константы, отображаемая на дисплее для 4-х проводной схемы подключения, соответствует величине нулевого выходного сигнала калибратора. Поэтому необходимо обнулить вход измерительного прибора (мультиметра), подключив все 4 испытательных переходника к калибратору с заданным нулевым выходным сигналом сопротивления.

4-х проводная схема подключения

Выход сопротивления при 4-х проводной схеме подключения подается на гнезда выхода напряжения и тока, о чем напоминает загорание соответствующих светодиодных индикаторов. Подключите гнезда измерения напряжения объекта испытаний к выходу напряжения калибратора, а гнезда измерения тока – к гнездам токового выхода калибратора.



Подсоединение испытываемого устройства при 4-х проводной схеме подключения выхода сопротивления

Установка выхода емкости

Примечание: в калибраторе используются эталонные (образцовые) емкости (конденсаторы). Ближайшее к введенному значению номинальное сопротивление выбирается автоматически. На следующем примере показана установка выхода в 100 нФ (nF).

- 1) Введите нужное значение, т.е. «100»
- 2) Введите коэффициент пересчета параметра, в данном случае нажатием клавиши «n»
- 3) Введите функцию выхода емкости нажатием клавиши «F»
- 4) Подтвердите ввод нажатием клавиши «Enter»

Выход емкости подается на токовые выходные гнезда калибратора, о чем свидетельствует загорание соответствующего светодиода.

На дисплей будет выведено калибровочное значение (константа) этого эталона, хранящееся в энергонезависимой памяти калибратора. Нужно иметь в виду, что эта константа была измерена на LCR мосте при синусоидальной форме испытательного сигнала с частотой 1 кГц. При измерении емкости для значений менее и включая 1 мкФ, нужно задавать последовательную емкость C_s , а для больших значений параллельную емкость C_p .

Установка выхода индуктивности (по заказу)

Примечание: в калибраторе используются эталонные (образцовые) индуктивности. Ближайшее к введенному значению номинальное сопротивление выбирается автоматически. На следующем примере показано задание выхода 10 мГн (10 мГн).

- 1) Введите нужное значение, т.е. «10»
- 2) Введите коэффициент пересчета параметра, в данном случае нажатием клавиши «m»
- 3) Нажмите клавишу смены регистра «Shift»
- 4) Введите функцию выхода индуктивности нажатием клавиши «H»
- 5) Подтвердите ввод нажатием клавиши «Enter»

На дисплей будет выведено калибровочное значение (константа) этого эталона, хранящееся в энергонезависимой памяти калибратора.

Имитация (моделирование) термопар (по заказу)

Подключение адаптера термопар

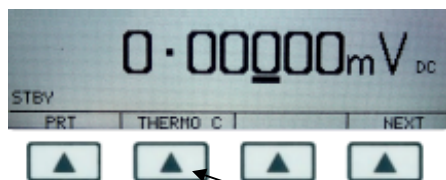
Используя входящий в комплект поставки соединительный кабель (9-ти контактный разъем типа «D» на обоих концах кабеля), подключите адаптер для термопар к интерфейсному разъему на передней панели калибратора серии 3000.



Работа с модулем имитации термопар

Для запуска в работу модуля имитации термопар нажмите клавишу с переменным функциональным назначением, находящуюся под пунктом меню

THERMO C

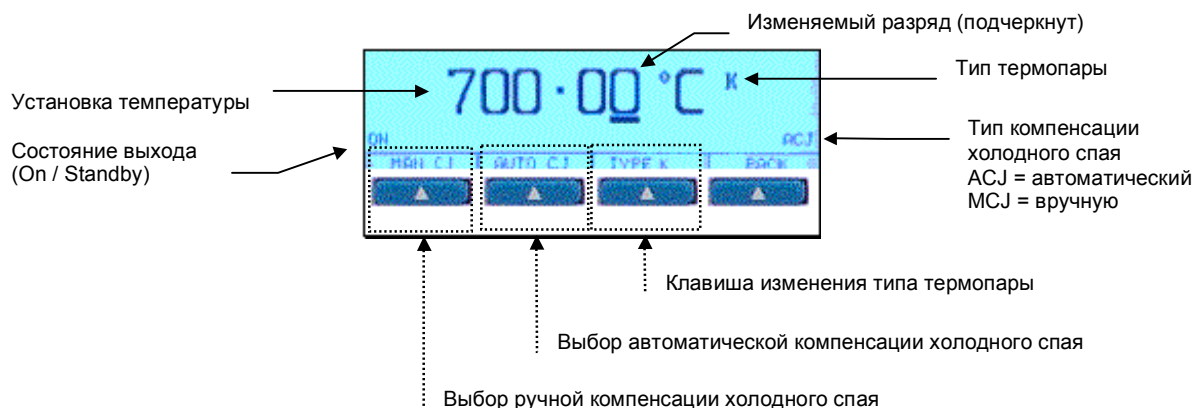


Клавиша с переменным назначением режима имитации термопар

① **Подсказка:** если пункт **THERMO C** не выведен на дисплей, то нажмите клавишу с переменным функциональным назначением **NEXT** для перехода к следующему уровню меню.

Работа с модулем имитации термопар

Модуль имитации термопар позволяет вводить значение температуры в °С и задавать выходной сигнал напряжения, соответствующий выбранному типу термопары. По умолчанию выбирается термопара типа К. Ниже дано изображение на дисплее с указанием текущего диапазона температуры и состояния выхода:



При выборе режима работы с термопарами пункты меню в нижней части дисплея принимают следующие значения:

MAN CJ

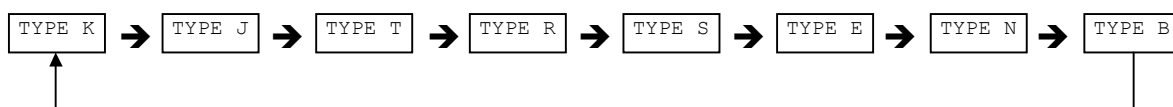
Выбор ручного режима компенсации холодного спая термопары. В этом случае можно установить значение, равное «0».

AUTO

Выбор автоматического режима компенсации холодного спая термопары. В этом случае калибратор использует результаты измерения температуры датчиком, находящимся внутри разъема подключения термопар адаптера для осуществления компенсации холодного спая между разъемом (штекером) адаптера и розеткой на объекте испытаний.

TYPE K

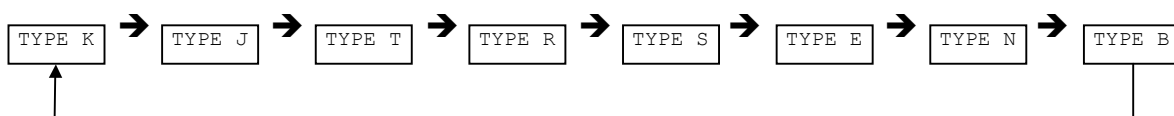
Выбор типа термопары, имитируемой в настоящий момент. Переключение между различными типами осуществляется последовательным нажатием клавиши выбора типа в следующей последовательности:



Последовательность операций

1. Подключите внешний модуль моделирования термопар к интерфейсному разъему на передней панели калибратора серии 3000 с помощью входящего в комплект поставки 9-ти контактного кабеля с разъемами типа «D». Подключите объект испытаний (измеритель) с помощью разъема термопар, находящегося на противоположной стороне модуля и задайте нужный диапазон измерения (на объекте испытаний).

2. Задайте нужный тип термопары, нажимая последовательно клавишу **TYPE K** с переменным функциональным назначением и проходя через варианты типа до появления искомого.



3. Задайте требуемый вариант компенсации температуры холодного спая :

Ручной режим компенсации клавишей **MAN CJ**

Задает компенсацию «0»

Автоматический режим компенсации клавишей **AUTO**

Активизирует встроенный в разъем подключения термопар внешнего модуля калибратора датчик температуры для точной компенсации температуры в месте подключения.

4. Введите с клавиатуры нужную температуру, например, 450,5°:

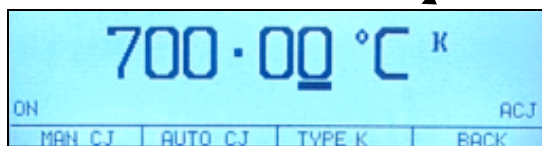
4 **5** **0** **.** **5** **°C** **ENTER**

Включите выход калибратора нажатием клавиши

**Output
ON**

5. Для задания отклонения температурного выхода от номинального используйте функцию девиации. Для этого переместите курсор на желаемый разряд с помощью стрелочных клавиш.


Используйте стрелочные клавиши для подсветки курсором нужного разряда



Для увеличения или уменьшения значения в выбранном разряде воспользуйтесь кнопками с вертикальными стрелками или цифровым верньером:



Примечание: установки типа термопары, температуры, и способ компенсации холодного спая могут быть изменены в любое время повторным выбором нужного параметра и его значения

 **Подсказка:** режим автоматической или ручной компенсации температуры холодного спая может быть изменен только при вводе температуры или переходе в ждущий режим и повторном включении (т.е. для этого нужно либо повторно ввести значение температуры, либо вначале перевести выход в резервный режим (ожидания), а потом снова его активизировать).

Специальные функции с доступом к ним с помощью клавиш с переменным функциональным назначением

Клавиши с переменным функциональным назначением находятся на передней панели калибратора непосредственно под дисплеем. Как следует из названия, их назначение меняется в зависимости от текущей функции калибратора. Для «пролистывания» доступных функций меню на каждом уровне в прямом и обратном направлениях служат, соответственно, клавиши «Next» и «Back». Подробнее назначение каждой из таких функций рассмотрено ниже.

Подключение «отрицательного» гнезда к сетевому заземлению или «плавающему» выходу

Клавиша меню с переменным функциональным назначением «-VE GND» отключает «плавающий» выход или подключает «отрицательную» клемму к заземлению сети/корпуса. Состояние «включено» («on») отображается в верхней левой части у дисплея «-ve Ground», и также горением светодиодного индикатора. Рекомендуется использовать задаваемое по умолчанию состояние выхода («заземлен»), поскольку при этом снижаются выходные шумы и помехи, а также уменьшается вероятность повреждения калибратора из-за ошибочного подключения нагрузки.

Переход к управлению с передней панели калибратора

При дистанционном управлении работой калибратора по последовательному (или параллельному) интерфейсу органы управления лицевой панели блокируются. Для снятия блокировки нажмите клавишу с переменным функциональным назначением «Local».

Установка выхода частоты с амплитудой TTL - логики

Примечание: для выхода частоты используется прецизионный термостатированный кварцевый генератор и цепь делителей, поэтому возможны только фиксированные значения частоты.

