

Калибратор постоянного тока

DC-Cal Nano

V.2

Краткое руководство



Рыбинск, 2016

Требования безопасности

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ



ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

существует при эксплуатации данного прибора

ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

может присутствовать на клеммах,
изучите все меры предосторожности!

Во избежание опасности поражения электрическим током оператор не должен электрически контактировать с высоковольтными и сильноточными выходными клеммами или любыми проводниками, подсоединенными к ним, когда прибор находится как в режиме воспроизведения, так и в режиме калибровки. Во время эксплуатации прибора на этих клеммах может присутствовать напряжение, опасное для жизни (100 В). Если позволяет характер работы, работайте с оборудованием одной рукой, чтобы свести к минимуму опасность прохождения тока через тело.

Питание блоков калибратора рассчитано на стандартную промышленную сеть с напряжением 220 В эффективного (действующего) значения между проводами питания или между любым проводом питания и землей.

Блоки калибратора представляют собой изделия класса безопасности 1 (с заземленным корпусом), как определено в ГОСТ Р 51350. Для обеспечения безопасного функционирования необходимо использовать заземление, выполняемое посредством заземляющего провода в шнуре питания.

Примечание – Не относится к базовому блоку DC-Cal Nano, питание которого осуществляется внешнего сетевого источника. Корпус базового блока соединяется с землей (контуром заземления) посредством провода, подключаемого к клемме заземления на задней стенке блока.

Служебное назначение

Калибратор постоянного тока DC-Cal Nano (далее калибратор) предназначен для воспроизведения напряжения, силы и сопротивления постоянному току. Область применения – ремонт и настройка цифровых вольтметров, мультиметров, аналого-цифровых преобразователей.

Техническая характеристика

Таблица 1

Воспроизведение напряжения постоянного тока		
Диапазон воспроизведения (цена младшего разряда)	0...+0,1 В (0,1 мкВ) 0...+1 В (1 мкВ) * ¹ 0...+10 В (10 мкВ) 0...–100 В (100 мкВ)	
Характеристики каналов	10 В	100 В
Нелинейность воспроизведения, не более	1,5 ppm	–
Рабочий ток нагрузки, не более	10 мА	5 мА
Ток короткого замыкания	40 мА	8 мА
Выходное сопротивление	0,004 Ом	–
Температурный коэффициент, не более	1 ppm/K	2 ppm/K
Двойная амплитуда шума в полосе 0,1–10 Гц при выходном напряжении 10 В при выходном напряжении 0 В	3 мкВ 0,4 мкВ	–
Максимальная ёмкость нагрузки	–	300 пФ
Характеристики каналов	0,1 В	1 В * ¹
Выходное сопротивление	101 Ом	1010 Ом
Температурный коэффициент, не более	5 ppm/K	
Воспроизведение силы постоянного тока		
Диапазон воспроизведения (цена младшего разряда)	0...+10 мА (10 нА)	0...+1 А (1 мкА)
Максимальное напряжение на нагрузке	14,5 В	4 В
Нелинейность воспроизведения, не более	10 ppm	130 ppm
Температурный коэффициент, не более	5 ppm/K	30 ppm/K
Воспроизведение сопротивления постоянному току		
Номинальные значения сопротивления * ² :		
с 4-х проводной схемой подключения	1 кОм	10 кОм
с 2-х проводной схемой подключения	100 кОм	1000 кОм
Температурный коэффициент, не более	5 ppm/K	
Общие характеристики		
Питание	~ 210...240 В, 50 Гц	
Потребляемая мощность, не более	15 Вт	

*¹ С отключенным блоком источника тока.

*² Фактические значения определяются по результатам калибровки и записываются в формуляре.

Описание и работа

Калибратор имеет модульную конструкцию, состоящую из:

а) базового блока, обеспечивающего воспроизведение напряжения постоянного тока в 3-х диапазонах (0,1 В, 1 В и 10 В), силы тока (10 мА) и сопротивления (1, 10, 100 кОм и 1 МОм);

б) высоковольтного инвертирующего усилителя, формирующего диапазон воспроизведения от 0 до минус 100 В;

в) источника тока, управляемого напряжением, служащего для воспроизведения силы тока с пределом 1 А.

Схема подключений блоков калибратора представлена на рис. 1.

В конструкции базового блока калибратора можно выделить два независимых, гальванически развязанных узла: 1) источник калиброванных напряжений и токов, 2) 4-х декадную меру сопротивления.

