

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Калибраторы переменного напряжения Н5-5

Назначение средства измерений

Калибраторы переменного напряжения Н5-5 (далее - калибраторы) предназначены для воспроизведения среднеквадратических значений (СКЗ) напряжения переменного тока.

Описание средства измерений

Конструктивно прибор выполнен в унифицированном моноблочном металлическом корпусе.

Принцип действия калибраторов основан на преобразовании сигнала, вырабатываемого термокомпенсированным кварцевым генератором, который с помощью функциональных узлов и программных средств преобразуется в выходной сигнал, нормированный по уровню и частоте, информация о параметрах сигнала индицируется на двух светодиодных и на одном жидкокристаллическом индикаторах.

Калибратор представляет собой двухканальную структуру. Каждый из каналов является полным калибратором напряжения, генерирующим спектрально чистый нормированный по уровню и частоте сигнал:

- первый канал (низкочастотный) работает в диапазоне частот от 10 Гц до 16,00000 МГц;
- второй канал (высокочастотный) работает в диапазоне частот от 16,00001 до 2000 МГц.

Низкочастотный канал выполнен в виде источника калиброванных напряжений и содержит все функциональные узлы калибратора: формирователь синусоидального сигнала, фильтры гармоник, усилитель-регулятор уровня сигнала, выходной усилитель мощности, ШИМ-источник опорного напряжения, а также цепь обратной связи, выделяющей сигнал ошибки (сигнал отличия значения выходного переменного напряжения источника от значения опорного напряжения постоянного тока).

Высокочастотный канал представлен в виде нескольких блоков. Цепь формирования, усиления, регулирования и фильтрации сигнала содержит: синтезатор частоты, регулятор уровня, усилители мощности и блок фильтров гармоник. На выходе фильтров образуется спектрально чистый сигнал синусоидальной формы, который направляется в цепь обратной связи, состоящую из преобразователя высокочастотных сигналов в напряжение постоянного тока, формирователя опорного напряжения (ЦАП напряжения постоянного тока) и сравнивающего усилителя. Сигнал ошибки с выхода сравнивающего усилителя подается на управляющий вход регулятора уровня для подстройки уровня выходного напряжения канала.

Общим для обоих каналов является программируемый аттенуатор, включаемый на выход того канала, который работает в данный момент на установленной частоте. Аттенуатор ослабляет сигнал с дискретностью 10 дБ до уровня 100 дБ.

В калибраторе применены четыре преобразователя переменного напряжения в постоянное напряжение, работающие в каналах регулирования уровня выходного напряжения калибратора: два – в источнике калибровочных напряжений 10 Гц - 16 МГц и два (внутренний 1 и внешний –ТС-024) в высокочастотном канале.

Для калибровочных целей в калибраторе применены аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и внутренний калибратор стабильного переменного напряжения, работающий на одной частоте около 20 кГц. АЦП используется в калибраторе также и для диагностических целей.

Управление калибратором и выполнение всех математических операций осуществляется внутренним контроллером. Дополнительный контроллер используется для связи с внешними управляющими устройствами через интерфейсные разъемы калибратора. Отображение основной информации о выходном сигнале калибратора организовано на двух светодиодных индикаторах, а дополнительной информации – на жидкокристаллическом индикаторе.

Для питания всех блоков и функциональных узлов калибратора применен трансформаторный источник питания с импульсными стабилизаторами напряжения.

В калибраторе предусмотрены необходимые цепи и разъемы внутри прибора на соответствующих блоках для подключения внешнего усилителя (ВЫХОД и ВХОД ОС-НЧ и ВХОД ОС-ВЧ).

Внешний вид калибратора с указанием места нанесения знака утверждения типа приведен на рисунке 1.

Защита от несанкционированного доступа калибратора предусмотрена в виде пломбировки задней панели корпуса (рисунок 2).

По условиям эксплуатации калибраторы удовлетворяют требованиям группы 1.1 по ГОСТ РВ 20.39.304-98 климатического исполнения УХЛ с диапазоном рабочих температур от 5 до 40 °С и относительной влажностью окружающего воздуха до 90 % при температуре 30 °С.