- 1) Задайте функцию выхода частоты нажатием клавиши «FREQ O/P».
- 2) Используйте клавиши «↑» и «↓» или верньер цифрового управления для задания нужной частоты выхода.

Примечание: при работе в режиме выхода частоты с помощью экранного меню возможно переключение между встроенным и внешним (*Internal / External*) опорным источником частоты.

Установка скважности импульса (отношения длительности и интервала следования импульсов) (Mark Space Ratio).

Калибратор может создавать выход частоты около 1,23 кГц с точно заданной скважностью (20%, 40%, 60% и 80% интервалами следования). Задать нужный параметр можно с клавиатуры или верньером цифрового управления.

1. Задайте функцию «PWM» нажатием соответствующей клавиши меню дисплея.
2. Используйте клавиши «↑» и «↓» или верньер цифрового управления для задания требуемой скважности (Mark Space Ratio).

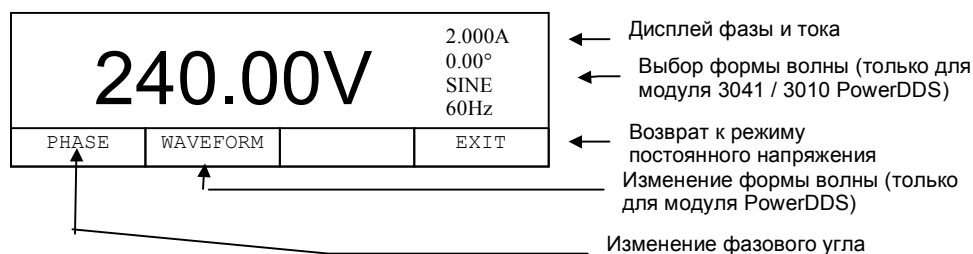
Выход термометра сопротивления РТ100 (по заказу)

Примечание: Калибратор использует эталонные сопротивления фиксированных номиналов (значений). Сопротивление с ближайшим к введенному значению номиналом выбирается автоматически.

- 1) Выберите функцию «PRT» из меню клавиш с переменным функциональным назначением
- 2) Используйте клавиши «↑» и «↓» или верньер цифрового управления для задания нужной температуры.

Выход для калибровки измерителей мощности (ваттметров) переменного тока (по заказу)

Калибратор моделирует выход мощности переменного тока одновременной подачей выходных сигналов тока и напряжения с фазовой зависимостью между ними.



Для задания выхода мощности:

- 1) Выберите функцию «POWER» из экранного меню
- 2) Введите с клавиатуры величину напряжения, затем функцию «V» и подтвердите ввод клавишей «ENTER», например:

2 0 0 V ENTER

- 3) Введите величину тока в амперах, затем функцию «A»

Примечание: при вводе величины тока нажимать клавишу «ENTER» не нужно, например:

2 A

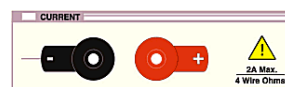
- 4) Введите частоту в Гц, задав сначала величину, а затем функцию «Hz»

2 0 0 Hz

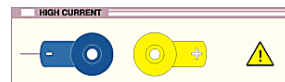


Примечание: токовый выход в режиме электрической мощности подчиняется тем же правилам, что и при просто выходе тока:

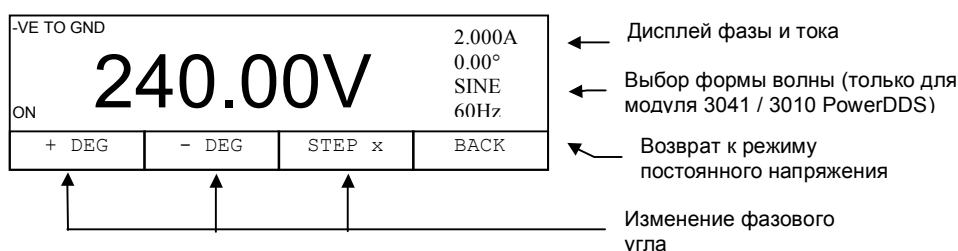
Ток до 2 А выдается через гнезда малых токов



Ток силой 2.02 – 30 А (20 А для калибратора 3050) выводится на гнезда сильных токов



5) Для изменения фазы перейдите к соответствующему меню, как указывалось выше

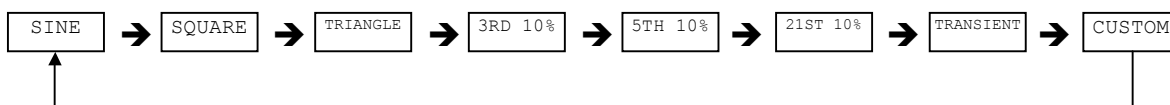


Клавишами **+ Deg** и **– Deg** задайте нужный фазовый угол

Клавишей **STEP** задайте нужный шаг изменения фазового угла.

6) Только для модуля **POWER DDS**

С помощью клавиши **Waveform** задайте нужную форму волны, проходя по всем возможным вариантам последовательным нажатием этой кнопки, как показано ниже. Заказная форма волны **CUSTOM** задается программными средствами ProWave, поставляемыми в комплекте с калибратором. Подробнее об этом смотрите документацию к программным средствам ProWave.



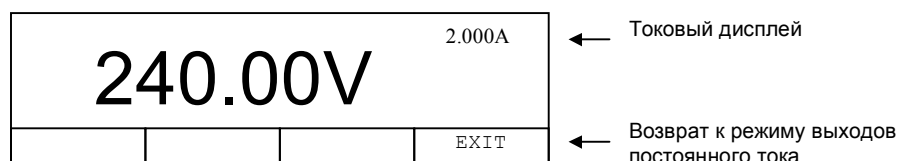
Используйте клавиши On / Standby для управления выходом



Примечание: появление на дисплее калибратора символа песочных часов означает, что в данный момент корректируется фаза калибратора, и что калибратор не будет отвечать на запросы до исчезновения символа с дисплея.

Выход мощности постоянного тока (по заказу)

Калибратор моделирует выход мощности постоянного тока одновременной подачей тока и напряжения постоянного тока на соответствующие гнезда.



Для задания выхода мощности:

- 1) Выберите функцию «POWER» из экранного меню
- 2) Введите с клавиатуры величину напряжения, затем функцию «V» и подтвердите вод клавишей «ENTER», например:



- 3) Введите величину тока в амперах, затем функцию «A»
- Примечание: при вводе величины тока нажимать клавишу «ENTER» не нужно, например:



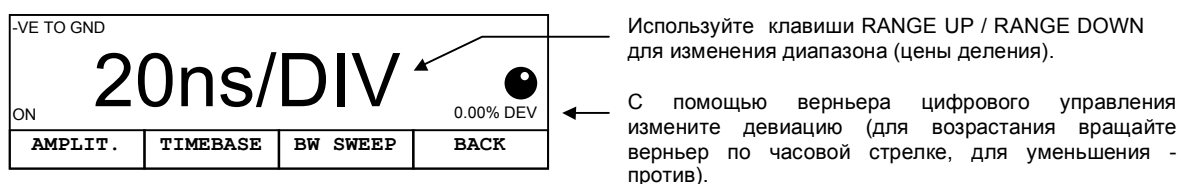
Выход для калибровки осциллографов (по заказу)

Модуль калибровки осциллографов позволяет подать на вход калибруемого устройства опорный сигнал амплитуды, времени (временной развертки) и ширины полосы частот.

Для настройки выхода калибровки осциллографов выполните следующий операции:

- 1) Выберите функцию SCOPE из экранного меню
- 2) Калибратор перейдет в режим калибровки оси времени (TIMEBASE mode). Для выбора нужного масштаба времени используйте клавиши RANGE UP (возрастание) или RANGE DOWN (уменьшение) диапазона, например: нажатие клавиши RANGE UP при масштабе 20 нсек/деление (20ns/DIV), переведет калибратор в диапазон 50 нсек/деление (50ns/DIV)

Для изменения величины девиации воспользуйтесь стрелочными клавишами «↑» и «↓» или верньером цифрового управления.

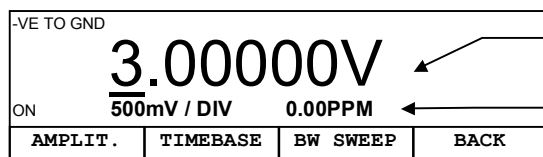


- 3) Для задания выхода амплитуды нажмите клавишу AMPLIT.

Для выбора разряда используйте клавиши «←» и «→».

Цена деления (диапазон) задается клавишами RANGE UP и RANGE DOWN (например, при масштабе 500 мВ/деление (500mV/DIV), нажатие клавиши RANGE UP приведет к цене деления 1 В/деление (1V/DIV))

Для изменения величины выхода воспользуйтесь стрелочными клавишами «↑» и «↓» или верньером цифрового управления.



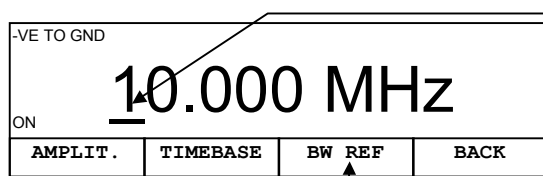
Используйте клавиши RANGE UP / RANGE DOWN для изменения диапазона (цены деления).

С помощью верньера цифрового управления измените девиацию (для возрастания вращайте верньер по часовой стрелке, для уменьшения - против).

4) Для задания ширины полосы (развертки) BW SWEEP нажмите клавишу выбора режима BW SWEEP.

Для изменения величины выхода воспользуйтесь стрелочными клавишами «↑» и «↓» или верньером цифрового управления.

В режиме частотной развертки (BW Sweep Mode), клавиша задания ширины полосы изменяется на клавишу опорной полосы частот BW REF, позволяя задать опорную полосу частот 50 кГц одним нажатием кнопки.



С помощью верньера цифрового управления измените величину выхода (для возрастания вращайте верньер по часовой стрелке, для уменьшения - против).

Внимание : BW Sweep изменилась на BW REF. Нажмите эту клавишу для выхода опорной частоты 50 кГц

Предупреждения и индикация перегрузок выходов.

Функция самодиагностики калибраторов серии 3000 непрерывно отслеживает состояние выходов на наступление условий для перегрузки или сбоя.

В случае, когда калибратор не может подать необходимый для возбуждения нагрузки сигнал, он автоматически перейдет в резервный режим, а на дисплей будет выведено сообщение «STBY!». Условие перевода калибратора в резервный (ждущий) режим возникает тогда, когда требуемый ток возбуждения слишком высок для текущего диапазона напряжения, или когда совместимое напряжение слишком высоко для текущего диапазона токового выхода. Перезагрузку выхода можно осуществить нажатием кнопки «OUTPUT ON» после корректировки выходной нагрузки.