Основой источника калиброванных напряжений (ИКН) служит 20-битный ЦАП AD5971B, имеющий малую величину интегральной нелинейности ($<1 \text{ ppm}$) и низкий температурный коэффициент выходного напряжения. Опорное напряжение ЦАП формируется с помощью термостатированного ИОН LM399N с выходным напряжением 7 В. Поскольку для обеспечения основного диапазона воспроизведения ИКН требует опорное напряжение не менее 10 В, введён промежуточный каскад на ОУ, выполняющий функцию масштабирования напряжения с коэффициентом 10/7. Высокая долговременная и температурная стабильность коэффициента обеспечиваются применением в обратной связи ОУ фольгового делителя напряжения. Дополнительные диапазоны ИКН с верхними пределами 1 и 0,1 В формируются статистическим делителем напряжения, состоящим из 20 равнономинальных прецизионных фольговых резисторов, соединённых по смешанной параллельно-последовательной схеме.

Диапазон воспроизведения силы постоянного тока 10 мА формируется с помощью источника тока, управляемого напряжением (ИТУН). В качестве управляющего используется выходное напряжение ИКН канала 10 В.

4-х декадная мера сопротивления реализована четырьмя прецизионными резисторами. Один вывод всех резисторов соединён с парой клемм $\perp$. Резисторы с номиналами 1 и 10 кОм мо-

гут подключаться как по 2-х так и по 4-х проводной схеме. Резисторы с номиналами 100 кОм и 1 МОм подключаются только по 2-х проводной схеме.

Расширение диапазонов воспроизведения напряжения и силы постоянного тока соответственно до 100 В и 1 А обеспечивается блоками высоковольтного усилителя и источника тока.

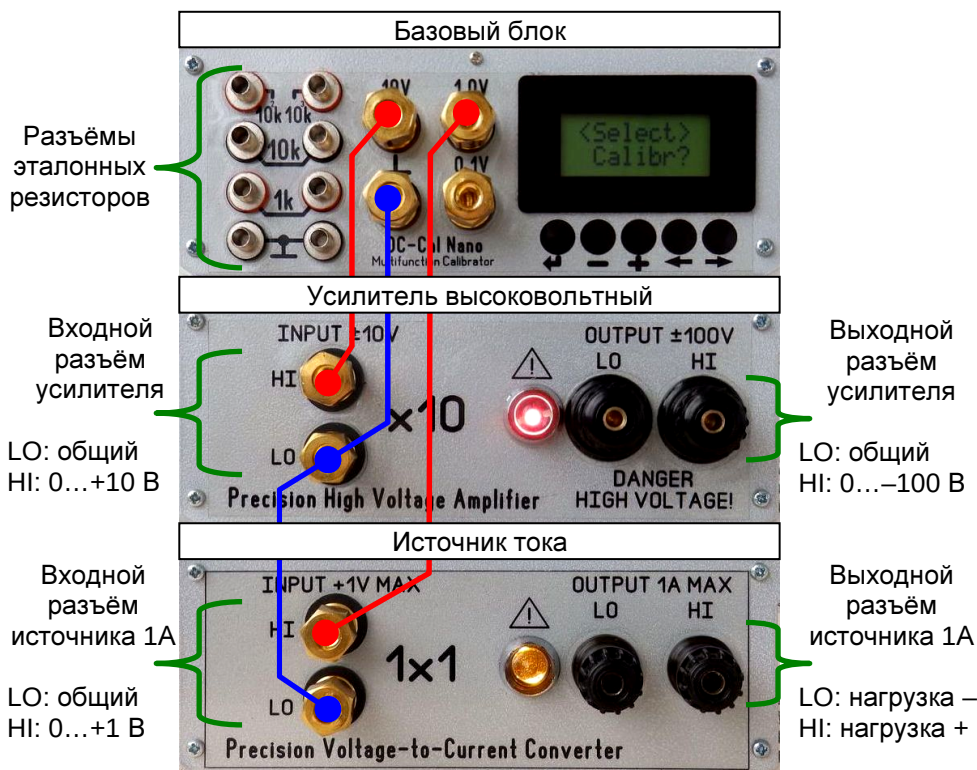


Рис. 1 – Схема подключений калибратора

Порядок включения

Базовый блок калибратора включается подсоединением сетевого источника питания к гнезду **POWER** и перевода тумблера в положение **ON**. Встроенное программное обеспечение автоматически устанавливает режим воспроизведения 10 В (10 мА) и сбрасывает в ноль текущее значение выходного параметра. Время установления рабочего режима после «холодного» включения не более 20 минут.

Высоковольтный усилитель и источник тока имеют индивидуальное сетевое питание и могут подключаться к базовому блоку по мере необходимости. Время установления рабочего режима высоковольтного усилителя не более 20 минут. Источник тока предварительного прогрева не требует и готов к работе сразу после включения.

ВНИМАНИЕ! Включение питания высоковольтного усилителя сопровождается зажиганием красного светодиодного индикатора на лицевой панели. На выходных клеммах усилителя может присутствовать опасное для жизни напряжение.