Рисунок 1 - Внешний вид калибратора (вид спереди)

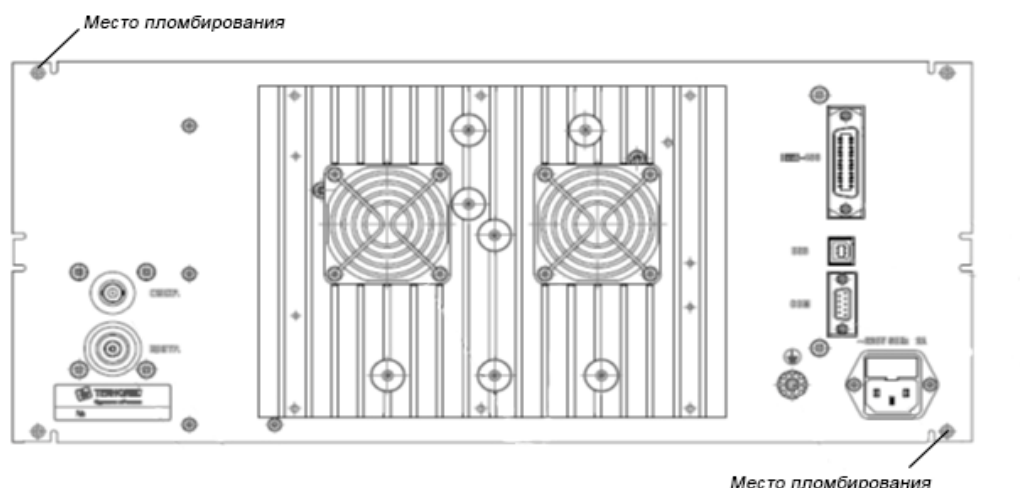


Рисунок 2 - Внешний вид калибратора (вид сзади)

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) состоит из двух частей: метрологически значимой и сервисной.

ПО калибраторов представляет собой программный продукт в виде прошиваемых в программируемые микросхемы блока микроконтроллера калибраторов специальных программ при их изготовлении, которые осуществляют управление всеми блоками, математическую обработку выходного сигнала, позволяет организовывать автоматическую работу, а также производить вычисление и индентифицировать значение погрешности исследуемого устройства как в абсолютных, так и в относительных единицах; хранение сообщений о калибровке (тип калибровки) и организацию связи с другими приборами и компьютерами через один из трех интерфейсов RS-232, КОП (IEEE-488.2) или USB 2.0.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО вычислены по алгоритму CRC-суммы. Результаты расчёта контрольной суммы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	N5-5_v6.3-4.out	VK3-78-GPIB.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.3-4	1.0
Цифровой идентификатор ПО	66C7B4FD	FCE1F29D
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	CRC-сумма	CRC-сумма

Метрологически значимая часть ПО и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений. Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «Высокий» по Р 50.2.077 - 2014.

Метрологические и технические характеристики

Диапазон воспроизведения СКЗ напряжения переменного тока от 3 мкВ до 3 В.

Диапазон частот воспроизводимых СКЗ напряжения переменного тока
.....от 10 Гц до 2000 МГц.

Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения СКЗ напряжения переменного тока не превышают значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Диапазон воспроизведения СКЗ напряжения переменного тока	Пределы допускаемой погрешности воспроизведения СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне частот $\pm (K_{Ux} \cdot U_x + K_{Uk} \cdot U_k)$, В									
	от 10 до 30 Гц	от 0,03 до 10 кГц	от 10 до 100 кГц	от 0,1 до 100 МГц	от 100 до 150 МГц	от 150 до 300 МГц	от 300 до 600 МГц	от 600 до 700 МГц	от 0,7 до 1 ГГц	от 1 до 2 ГГц
от 3 до 30 мкВ	0,003; 0,0005	0,003; 0,0005	0,003; 0,0005	0,02; 0,0005	—	—	—	—	—	—
от 30 до 300 мкВ	0,002; 0,0002	0,002; 0,0002	0,002; 0,0002	0,013; 0,0003	—	—	—	—	—	—
от 100 до 300 мкВ					0,027; 0,003	0,035; 0,004	0,045; 0,005	0,057; 0,007	0,057; 0,007	0,060; 0,008
от 0,3 до 3 мВ	0,0015; 0,0001	0,0015; 0,0001	0,0015; 0,0001	0,013; 0,0003	0,017; 0,003	0,027; 0,003	0,045; 0,004	0,048; 0,005	0,052; 0,005	0,057; 0,006