Максимальное время выхода высокого напряжения

В качестве дополнительной меры безопасности калибратор автоматически переключится в резервный режим в случае, если выход его остается включенным в течение предварительно заданного времени в диапазонах 200 В или 1 кВ. Для постоянного тока и переменного тока с частотой менее 5 кГц это время составляет 20 минут или 3 минуты для частот 5 кГц и выше.

Температурная блокировка диапазона 30 А

Калибратор периодически проверяет состояние выходов тока высокого номинала. Рабочая температура выходного усилителя отслеживается микроконтроллером, который отключает выход при необходимости. Время до отсечки (блокировки) варьируется в очень широких пределах в зависимости от выходного тока и нагрузки. (См. полные технические характеристики). После отключения выхода калибратор переходит в ждущий режим, а на дисплее появляется предупреждающее «STBY !!». Выход может быть снова включен в любое время без каких-либо отрицательных последствий, поскольку микроконтроллер автоматически защищает выходной усилитель от возможного повреждения.

Типы интерфейсов

Подключение к калибраторам серии 3000 возможно по следующим интерфейсам:

- **RS232:** 9 –ти контактная розетка типа «D»
- **USB (по заказу):** с помощью специального адаптера COM - USB

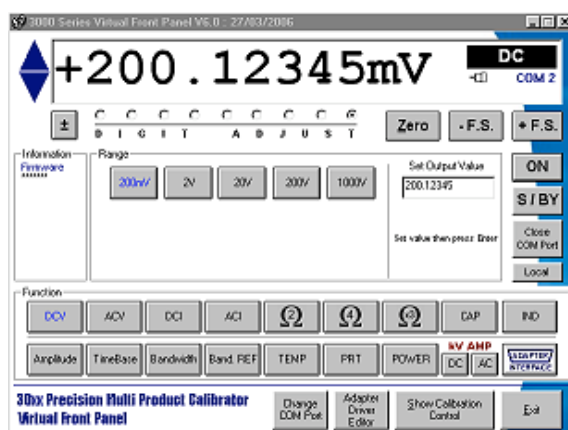
Интерфейс RS232

Калибратор полностью управляется и программируется по двунаправленному интерфейсу RS232. Для связи используются стандартные 9-ти контактные разъемы и кабель последовательного интерфейса. Интерфейс полностью оптически изолирован от остальных цепей калибратора. Скорость обмена составляет 9600 бод (фиксированная), без контроля четности с одним битом останова, что позволяет отправить полную выходную команду менее чем за 20 мсек. Калибратор может передать на ПК информацию о текущем состоянии выхода, калибровочных константах, величине встроенных эталонов и другие сведения. Встроенный процессор обрабатывает команды и возвращает контрольные коды (последовательности), позволяющие проверить правильность выполнения полученной команды. Команды на выполнение могут быть поданы на калибратор непосредственно из программной среды Windows HYPER TERMINAL, любой программы уровня языка Basic или более высокого, из программы виртуальной лицевой панели (если она заказана потребителем) или прикладных калибровочных программных средств ProCal.

Конфигурирование последовательного порта ПК (COM port)

Для обеспечения связи с установленными на ПК программами они должны быть сконфигурированы на следующие параметры:

BAUD RATE (скорость обмена): 9600
PARITY (контроль четности): NONE
DATA BITS (число битов данных): 8
STOP BITS (биты останова): 1



Поставляемые по заказу для калибраторов серии 3000 программные средства «Виртуальная лицевая панель» (Virtual Front Panel) уже установлены на коммуникационные параметры, приведенные выше, но если вы используете другие программные средства, то необходимо проверить эти установки перед работой с калибратором серии 3000.

Подключение по интерфейсу RS232 осуществляется обычным кабелем для последовательного интерфейса, входящим в комплект поставки серии 3000.



НЕ ПЫТАЙТЕСЬ ПОДКЛЮЧАТЬ КАЛИБРАТОР С ПОМОЩЬЮ НУЛЬ — МОДЕМНОГО КАБЕЛЯ, У КОТОРОГО ЗАРЕЗЕРВИРОВАНЫ КОНТАКТЫ 2 И 3 – ОН НЕ БУДЕТ РАБОТАТЬ



Подключите разъем интерфейса RS232 (розетку) к разъему калибратора серии 3000 с помощью последовательного кабеля с 9-ти штырьковым разъемом «D».

Интерфейс USB (поставляется по заказу)

Universal Serial Bus – Универсальная последовательная шина

Используя преобразователь RS232 – USB, калибратор серии 3000 можно подключить к управляющему компьютеру через порт USB. Эта опция поставляется в виде внешнего устройства с соответствующим драйвером



Преобразователь RS232 - USB имитирует обычный COM порт (ему присваивается следующий по порядку номер COM порта, обычно COM3) – это особенно важно для новых портативных компьютеров, RS232 COM порт которых, как правило, заменен на один или несколько портов USB.

Подключитесь к разъему USB на ПК и 9-ти контактному разъему типа «D» калибратора серии 3000 с помощью соответствующих разъемов преобразователя RS232 - USB.

Дистанционное программирование



ВНИМАНИЕ: калибраторы серии 3000 могут создавать выходное напряжение до 1025 В, поэтому дистанционное управление (программирование) или должно учитывать опасность подачи высокого выходного напряжения без предупреждения оператору.

Все программы должны интенсивно проверяться на безопасность в обращении и включать меры предосторожности, в том числе распознавание и надлежащее обращение с ошибками, чтобы любая посланная на калибратор команда выполнялась соответствующим образом, и обеспечивала безопасность оператора.

Командный язык калибраторов 3000 включает ответные коды, информирующие о текущем рабочем состоянии калибратора. Эти ответные (возвратные - response codes) коды помогают определить, правильно ли была получена команда, и обеспечивает ли она безопасность оператора.

Обзор команд программирования

Калибраторы серии 3000 управляются простым набором команд языка программирования высокого уровня, которые используются (по отдельности или в заданной последовательности) для перевода калибратора в нужное состояние.

Команды могут соединяться (объединяться) с помощью символа «/» (символ деления). Для распознавания окончания команды калибратором используется символ «возврат каретки» (Carriage Return - код 13 таблицы ASCII кодов), который должен быть последним посланным символом командной строки, например:

Command1/Command2 <CR>

где каждая команда выглядит как **Commandx** (где x означает номер команды), а символ «возврат каретки» (ASCII код 13) обозначается **<CR>**

Ответные (возвратные) коды

Калибраторы серии 3000 отвечают на любую принятую команду конкретным ответным кодом, которому предшествует «звездочка» (*) – коды и их смысл приведены ниже

код	Описание (расшифровка) кода
*0	ОК (принято)
*1	ERROR IN COMMAND LINE (ошибка в командной строке)
*2	ERROR IN RANGE COMMAND (ошибка в команде выбора диапазона)
*3	ERROR IN FREQUENCY COMMAND (ошибка в команде задания частоты)
*4	ERROR IN O/P COMMAND (ошибка в команде выхода)
*5	ERROR IN CAL FACTOR SENT (ошибка в посланной константе калибровки)
*6	ERROR IN CAL FACTOR COMPARE (ошибка сравнения калибровочных констант)
*7	COMMAND OUT OF RANGE (A1, A2 ETC) OR PASSWORD NOT SET (команда (параметр) вне диапазона или не задан пароль)
*8	10A/HV TIMEOUT or OVER TEMPERATURE (задержка высокого выхода за допустимый предел или перегрев)
*9	OUTPUT ERROR (ошибка выхода)

Команды напряжения постоянного тока

Функция	Диапазон	Команда
Постоянное напряжение (DC Voltage)	200 мВ	R1
	2 В	R2
	20 В	R3
	200 В	R4
	1000 В	R5

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Выход	
Установка выхода (Set Output)	0 (не «0» - not zero)

Блок команд напряжения постоянного тока включает команду задания диапазона (RANGE), задаваемую совместно с командой выхода (OUTPUT) и ждущего режима (STANDBY). Для задания диапазона напряжения постоянного тока и величины выхода необходимо задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/<OUTPUT>/<STANDBY CONDITION><CR>

например, чтобы задать выход 2 В постоянного тока с включением его в работу команда будет выглядеть как:

R2/O2/S0<CR>

где:

R2 = 2V Range (диапазон 2 В - см. таблицу выше)

O2 = 2V Output (выход 2 В)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R1/O150/S0<CR> (установка выхода 150 мВ в диапазоне 200 мВ)

R3/O22/S0<CR> (установка выхода 22 В в диапазоне 200 В)

Если команда включает величину (значение выхода), которая не может быть задана, например, если она превосходит максимальное значение диапазона, то калибратор не будет её выполнять, а останется на текущей установке. При этом подается звуковой сигнал, указывающий на отказ выполнить команду.

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды напряжения переменного тока

Функция	Диапазон	Команда
Напряжение переменного тока (AC Voltage)	200 мВ	R12
	2 В	R13
	20 В	R14
	200 В	R15
	1000 В	R16

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Выход	
Установка выхода (Set Output)	0 (не «0» - not zero)

Частота переменного тока (AC Frequency)	
Fxxxxx	т.е. 10 кГц = F10000

Блок команд напряжения переменного тока включает команду задания диапазона (RANGE), задаваемую совместно с командой выхода (OUTPUT), частоты (FREQUENCY) и ждущего режима (STANDBY). Для задания диапазона напряжения постоянного тока и величины выхода необходимо задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/<OUTPUT>/<FREQUENCY>/<STANDBY CONDITION><CR>

Например, чтобы задать выход напряжения переменного тока в 2 В на частоте 200 Гц нужно подать команду:

R2/O2/F200/S0<CR>

где:

R2 = 2V Range (диапазон 2 В - см. таблицу выше)

O2 = 2V Output (выход 2 В)

F200 = 200Hz Frequency (частота 200 Гц)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R1/O135/F10000/S0<CR>

(задает выход 135 мВ при частоте 10 кГц в диапазоне 200 мВ)

R3/O255/F15000/S0<CR>

(задает выход 255 В при частоте 15 кГц в диапазоне 1000 В)

Если команда включает величину (значение выхода), которая не может быть задана, например, если она превосходит максимальное значение диапазона, то калибратор не будет её выполнять, а останется на текущей установке. При этом подается звуковой сигнал, указывающий на отказ выполнить команду.