Управление режимами работы

В калибратор может работать в одном из 2-х режимов:

- 1) воспроизведения напряжения и силы тока;*
- 2) калибровки.*

Переход в меню выбора режимов <Select> выполняется нажатием кнопки $\downarrow$. Выбор режима или требуемого диапазона осуществляется кнопками $\leftarrow$ и $\rightarrow$. Установка режима – повторным нажатием $\downarrow$.

В режиме воспроизведения поразрядная установка выходного напряжения (силы тока) выполняется кнопками $-$, $+$ и $\leftarrow$, $\rightarrow$. Возможная быстрая установка нуля или полной шкалы последовательным нажатием $\downarrow$, $-$ и $\downarrow$, $+$ соответственно.

ВНИМАНИЕ! Вне зависимости от текущего режима работы или диапазона воспроизведения сигнал на выходных клеммах калибратора меняется одновременно и приблизительно в одинаковой пропорции. К примеру, если выбран диапазон 1 В и установлено напряжение 0,99 В, то на выходных клеммах высоковольтного усилителя будет присутствовать напряжение 99 В.

Порядок калибровки

Режим калибровки позволяет внести в энергонезависимую память калибратора поправочные коэффициенты, обеспечивающие требуемый диапазон воспроизведения величин. Для выполнения калибровки необходимо наличие эталонного средства измерения (СИ), например, мультиметра или компаратора с соответствующим пределом измерения, подключенного к выходу калибратора. Перед началом калибровки прибор должен быть прогрет в течении не менее 20 минут.

Вход в режим калибровки осуществляется последовательным нажатием кнопок $\downarrow$, $\leftarrow$ до появления надписи «Calibr?» и последующим нажатием $\downarrow$. Об успешной установке режима будет свидетельствовать надпись «Correct:» на дисплее.

Калибровка включает в себя корректировку нулевой опорной точки и конечных точек диапазонов воспроизведения напряжения и силы тока (табл. 2).

Таблица 2

Обозначение опорной точки на дисплее	Разъём для подключения эталонного СИ	Предел измерения эталонного СИ
0V	базовый блок, 10V	0,1 В и менее
100mV	базовый блок, 1V	1 В
1V	базовый блок, 0.1V	0,1 В
10V/10mA	базовый блок, 10V	10 В
100V	высоковольтный усилитель, Output 100V	100 В
1A	источник тока, Output 1A	1 А

Выбор опорной точки осуществляется кнопками $\leftarrow$ и $\rightarrow$ и подтверждается нажатием $\downarrow$. После этого кнопками $-$, $+$ и $\leftarrow$, $\rightarrow$ добиваются требуемых показаний эталонного СИ. Калибровка опорной точки завершается нажатием $\downarrow$. Пункт меню «Exit» – выход из сервисного режима с сохранением поправочных коэффициентов.

Сервисное обслуживание

Применённые в базовом блоке калибратора компоненты и наличие цифровой калибровки исключают необходимость ручных регулировок и настроек в течении всего срока службы. Однако в случае ремонта может осуществляться замена встроенного программного обеспечения (разъём P1) или подбор резисторов R9–R10, исключающих необходимость отдельной калибровки источника тока 10 мА (рис. 2).

В блоках высоковольтного усилителя и источника тока 1А так же предусмотрены многооборотные потенциометры и настроечные резисторы (рис. 3 и рис. 4). Корректировка их сопротивления может быть необходима в тех случаях, когда технологического запаса (приблизительно 4–5% от верхней границы диапазона воспроизведения величины) недостаточно для выполнения калибровки.

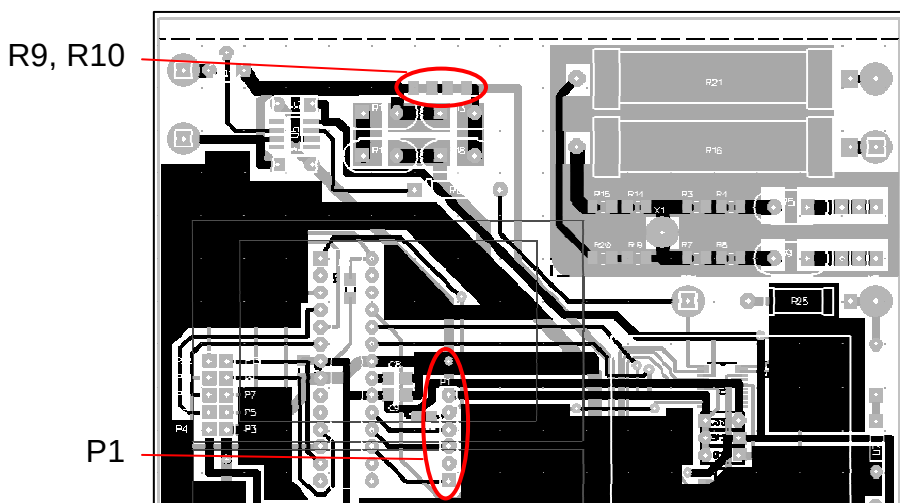
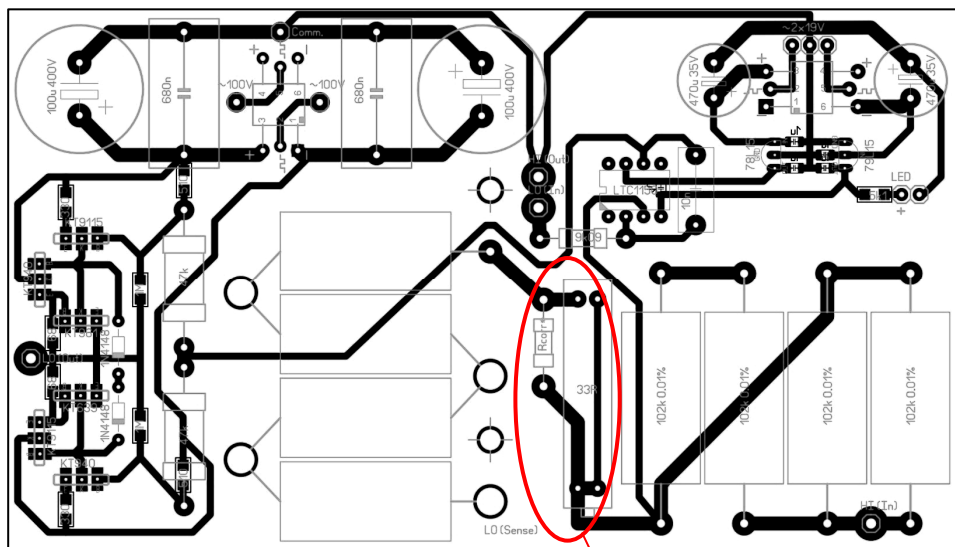


Рис. 2 – Фрагмент печатной платы базового блока



R21, R22

Рис. 3 – Расположение настроечных элементов на плате высоковольтного усилителя

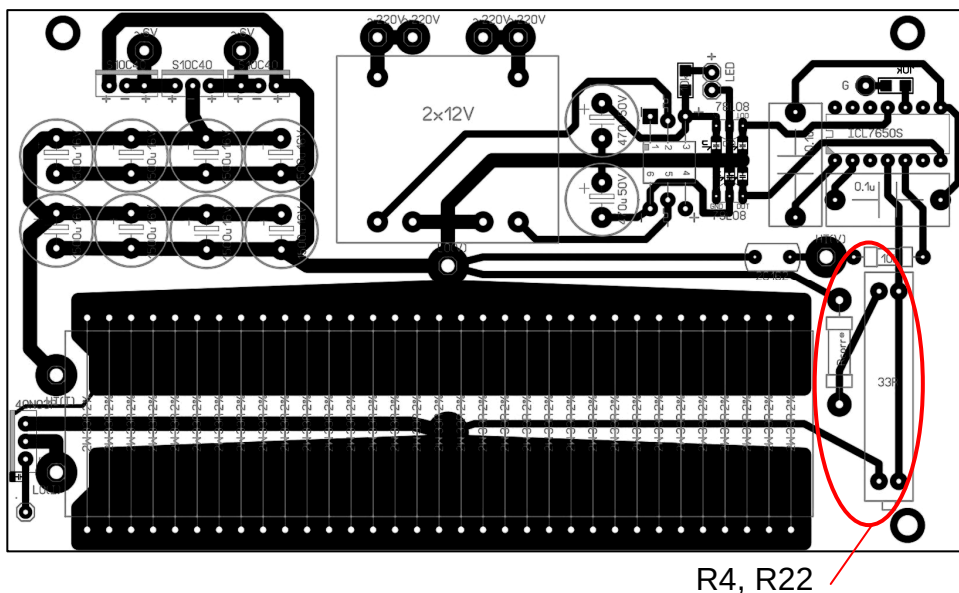


Рис. 4 – Расположение настроечных элементов
на плате источника тока

Указания по эксплуатации

В процессе эксплуатации необходимо обращать внимание на ряд конструктивных и схемотехнических особенностей калибратора.

Источники тока 10 мА и 1 А имеют «плавающую» схему подключения нагрузки. Категорически не допускается соединять выходные клеммы источников тока с другими цепями калибратора.

Высоковольтный усилитель функционально является прецизионным инвертирующим усилителем с фиксированным коэффициентом усиления, равным 10. При подключении к нему нагрузки необходимо учитывать смену полярности входного напряжения на противоположную и ограничение на ёмкостную составляющую нагрузки.