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды выхода постоянного тока

Функция	Диапазон	Команда
Постоянный ток (DC Current)	200 мкА	R6
	2 мА	R7
	20 мА	R8
	200 мА	R9
	2 А	R10
	20 А	R11

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Выход	
Установка выхода (Set Output)	О (не «0» - not zero)

Блок команд напряжения постоянного тока включает команду задания диапазона (RANGE), задаваемую совместно с командой выхода (OUTPUT) и ждущего режима (STANDBY). Для задания диапазона постоянного тока и величины выхода необходимо задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/<OUTPUT>/<STANDBY CONDITION><CR>

например, чтобы задать выход 2 мА постоянного тока с включением его в работу команда будет выглядеть как:

R8/O20/S0<CR>

где:

R8 = 20 mA Range (диапазон 20 мА - см. таблицу выше)

O2 = 20mA Output (выход 20 мА)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R9/O25/S0<CR> (установка выхода 25 мА в диапазоне 200 мА)

R11/O12/S0<CR> (установка выхода 12 А в диапазоне 20 А)

Если команда включает величину (значение выхода), которая не может быть задана, например, если она превосходит максимальное значение диапазона, то калибратор не будет её выполнять, а останется на текущей установке. При этом подается звуковой сигнал, указывающий на отказ выполнить команду.

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды выхода переменного тока

Функция	Диапазон	Команда
Переменный ток (AC Current)	200 мкА	R17
	2 мА	R18
	20 мА	R19
	200 мА	R20
	2 А	R21
	20 А	R22

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Выход	
Установка выхода (Set Output)	0 (не «0» - not zero)

Частота переменного тока (AC Frequency)	
Fxxxxx	т.е. 10 кГц = F10000

Блок команд переменного тока включает команду задания диапазона (RANGE), задаваемую совместно с командой выхода (OUTPUT), частоты (FREQUENCY) и ждущего режима (STANDBY). Для задания диапазона постоянного тока и величины выхода необходимо задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/<OUTPUT>/<FREQUENCY>/<STANDBY CONDITION><CR>

Например, чтобы задать выход переменного тока в 20 мА на частоте 1 кГц нужно подать команду:

<RANGE>/<OUTPUT>/<FREQUENCY>/<STANDBY CONDITION><CR>

R19/O20/F1000/S0<CR>

где:

R19 = 20mA Range (диапазон 20 мА - см. таблицу выше)

O2 = 20mA Output (выход 20 мА)

F1000 = 1kHz Frequency (частота 1 кГц)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R20/O25/F1500/S0<CR>

(задает выход 25 мА при частоте 1,5 кГц в диапазоне 200 мА)

R22/O12/F300/S0<CR>

(задает выход 12 А при частоте 300 Гц в диапазоне 20 А)

Если команда включает величину (значение выхода), которая не может быть задана, например, если она превосходит максимальное значение диапазона, то калибратор не будет её выполнять, а останется на текущей установке. При этом подается звуковой сигнал, указывающий на отказ выполнить команду.

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды выхода сопротивления

Функция	Диапазон	Команда
Сопротивление (Resistance)	0 Ом	R23
	0,1 Ом	R24
	1 Ом	R25
	10 Ом	R26
	100 Ом	R27
	1 кОм	R28
	10 кОм	R29
	100 кОм	R30
	1 МОм	R31
	10 МОм	R32
	100 МОм	R33
	1G ГОм	R65

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

2-х / 4-х проводная схема подключения (1/2 или полный мост)	
2-х проводная	I0
4-х проводная	I1

Командный блок задания выходного сопротивления включает команду установки диапазона с последующей командой задания схемы подключения (2-х или 4-х проводной) и команды ждущего режима. Для установки выхода сопротивления постоянному току нужно задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/<2 OR 4 WIRE MODE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Команда значения выхода (O) не обязательна, поскольку диапазоны сопротивления являются фиксированными декадными граничными значениями. Например, для выбора диапазона выходного сопротивления 1 кОм при 2-х проводной схеме подключения и активном выходе команда выглядит как:

R28/I0/S0<CR>

R28 = 1KOhm Range (диапазон 1 кОм - см. таблицу выше)

I0 = 2 Wire mode (2-х проводная схема подключения)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R28/I1/S0<CR> (задание выходного сопротивления 1 кОм при 4-х проводном подключении)

R32/I0/S0<CR> (задание выходного сопротивления 10 МОм при 2-х проводном подключении)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды задания выхода ёмкости

Функция	Диапазон	Команда
Ёмкость (Capacitance)	1 нФ	R34
	10 нФ	R35
	20 нФ	R36
	50 нФ	R37
	100 нФ	R38
	1 мкФ	R39
	10 мкФ	R40
	100 мкФ	R41

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Командный блок задания выходной ёмкости включает команду установки диапазона и команды ждущего режима. Для установки выхода ёмкости нужно задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/STANDBY CONDITION<CR>

Команда значения выхода (O) не обязательна, поскольку диапазоны ёмкости являются фиксированными декадными граничными значениями.

Например, для выбора диапазона выходной ёмкости 10 нФ при активном выходе команда выглядит как:

R35/S0<CR>

где:

R35 = 10nF Range (диапазон 10 нФ - см. таблицу выше)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Команды имитируемого (активного) сопротивления (по заказу)

Функция	Команда активации режима		
Активное (моделируемое) сопротивление	I2		
	Диапазон	Команда	Выход
	30 – 99,9 Ом	R27	Ом
	100 – 999 Ом	R28	кОм
	1 – 9,99 кОм	R29	кОм
	10 – 99,9 кОм	R30	кОм
	100 – 999 кОм	R31	МОм
	1 – 9,99 МОм	R32	МОм
	10 – 30 МОм	R33	МОм

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Выход	
Установка выхода (Set Output)	O (не «0» - not zero)

Командный блок задания выходного сопротивления включает команду установки диапазона с командой задания величины выхода и команды ждущего режима. Для установки выхода сопротивления нужно задать следующую последовательность команд.

<FUNCTION>/<RANGE>/<OUTPUT>/<STANDBY CONDITION><CR>

Примеры:

8 кОм (8kOhms)	12 МОм (12MOhms)	60 Ом (60 Ohms)
I2/R29/O8/S0<CR>	I2/R33/O12/S0<CR>	I2/R27/O60/S0<CR>
I2 = функция активного сопротивления R29 = диапазон 1 – 9,99 кОм O8 = выход 8 кОм S0 = резервный режим отключен <CR> = возврат каретки	I2 = функция активного сопротивления R33 = диапазон 10 – 30 МОм O12 = выход 12 МОм S0 = резервный режим отключен <CR> = возврат каретки	I2 = функция активного сопротивления R27 = диапазон 30 – 99,9 Ом O60 = выход 60 Ом S0 = резервный режим отключен <CR> = возврат каретки

150 Ом (150Ohms)	500 кОм (500kOhms)
I2/R28/O0.15/S0<CR>	I2/R31/O0.5/S0<CR>
I2 = функция активного сопротивления R28 = диапазон 100 – 999 Ом O0.15 = выход 0,15 кОм (150 Ом) S0 = резервный режим отключен <CR> = возврат каретки	I2 = функция активного сопротивления R31 = диапазон 100 – 999 кОм O0.5 = выход 0,5 МОм (500 кОм) S0 = резервный режим отключен <CR> = возврат каретки

Команды активной (имитируемой) ёмкости (по заказу)

Функция	Диапазон	Команда
Ёмкость (Capacitance)	100 мкФ	R41
	1 мФ	R67
	10 мФ	R68

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Командный блок задания выходной ёмкости включает команду установки диапазона и команды ждущего режима. Для установки выхода ёмкости нужно задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Команды задания величины выходного сигнала (O) не требуется, поскольку ёмкостные диапазоны фиксированы в декадных значения.

Например, для задания выходного сигнала 1 мФ при включенном выходе нужно подать следующую составную команду:

R41/S0<CR>

где:

R41 = 100µF Range (диапазон 100 мкФ - см. таблицу выше)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R67/S0<CR> (задание выходной ёмкости 1 мФ)

R68/S0<CR> (задание выходной ёмкости 10 мФ)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды выхода частоты амплитуды TTL логики (по заказу)

Функция	Команда активации режима	
Сигнал частоты уровня TTL логики	R58	
	Диапазон	Команда
	1 Гц	H0
	10 Гц	H1
	100 Гц	H2
	1 кГц	H3
	10 кГц	H4
	20 кГц	H5
	50 кГц	H6
	100 кГц	H7
	1 МГц	H8
	10 МГц	H9

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Командный блок задания частоты сигналом уровня (амплитуды) TTL логики включает команду установки диапазона и команды ждущего режима. Для установки выхода частоты нужно задать следующую последовательность команд:

<MODE>/<RANGE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Команды задания величины выходного сигнала (O) не требуется, поскольку выход частоты сигнала уровня TTL логики имеет фиксированные значения.

Например, для задания выходного сигнала частотой 10 кГц при включенном выходе нужно подать следующую команду:

R58/H4/S0<CR>

где:

R58 = TTL Frequency Mode Activation (команда активации выхода частоты)

H4 = 10kHz output (выход частоты 10 кГц, как указано выше)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R58/H0/S0<CR> (команда задания выхода частоты 1 Гц)

R58/H7/S0<CR> (команда задания выхода частоты 100 кГц)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды модуляции ширины импульса (по заказу)

Функция	Команда активации режима	
Модуляция ширины импульса	R59	
	Диапазон	Команда
	10%	H0
	20%	H1
	30%	H2
	40%	H3
	50%	H4
	60%	H5
	70%	H6
	80%	H7
90%	H8	

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Командный блок задания модуляции ширины импульса включает команду установки диапазона и команды ждущего режима. Для установки выхода частоты нужно задать следующую последовательность команд:

<MODE>/<RANGE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Команды задания величины выходного сигнала (O) не требуется, поскольку выход модуляции ширины импульса имеет фиксированные значения.

Например, для задания выходного сигнала с шириной импульса 10% при включенном выходе нужно подать следующую команду:

R59/H0/S0<CR>

где:

R59 = Pulse width modulation Mode Activation (активация режима задания ширины импульса)

H0 = 10% output (10% выход – см. таблицу выше)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R59/H3/S0<CR> (команда задания импульса шириной 40%)

R59/H5/S0<CR> (команда задания импульса шириной 60%)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды задания выхода индуктивности (по заказу)

Функция	Диапазон	Команда
Индуктивность (Inductance)	1 мГн	R42
	10 мГн	R43
	19 мГн	R44
	29 мГн	R45
	50 мГн	R46
	100 мГн	R47
	1 Гн	R48
	10 Гн	R49

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Командный блок задания выхода индуктивности включает команду установки диапазона и команды ждущего режима. Для установки выхода частоты нужно задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Команды задания величины выходного сигнала (O) не требуется, поскольку выход индуктивности имеет фиксированные значения.

Например, для задания выходного сигнала 29 мГн при включенном выходе нужно подать следующую команду:

R45/S0<CR>

где:

R45 = 29mH Range (задание диапазона индуктивности – см. таблицу выше)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R43/S0<CR> (команда задания выхода индуктивности 10 мГн)

R48/S0<CR> (команда задания выхода индуктивности 1 Гн)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды имитации выхода платинового термометра сопротивления (по заказу)

Функция	Диапазон	Команда
Выход термометра сопротивления (PRT Value)	-100°C	R50
	0°C	R51
	30°C	R52
	60°C	R53
	100°C	R54
	200°C	R55
	300°C	R56
	400°C	R57

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Командный блок задания выхода платинового термометра сопротивления включает команду установки диапазона и команды ждущего режима. Для установки выхода моделирования термометра сопротивления нужно задать следующую последовательность команд:

<RANGE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Команды задания величины выходного сигнала (O) не требуется, поскольку выход моделирования термометра сопротивления имеет фиксированные значения.

Например, для задания выходного сигнала 60°C при включенном выходе нужно подать следующую команду:

R53/S0<CR>

где:

R53 = 60°C Range (задание диапазона температуры – см. таблицу выше)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R55/S0<CR> (команда моделирования выхода PRT 200°C)

R57/S0<CR> (команда моделирования выхода PRT 400°C)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды имитации выхода термопар (по заказу)

Для осуществления моделирования термопар калибраторами серии 3000 необходим поставляемый по заказу внешний адаптер, подключаемый к интерфейсному разъему на передней панели.

Функция	Команда активации режима	
Моделирование термопар	R60	
Тип термопары	Команда	Температурный диапазон
K	L1	-140°C + 1340°C
J	L2	-180°C + 750°C
T	L3	-250°C + 400°C
R	L4	-50°C + 1700°C
S	L5	-50°C + 1700°C
E	L6	0°C + 800°C
N	L7	-270°C + 1300°C
B	L8	0°C + 1820°C

Режим функции компенсации холодного спая термопар	
Вручную	K0
Автоматический	K1

Выход	
Установка выхода (Set Output)	0 (не «0» - not zero)

Резервный (ждущий) режим (Standby mode)	
Включен (Standby ON)	S1
Выключен (Standby OFF)	S0

Командный блок имитации термопар включает следующие команды:

- активации режима имитации термопар
- выбор режима компенсации холодного спая
- выбор типа имитируемой термопары
- выбор величины моделируемого выхода термопары
- выбора (ждущего) режима

Чтобы смоделировать выход термопары необходимо задать следующую последовательность команд:

**<MODE>/<CJC TYPE>/<THERMO TYPE>/<TEMP VALUE>/
<STANDBY CONDITION><CR>**

Например, требуется симитировать следующую конфигурацию:

- автоматическая компенсация холодного спая термопары
- тип моделируемой термопары - R
- имитируемая измеренная температура - 250°C
- выход включен (ON)

командная строка в этом случае будет выглядеть следующим образом:

R60/K1/L4/O250/S0<CR>

R60 = Thermocouple simulation mode activation (команда активации режима имитации термопар)

K1 = Automatic cold junction compensation (автоматический режим компенсации холодного спая термопар – см. таблицу выше)

L4 = Type R thermocouple (имитируемый тип термопары – R)

O250 = 250°C output (выход соответствует температуре 250°C)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R60/K1/L1/O500/S0<CR> (термопара типа K; автоматическая компенсация холодного спая; 500°C)

R60/K1/L1/O1500/S0<CR> (термопара типа K; автоматическая компенсация холодного спая; 1500°C)

R60/K0/L6/O400/S0<CR> (термопара типа E; ручная компенсация холодного спая; 400°C)

R60/K1/L7/O-100/S0<CR> (термопара типа N; автоматическая компенсация холодного спая; - 100°C)

Если команда включает величину (значение выхода), которая не может быть задана, например, если она превосходит максимальное значение диапазона, то калибратор не будет её выполнять, а останется на текущей установке. При этом подается звуковой сигнал, указывающий на отказ выполнить команду.

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Различные команды

Реле заземления (плавающая или заземленная отрицательная клемма)

Реле заземления (Earth Relay)	
J0	Контакты замкнуты (реле включено - Earth Relay On)
J1	Контакты разомкнуты (реле выключено - Earth Relay Off)

Команда управления состоянием контактов реле заземления позволяет либо заземлять, либо оставлять «плавающими» отрицательные гнезда выхода калибратора. Текущее состояние отображается в левом верхнем углу дисплея калибратора символом -VE.

Команда «плавающего» выхода задается как:

J1<CR>

Заземление отрицательной клеммы осуществляется командой :

J0<CR>

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Команды управления режимами дисплея

Команды управления дисплеем (Display Commands)	
!	переключение между прямым и обратным режимами дисплея
b0	время ожидания до отключения фоновой подсветки составляет 5 сек
b1	время ожидания до отключения фоновой подсветки составляет 20 мин
b2	время ожидания до отключения фоновой подсветки составляет 2 часа

Посылка любой из приведенных в таблице команд переключает режим дисплея

! = переключает дисплей между «белым на черном фоне» и «черным на белом фоне» режимами

Команды калибровки осциллографов (по заказу)

Для калибровки осциллографов необходимо установить в калибратор соответствующий модуль. Выходной сигнал подается на разъем BNC, на наличие сигнала на выходе указывает горение зеленого светодиодного индикатора.

Амплитуда

Функция	Команда активации режима	
Режим амплитуды (Amplitude Mode)	A1	включен (ON)
	A0	выключен (OFF) (возврат к режиму напряжения постоянного тока)
Диапазон	Команда	
5 мВ/деление	H1	
10 мВ/деление	H2	
20 мВ/деление	H3	
50 мВ/деление	H4	
100 мВ/деление	H5	
200 мВ/деление	H6	
500 мВ/деление	H7	
1 В/ деление	H8	
2 В/ деление	H9	
5 В/ деление	H10	
10 В/ деление	H11	
20 В/ деление	H12	
50 В/ деление	H13	

Форма волны амплитудного сигнала	
Меандр (Square Wave)	G0
Постоянная (DC)	G1

Функция задания амплитуды включает следующие команды:

- команда активации режима амплитуды выходного сигнала
- команда задания диапазона выхода
- команда задания формы волны
- команда ждущего режима

Для задания диапазона амплитуды необходимо послать следующую командную строку :

<MODE>/<RANGE>/<WAVEFORM>/<STANDBY CONDITION><CR>

Например, чтобы задать следующую конфигурацию выходного сигнала:

- **1 В/деление**
- **меандр (Square Wave)**
- **активный выход (Output ON)**

нужно подать следующую составную команду:

A1/H8/G0/S0<CR>

A1 = (активация амплитудного осциллографического выхода)

H8 = 1V/Div (диапазон амплитуды 1 В/дел)

S0 = Standby OFF (ждуший режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

A1/H5/G0/S0<CR> (диапазон 100 мВ/деление, меандр)

A1/H11/G1/S0<CR> (диапазон 10 В/деление, постоянная)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждуший режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Развертка (Timebase)

Функция	Команда активации режима
Режим временной развертки	R61

Диапазон	Команда
5 сек/деление	H0
2 сек/деление	H1
1 сек/деление	H2
500 мсек/деление	H3
200 мсек/деление	H4
100 мсек/деление	H5
50 мсек/деление	H6
20 мсек/деление	H7
10 мсек/деление	H8
5 мсек/деление	H9
2 мсек/деление	H10
1 мсек/деление	H11
500 мксек/деление	H12
200 мксек/деление	H13
100 мксек/деление	H14
50 мксек/деление	H15
20 мксек/деление	H16
10 мксек/деление	H17
5 мксек/деление	H18
2 мксек/деление	H19
1 мксек/деление	H20
500 нсек/деление	H21
200 нсек/деление	H22
100 нсек/деление	H23
50 нсек/деление	H24
20 нсек/деление	H25

Задание функции (временной) развертки включает следующие команды:

- команда активации режима развертки
- диапазон развертки
- команда резервного (ждущего) режима

Для задания диапазона развертки используется следующая составная команда:

<MODE>/<RANGE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Например, чтобы задать следующие параметры:

- диапазон 1 мсек/ деление
- выход активирован (Output ON)

необходимо послать следующую команду:

R61/H11/S0<CR>

где:

R61 = команда задания режима развертки осциллографа

H11 = задание диапазона 1 мсек/ деление (1ms/Div timebase range)

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

A1/H20/S0<CR> (задание диапазона развертки 1 мсек/деление)

A1/H24/S0<CR> (задание диапазона развертки 50 нсек/деление)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Частотная (выровненная по амплитуде) развертка [Bandwidth (Levelled) Sweep]

Функция	Команда активации режима
Частотная развертка (BW Sweep Mode)	R62

Выход	
Установка выхода (Set Output)	0 (не «0» - not zero)

Функция частотной развертки требует задания следующих команд:

- команда активации режима частотной развертки
- значение выходной частоты (МГц)
- команда резервного (ждущего) режима

Для задания полосы частот нужно выдать следующую составную команду:

<MODE>/<OUTPUT VALUE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Например, для задания активного выхода 400 МГц требуется послать команду:

R62/O400/S0<CR>

R62 = команда активации частотной развертки

O400 = выход частоты 400 МГц

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительные примеры

R62/O50/S0<CR> (частотная развёртка в полосе 50 МГц)

R62/O600/S0<CR> (частотная развёртка в полосе 600 МГц)

Если команда включает величину (значение выхода), которая не может быть задана, например, если она превосходит максимальное значение диапазона, то калибратор не будет её выполнять, а останется на текущей установке. При этом подается звуковой сигнал, указывающий на отказ выполнить команду.

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Развертка в опорной полосе частот 50 кГц

Функция	Команда активации режима
Развертка в полосе 50 кГц	R63

Для задания частотной развертки в опорной полосе 50 кГц служит следующая последовательность команд:

- команда активации режима частотной развертки в полосе
- команда ждущего (резервного) режима

Для задания развёртки в опорной полосе 50 кГц подайте следующую составную команду:

<MODE>/<STANDBY CONDITION><CR>

R63/S0<CR>

где:

R63 = команда активации режима частотной развертки в полосе 50 кГц

S0 = Standby OFF (ждущий режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждущий режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

Команды калибровки измерителей электрической мощности (ваттметров)

Для калибровки ваттметров в калибратор серии 3000 необходимо установить поставляемый по заказу соответствующий модуль – его выходные сигналы будут выдаваться на гнезда выхода напряжения и малых токов, а на его работу будет указывать одновременное горение светодиодных индикаторов у этих двух выходов.



ПОНЯТИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

Следующие уравнения иллюстрируют связь между мощностью, током, напряжением и фазовым углом (φ).

Активная мощность: напряжение \times ток $\times \cos\varphi$
Кажущаяся мощность: напряжение \times ток
Коэффициент мощности: отношение активной к кажущейся мощности
Фазовый угол: угол между током и напряжением

Функция	Команда активации режима	
Режим мощности	B1	включен (ON)
	B0	выключен (OFF) (возврат к режиму напряжения постоянного тока)

Установка выходного напряжения	
Выход в вольтах	O (не «0»)

Установка выходного тока	
Выход в амперах	C

Установка фазового угла	
Сдвиг в градусах	M

Задание функции мощности включает следующие команды :

- активация режима мощности
- установка величины выходного напряжения
- установка величины выходного тока
- установка фазового угла между током и напряжением в градусах
- состояние резервного режима

Для активизации выхода мощности нужно задать следующую командную строку:

<MODE>/<VOLTAGE>/<CURRENT>/<PHASE>/<STANDBY CONDITION><CR>

Например, для задания следующих параметров :

- **выходное напряжение 200В**
- **сила выходного тока 2 А**
- **угол сдвига между ними 90°**
- **выход включен (Output ON)**

нужно послать следующую составную команду :

B1/O200/C2/M90/S0<CR>

B1 = активация режима мощности

O200 = выход напряжения 200 В

C2 = выходной ток силой 2 А

M90 = фазовый сдвиг между током и напряжением 90°

S0 = Standby OFF (ждуший режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Дополнительный пример

B1/O500/C10/M180/S0<CR>

B1 = активация режима мощности

O500 = выход напряжения 500 В

C10 = выходной ток силой 10 А

M180 = фазовый сдвиг между током и напряжением 180°

S0 = Standby OFF (ждуший режим отключен, т.е. выход включен)

<CR> = Carriage Return («возврат каретки» - ASCII код 13)

Если команда включает величину (значение выхода), которая не может быть задана, например, если она превосходит максимальное значение диапазона, то калибратор не будет её выполнять, а останется на текущей установке. При этом подается звуковой сигнал, указывающий на отказ выполнить команду.

Калибратор реагирует на полученные команды выдачей ответных кодов, как упоминалось в начале данной главы. Эти коды могут использоваться для того, чтобы сообщать оператору о возникновении опасных условий на выходе и управлять этими выходами. Это позволяет возвращать калибратор в безопасное состояние сразу после выполнения нужного испытания (т.е. калибратор возвращается в резервный режим, что гарантирует невозможность возникновения опасных условий на выходных гнездах калибратора после успешного завершения испытания).

Это же функциональное решение воплощено в прикладных программных калибровочных средствах Transmille ProCal, что гарантирует безопасную эксплуатацию калибратора с возвратом его в безопасное состояние (ждуший режим) между испытаниями в контрольных точках и по завершении теста.

С помощью поставляемых по заказу фирмой Transmille программных средств «Виртуальная передняя панель» (virtual front panel software) можно расширить функциональные возможности функции калибровки измерителей мощности, включая испытания потребляемой электроэнергии в киловатт-часах.

Техническое описание

Основные сведения

В серии универсальных калибраторов Transmille 3000 нашли свое воплощение последние научные достижения и разработки по созданию эталонных компонентов и процессоров, позволившие свести к минимуму себестоимость и размеры при максимально возможном повышении технических характеристик. Встроенный микропроцессор управляет и непрерывно отслеживает состояние всех функций калибратора. Калибровочные константы хранятся в энергонезависимой памяти, что позволяет калибровать любое изделие серии 3000 без открытия доступа к внутренним элементам калибратора. При нормальной работе калибратора никаких внутренних регулировок его не требуется.



ВНИМАНИЕ: чтобы избежать возможного поражения электрическим током сетевой кабель должен быть отсоединен перед открытием корпуса изделия

Электронная «начинка» калибратора включает шесть печатных плат:

- плата процессора (ЦПУ)
- плата источников питания и коммутации выходов
- плата основного аналогового усилителя и обратной связи
- плата опорных источников и ЦАП
- плата клавиатуры и дисплея передней панели
- материнская плата

Особенности конструкции

Калибратор смонтирован в 19-ти дюймовом корпусе высотой 3 стандартных единицы (3U) с вентилятором охлаждения для принудительного обдува усилителей высокого напряжения и тока. Калибратор выполнен по модульной схеме, позволяющей легко осуществить доступ к отдельным узлам и блокам, в случае необходимости. Задняя панель включает разъем подключения кабеля сетевого питания, трансформатор питания, 30 А токовый усилитель и вентилятор охлаждения в сборе.

Главная (основная) аналоговая печатная плата вставляется в предусмотренный для этого слот на задней панели корпуса калибратора и ее концевой разъем подключения фиксируется в соответствующем контактном разъеме материнской платы калибратора, смонтированной сразу за передней панелью его. В свою очередь плата эталонных источников и ЦАП (precision reference and D/A converter) подключается в соответствующий разъем аналоговой печатной платы.

Печатная плата источника питания и коммутации (Power supply and switching PCB) вставляется в разъем материнской платы рядом с разъемом установки аналоговой платы. Плата процессора (Processor board) подключается к аналоговой плате.

Встроенные плавкие предохранители

При нормальной (штатной) эксплуатации калибратора эти предохранители не требуют замены. Их замена может потребоваться только в случае какого-то сбоя, вызвавшего их повреждение.

Внимание: для доступа к предохранителям требуется открыть корпус калибратора, что может быть сделано только квалифицированным специалистом. Схема снятия верхней панели калибратора приведена ниже.



ВНИМАНИЕ: чтобы избежать возможного поражения электрическим током сетевой кабель должен быть отсоединен перед открытием корпуса изделия

Перечень используемых плавких предохранителей :

F1 : ± 15V Supply A/S 5Amp 20mm

F2 : ± 15V Supply A/S 5Amp 20mm

F3 : ± 35V Supply A/S 1Amp 20mm

F4 : ± 35V Supply A/S 1Amp 20mm

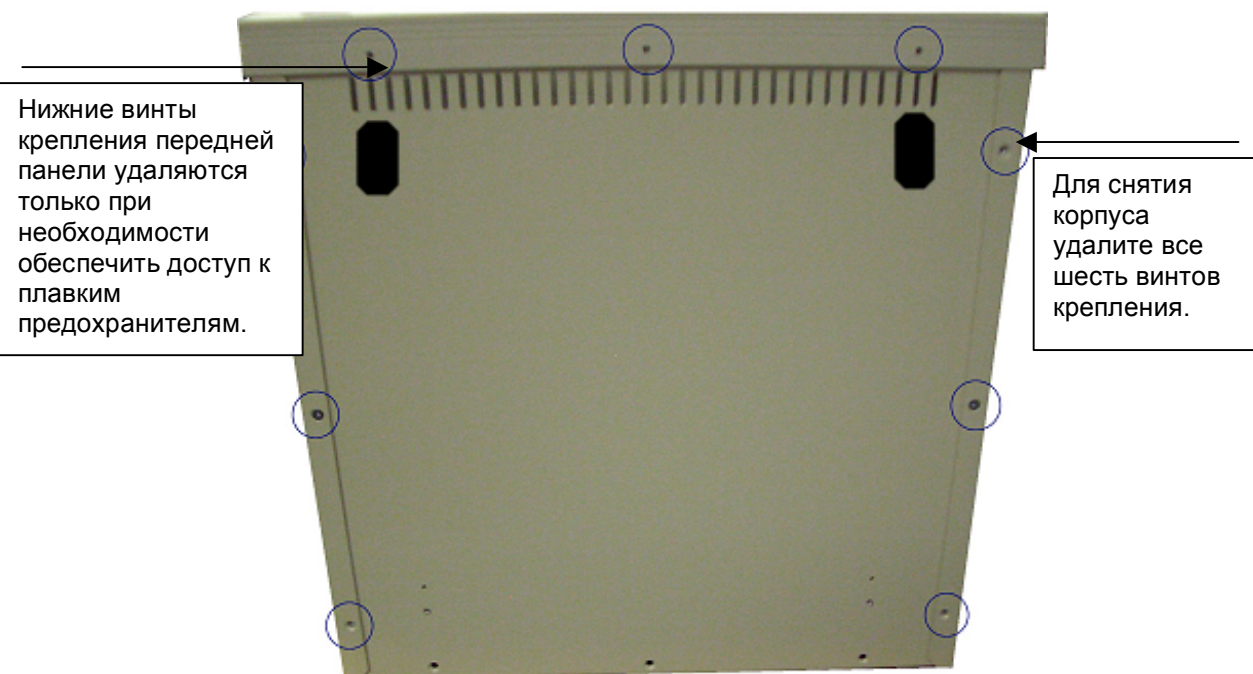
(характеристики даны в порядке: напряжение в вольтах, максимальный ток в амперах / размер (длина) в мм)

Доступ внутрь корпуса калибратора



ВНИМАНИЕ: чтобы избежать возможного поражения электрическим током сетевой кабель должен быть отсоединен перед открытием корпуса изделия

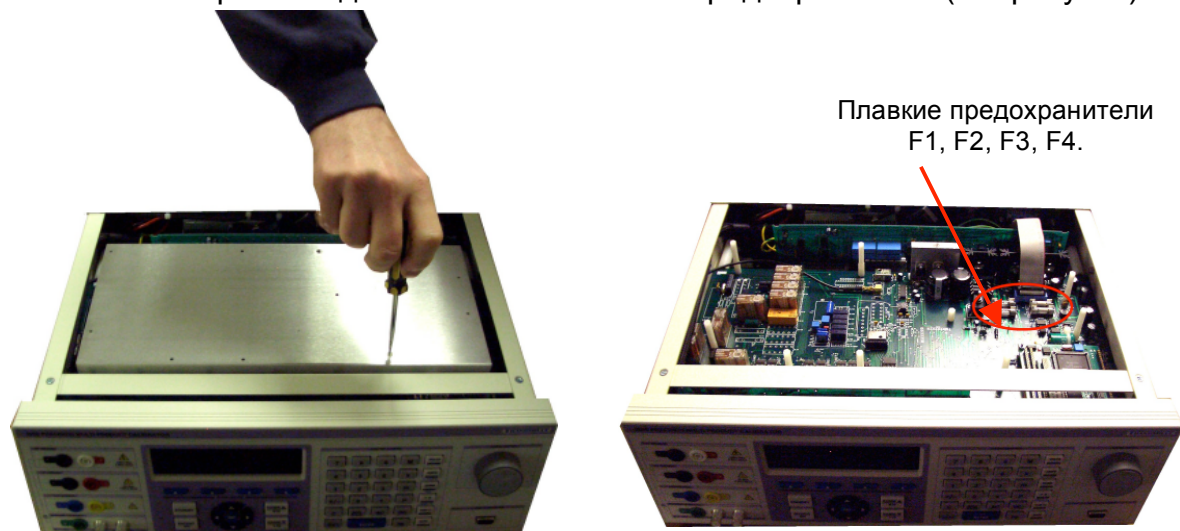
Для доступа внутрь калибратора вначале удалите шесть винтов крепления корпуса, размещенные на нижней панели калибратора. Аккуратно поднимите строго перпендикулярно вверх нижнюю панель калибратора. Помните, что она имеет значительный вес, так как на ней крепится силовой трансформатор и другие тяжелые компоненты. От нижней панели отходят кабельные жгуты, идущие к печатным платам внутри калибратора. При необходимости кабели можно отключить.



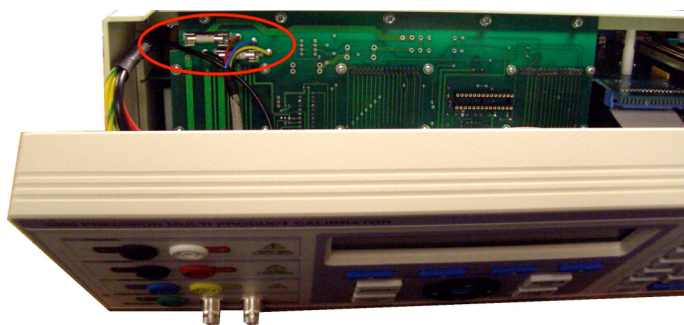
Для снятия (сдвига) верхней панели необходимо удалить два боковых винта крепления. Передняя панель имеет еще три винта крепления на нижней панели, но их нужно удалить только в том случае, если требуется снять саму переднюю панель.

Доступ к плавким предохранителям

После сдвига и снятия верхней крышки (панели) корпуса калибратора необходимо снять также металлический экран, экранирующий печатные платы. Для этого нужно ослабить и извлечь все нейлоновые винты и один металлический винт, расположенный в дальнем конце экрана. После этого становятся хорошо видны основные плавкие предохранители (см. рисунок):



Доступ к внутренним предохранителям на печатной плате передней панели (материнской)



Защищающие выходы калибратора плавкие предохранители размещены на передней (материнской) плате. Для доступа к ним необходимо сначала снять переднюю панель калибратора, открутив еще три винта на нижней панели корпуса. Держатели находятся в правой верхней части платы (см. рисунок). В калибраторе установлены очень быстро перегорающие предохранители номиналом 2 А (2A Ultra Rapid)

Печатная плата источников питания и коммутации выходов калибратора

На этой плате находится источник питания калибратора с линейной выходной характеристикой, обладающий малым уровнем собственных шумов и обеспечивающий питанием всех потенциальных потребителей. Источник обладает выходами ± 5 В, ± 15 В, ± 35 В и нерегулируемым ± 9 В при токе в 30 А. Кроме того, на этой же плате находятся все эталоны сопротивления, емкости и индуктивности, которые подключаются при необходимости с помощью специальных высококачественных реле. Выходы сопротивления могут быть назначены для подключения по 4-х проводной схеме, если это требуется.

Плата процессора

Плата процессора, контролирующего работу всех функций калибратора, за исключением функции аварийного отключения (системы безопасности) по высокому напряжению, крайними (концевыми) разъемами устанавливается в соответствующие пазы платы питания и коммутации выходов калибратора. Плата процессора содержит все необходимые для работы элементы, включая оперативную память с произвольным доступом (RAM), энергонезависимую память (PROM), опорный тактовый генератор (Clock), память калибровочных констант (Cal RAM), систему входов/выходов (I/O) и последовательный интерфейс RS232. Процессор использует в ходе работы все хранящиеся в RAM калибровочные константы. Во избежание непредвиденных ситуаций и ошибок в памяти хранятся не только калибровочные константы, но и их дубликаты. Для выявления отказов и перегрузок процессор проводит процедуру самодиагностики.



ВНИМАНИЕ: несанкционированное извлечение печатной платы процессора может повредить записанные в памяти калибровочные константы.

Плата основного аналогового усилителя и обратной связи

Эта плата создает сигналы выходного напряжения и тока (постоянного и переменного) на основе опорных эталонных значений, выдаваемой ЦАП платы опорного напряжения $0 \div 10$ В. Это опорное напряжение далее сравнивается с выходным значением после его нормирования (масштабирования) с помощью прецизионного резистивного делителя напряжения с коммутируемым (переключаемым) коэффициентом усиления для диапазонов напряжения или с помощью матрицы прецизионных токовых шунтов для токовых диапазонов. Разностный сигнал (error signal) затем усиливается для получения выходного сигнала. Для обеспечения максимальной стабильности в цепях аттенюатора не предусмотрено настроечных (регулируемых) элементов, во всех случаях используются корректировочные калибровочные коэффициенты (correction calibration factors), хранящиеся в энергонезависимой памяти процессора.

Выходы переменного тока генерируются с помощью метода цифровой обработки, обеспечивающего на выходе синусоидальную волну с малым искажением. Амплитуда этого синусоидального сигнала создается на основе разностного сигнала, получаемого сравнением опорного сигнала постоянного тока на выходе ЦАП с среднеквадратичной величиной выхода постоянного тока высокоточного преобразователя.

Высоковольтные усилитель и выход

Для всех выходных значений напряжения свыше 20 вольт используется этот усилитель. Для создания высоковольтного выходного сигнала мощный 150 вт усилитель на интегральных схемах, питающийся от источника тока напряжением 25 вольт с защитой выхода от перегрева и перегрузки, подключается к высокочастотным ферритовым трансформаторам или низкочастотному трансформатору с железным ламинированным сердечником. Для создания высоковольтного сигнала напряжения постоянного тока сначала создаются короткие импульсы (делителем – chopped) для образования сигнала переменного тока с прямоугольной (меандр) формой волны на частоте около 10 кГц, который подается на усилитель мощности. Выходной сигнал этих трансформаторов (см. выше) или выпрямляется для создания высоковольтного выходного сигнала постоянного тока или используется напрямую для выхода напряжения переменного тока. Безопасная схема отключения выхода в цепи вторичных обмоток трансформаторов отсоединит вход усилителя в случае возникновения избыточных выходных токов. Эта схема не связана с работой процессора. В случае её срабатывания выход будет отключен до тех пор, пока не будет произведена перезагрузка ее процессором. Все высоковольтные коммутации осуществляются с помощью реле. Для максимального продления срока службы контактов этих коммутирующих реле они (реле) срабатывают только тогда, когда усилитель находится в ждущем (резервном) режиме.

Усилитель – преобразователь опорного сигнала постоянного тока в сигнал переменного тока

Сильноточный низковольтный усилитель используется для создания всех токовых выходов от нерегулируемого 9 В / 30 А источника постоянного тока. Окончательным каскадом выхода этого усилителя служат два мощных транзистора в цепи теплообменника (отвода тепла) перед вентилятором охлаждения. (A pair of high power transistors on the heat sink before the fan are the final output stage of this amplifier). Выход этой ступени подводится (переключается) к выходным токовым разъемам малой или большой (30 А) силы тока.

Измерение выходных токов и токовых шунтов

Шесть высокостабильных токовых шунтов с малым температурным коэффициентом в диапазоне значений от 4 кОм до 0,01 Ом служат для создания обратной связи (по токовым диапазонам). Для оптимизации точности для нижних значений предусмотрено 4-х проводное подключение (по схеме полного моста); подстройка шунтов не предусмотрена, калибровка выполняется с использованием калибровочных констант. Токовый шунт 30 амперного диапазона смонтирован на теплообменнике (устройстве для отвода тепла) задней панели калибратора.

Выход токовых шунтов подключен к дифференциальному усилителю с малым дрейфом, служащем для сравнения их с напряжением «земли» (системы). Аналоговый коммутатор переводит усилитель-преобразователь в ждущий (резервный) режим при смене диапазона или при работы с выходами напряжения. Это позволяет избежать выбросов высокого тока (high current spikes) при смене диапазона.

Рекомендации по проведению калибровки

Как достичь наивысших параметров калибраторов

Калибраторы серии 3000 являются прецизионными устройствами, создающими выходные сигналы в очень широком диапазоне. Для достижения наивысших выходных характеристик и недопущения погрешностей и устранения ошибок в этом разделе подробно рассматриваются некоторые наиболее общие источники возникновения помех, и предлагается ряд способов, помогающих их избежать.

Погрешности (дополнительные) из-за термо ЭДС

При любом подключении измерительных устройств из-за контакта разнородных металлов возникает эффект образования термопар. Падения напряжения, вызываемые этими соединениями, называются термоэлектрическими (термо ЭДС), их величина зависит от контактирующих металлов и разницы температур.

Естественно, на этом явлении основано измерение температуры с помощью термопар, но этот же эффект вызывает большие погрешности при измерениях малых напряжений, поскольку для некоторых металлов при этом возникают перепады напряжения в диапазонах милливольт. С этой точки зрения наилучшим материалом для разъемов является чистая медь. Многие испытательные разъемы изготавливаются из покрытой никелированным слоем латуни и их нельзя применять в подобных случаях.

Для работы с очень низкими величинами сигналов рекомендуется применять позолоченные медные разъемы. Если испытательные переходники («концы») используются при работе с высокими токами, то их разъемы (места стыка) нагреваются, что также повышает погрешность измерений.

Сетевые и низкочастотные шумы и помехи

Воздействие этих явлений наиболее заметно при работе с высокими сопротивлениями (100 кОм и выше) и малыми токами. Все источники постоянного тока обладают очень высоким выходным импедансом, который чувствителен (улавливает) шумы, как это присуще для сопротивлений высокого номинала. Чтобы снизить этот эффект, рекомендуется использовать экранированные «концы» и попытаться «заземлить» отрицательную клемму выхода калибратора.

Для высоких значений сопротивления важно, чтобы сопротивление изоляции кабелей не влияло на точность измерений. Большинство полихлорвиниловых кабелей имеют сопротивление изоляции порядка 10 ГОм, что выражается в погрешности около 1% на выходе 100 МОм.

Особенно трудно бороться с погрешностями, вносимыми переменным током малых номиналов, так как емкостная составляющая экранированных кабелей шунтирует (отводит) некоторую величину тока.

Калибровка и техобслуживание



ВНИМАНИЕ: содержащаяся в этой главе информация рассчитана на использование только квалифицированным персоналом. Необходимо обеспечить надлежащую постоянную защиту оператора от возможного поражения электрическим током.

Общие сведения

Требования к техническому обслуживанию калибраторов серии 3000 перечислены ниже. Калибратору не требуется регулярного обслуживания или настроек внутренних узлов.

- 1) Проверка электробезопасности на уровне сетевого кабеля и корпуса
- 2) Чистка вентилятора системы охлаждения
- 3) Чистка наружных поверхностей корпуса калибратора
- 4) Проверка и калибровка

Проверка состояния электробезопасности

Эта проверка выполняется с периодичностью, выбираемой оператором. Состояние заземления и изоляции проверяется на соответствие требованиям по электробезопасности к изделиям категории 1 (Class 1). Проверка на диэлектрическую проницаемость (Flash testing) не рекомендуется из-за риска повреждения внутренних компонентов.

Чистка вентилятора системы охлаждения



ВНИМАНИЕ: перед началом работы во избежание возможного поражения электрическим током убедитесь, что калибратор отсоединен от сети электропитания.

Решетку вентилятора и его лопасти можно очистить с помощью щетки и пылесоса.

Очистка корпуса калибратора

Используйте тампон из мягкой ткани с неконцентрированным моющим средством на водной основе для очистки внешней поверхности корпуса и передней панели калибратора. Не используйте спиртовые чистящие растворы или органические растворители и не допускайте попадания жидкости внутрь калибратора.

Калибровка

Для калибровки любого калибратора серии 3000 он должен быть подключен к компьютеру через последовательный интерфейс RS232. Калибровочные константы, записанные во внутреннюю память калибратора, могут быть скорректированы с помощью программных средств «Виртуальная передняя панель калибраторов серии 3000». Для недопущения несанкционированного использования этих программных средств доступ к ним защищен паролем. Все регулировки выполняются без вскрытия корпуса калибратора.

Серия калибраторов Transmille 3000 предполагает также возможность настройки выходов с помощью органов управления передней панели, после чего можно также скорректировать значения калибровочных констант, хранящихся в памяти калибратора.



ВНИМАНИЕ: из-за возможного поражения электрическим током все процедуры могут выполняться только квалифицированным персоналом

Каждая функция калибратора, например, выход напряжения постоянного тока, выход переменного тока, выход сопротивления и т.п. имеет несколько диапазонов. Для каждого диапазона существует своя одна или более калибровочная константа (см. следующую далее таблицу).

Программные средства «Виртуальная передняя панель калибраторов серии 3000» позволяет отрегулировать любую калибровочную константу независимо от других, поэтому возможно настроить один диапазон без необходимости регулировки других точек. Изменение величины калибровочных констант влечет за собой изменение выходов калибратора. Регулировка (настройка) калибратора означает изменение калибровочной константы до тех пор, пока выход калибратора не будет совпадать с ожидаемым правильным значением.

Напряжение постоянного тока:	ноль : + полная шкала : - полная шкала
Напряжение переменного тока:	ноль : полная шкала при 206 Гц : частотный отклик
Постоянный ток:	ноль : + полная шкала : - полная шкала
Переменный ток:	ноль : полная шкала при 206 Гц : частотный отклик
Сопротивление:	значение каждой величины сопротивления для 2-х и 4 –х проводной схемы подключения
Емкость:	величина для каждого эталона емкости
Индуктивность:	величина для каждого значения индуктивности

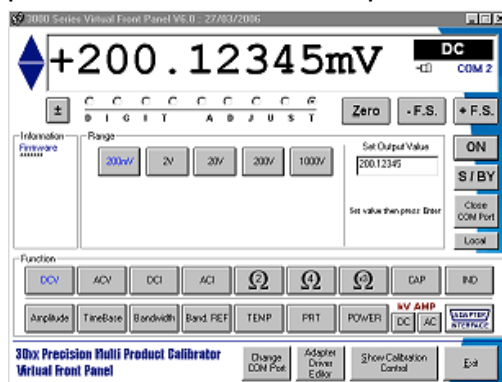
Линейность характеристик присуща всем ЦАП калибратора, поэтому никаких регулировок их не требуется.

Необходимое для калибровки оборудование

- прецизионный 8,5 разрядов цифровой мультиметр, например: HP3458A или Wavetek 1281.
- ёмкостной / Индуктивный мост, например: Wayne Kerr B905.
- частотомер.
- токовые шунты для измерения 2 А и 30 А.
- испытательные переходники («концы») с малой термо ЭДС и концевыми разъемами \varnothing 4 мм.
- безопасные экранированные «концы» для изменения переменного напряжения до 1000 В.
- кабель с разъемами BNC длиной 1 м с 2-мя адаптерами BNC - \varnothing 4 мм.
- ПК с интерфейсом RS232 и установленными на нем программными средствами «Виртуальная передняя панель»
- кабель RS232.

Регулировки с помощью ПО «Виртуальная передняя панель»

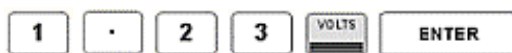
- 1) Установите программные средства
- 2) Подключите калибратор 30xx к порту RS232 компьютера
- 3) Дайте оборудованию прогреться в течение не менее 4 часов.
- 4) Активизируйте программные средства «виртуальная передняя панель».
- 5) Задайте диапазон и величину регулируемого с помощью программных средств «Виртуальная передняя панель» выхода.
- 6) Перейдите в режим калибровки калибратора (необходимо ввести пароль).
- 7) Нажмите «кнопку» **Start** для перехода к режиму регулировки. На дисплее калибратора появится символ «С».
- 8) Регулируйте величину калибровочной константы до появления на выходе калибратора требуемого значения. Для каждого диапазона константы должны настраиваться в правильной последовательности. Подробнее об этом смотрите далее.
- 9) Нажмите «кнопку» записи **Store** для запоминания новой величины константы. (Изменение диапазона также вызывает запись константы.)
- 10) Нажмите **Abort** для выхода из режима калибровки текущего диапазона.
- 11) Перейдите к следующему диапазону, требующему калибровки
- 12) Закройте панель управления калибровкой и выйдите из программы «виртуальная передняя панель» по завершению калибровки



Детальное описание порядка калибровки содержится в «Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту калибраторов серии 3000» (3000 Series Service Manual).

Регулировки калибратора с передней панели

- 1) Дайте калибратору и калибровочному оборудованию прогреться в течение не менее 4-х часов для стабилизации параметров.
- 2) Для задания режима калибровки последовательно нажмите следующие клавиши:



Теперь нажмите клавишу



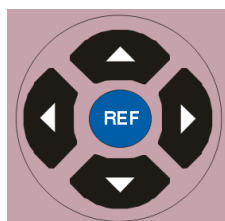
Затем введите



В течение 2-х секунд калибратор будет подавать звуковой сигнал, свидетельствующий об активизации режима калибровки с использованием органов управления передней панели.

- 3) Задайте диапазон и величину выхода, подлежащего регулировке

- 4) При заданных функции, диапазоне и выходе нажмите кнопку

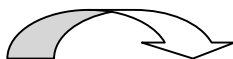
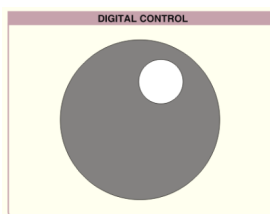


Нажмите кнопку ENTER для подтверждения выбора режима



кнопка SHIFT подсвечивается при активном режиме калибровки


- 5) Используя верньер цифрового управления, скорректируйте до нужной величину выходного сигнала (или отображаемую на дисплее величину сопротивления / ёмкости).



Увеличение выхода



Уменьшение выхода

- 6) Нажмите ещё раз кнопку , подсветка кнопки SHIFT выключится, указывая на то, что новые данные записаны во встроенную память

**ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ КАЛИБРОВКИ ВЫКЛЮЧИТЕ КАЛИБРАТОР,
ЗАТЕМ ВНОВЬ ВКЛЮЧИТЕ ЕГО**

Гарантийные обязательства и обслуживание

Transmille Ltd. гарантирует качество изготовления и бесперебойную работу калибратора серии 3000 при соблюдении нормальных условий эксплуатации и надлежащем обслуживании изделия в течение 3-х лет с даты поставки (приобретения). Гарантийные обязательства относятся только к прямым поставкам и не покрывают плавкие предохранители и сам калибратор, если последний, по мнению Transmille, подвергся модернизации (модификации), использовался не по прямому назначению или не в соответствии с рекомендуемыми правилами и условиями эксплуатации.

Гарантийные обязательства фирмы Transmille ограничиваются заменой или ремонтом изделия (калибратора) при возврате последнего в течение гарантийного срока. Если при осмотре возвращенного на завод-изготовитель изделия обнаруживается, что отказ был следствием ненадлежащего обращения с ним, то Transmille свяжется с покупателем по этому поводу прежде, чем приступить к ремонту.

Для осуществления гарантийного ремонта покупатель должен отправить изделие в оригинальной упаковке (с предварительной оплатой всех транспортных расходов) по указанному ниже адресу, сопроводив его детальным описанием дефекта. По окончании ремонта калибратор будет отгружен назад покупателю.

ПРИМЕЧАНИЕ: фирма TRANSMILLE не несет ответственности за возможные повреждения во время транспортировки.

ЭТА ГАРАНТИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННОЙ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ И ФИРМА TRANSMILLE НЕ БУДЕТ НЕСТИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЛЮБОЕ СЛУЧАЙНОЕ, КОСВЕННОЕ ИЛИ ПРЯМОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ИЛИ УБЫТКИ, ДОКАЗАННЫЕ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ.



**Transmille Ltd.
Unit 4, Select Business Centre
Lodge Road
Staplehurst
Kent
TN12 0QW
United Kingdom**

Tel: +44 0 1580 890700

Fax: +44 0 1580 890711

Email: sales@transmille.com

Web: www.transmille.com

3000 Series Fax Back Form

Ваш универсальный калибратор серии 3000 оснащен системой безопасности, требующей ввода пароля (кода снятия блокировки) для бесперебойного продолжения работы по истечении 65 – дневного пробного периода.

Пожалуйста заполните следующую форму:

Название фирмы (Company Name): _____

Контактное лицо (Contact Name): _____

Адрес (Address): _____

Страна (Country): _____

Телефон (Tel.): _____

Факс (Fax): _____

Тип изделия (Instrument Model): ___ 3000 Series Multi-Product Calibrator

Серийный номер (Serial Number): _____

Отправьте заполненную форму по факсу: +44 (0) 1580 890711

По получении этого факса Transmille обязуется сообщить владельцу секретный код и порядок его ввода, при условии получения фирмой Transmille полной оплаты стоимости калибратора