Диапазон воспроизведения СКЗ напряжения переменного тока	Пределы допускаемой погрешности воспроизведения СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне частот $\pm (K_{Ux} \cdot U_x + K_{Uk} \cdot U_k)$, В									
	от 10 до 30 Гц	от 0,03 до 10 кГц	от 10 до 100 кГц	от 0,1 до 100 МГц	от 100 до 150 МГц	от 150 до 300 МГц	от 300 до 600 МГц	от 600 до 700 МГц	от 0,7 до 1 ГГц	от 1 до 2 ГГц
от 3 до 30 мВ	0,0015; 0,0001	0,0015; 0,00006	0,0015; 0,0001	0,011; 0,0003	0,017; 0,003	0,027; 0,003	0,037; 0,004	0,040; 0,004	0,048; 0,004	0,054; 0,005
от 30 до 300 мВ	0,0015; 0,00006	0,0010; 0,00006	0,0015; 0,00006	0,009; 0,0001	0,013; 0,002	0,018; 0,002	0,027; 0,003	0,027; 0,003	0,040; 0,003	0,052; 0,004
от 0,3 до 3 В	0,001; 0,00006	0,0006; 0,00006	0,0015; 0,00006	0,0085; 0,0001	0,013; 0,002	0,018; 0,002	0,027; 0,003	0,027; 0,003	0,040; 0,003	0,050; 0,003

где K_{Ux} – коэффициент, зависящий от установленного СКЗ воспроизводимого напряжения переменного тока (указан первым);
 K_{Uk} – коэффициент, зависящий от установленного верхнего поддиапазона воспроизводимого среднеквадратического значения напряжения переменного тока (указан вторым);
 U_x – значение воспроизводимого среднеквадратического значения напряжения переменного тока, В;
 U_k – верхний предел поддиапазона воспроизводимого среднеквадратического значения напряжения переменного тока, В

Нестабильность воспроизводимого СКЗ напряжения переменного тока (дрейф) за время непрерывной работы и за любые 15-минут минут в течение времени непрерывной работы не более одной пятой предела допускаемой основной погрешности воспроизведения СКЗ напряжения переменного тока.

Коэффициент гармоник воспроизводимого среднеквадратического значения напряжения переменного тока в зависимости от частоты не превышает значений, приведенных в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Диапазон частот	от 10 Гц до 10 кГц	св.10 кГц до 1 МГц	св.1 МГц до 10 МГц	св.10 МГц до 16 МГц
Коэффициент гармоник, %	0,1	0,15	0,2	0,25

Таблица 4

Диапазон частот	св.16МГц до 100МГц	св.100 МГц до 300 МГц	св.300 МГц до 600 МГц	св.600 МГц до 1 ГГц	св.1 ГГц до 2 ГГц
Коэффициент гармоник, %	0,3	0,6	1,0	1,5	2,0

Выходное сопротивление(50 \pm 0,2) Ом.
 Коэффициент стоячей волны по напряжению входа преобразователя ТС-024 не более:
 - в диапазоне частот от 10 Гц до 100 МГц 1,05;
 - в диапазоне частот от 100 до 2000 МГц 1,1.

Общие характеристики

Напряжение питания от сети переменного тока частотой (50 \pm 1) Гц, В 220 \pm 22.
 Мощность потребляемая от сети переменного тока, В·А, не более 180.
 Срок службы, лет, не менее 15.

Средняя наработка на отказ, ч 15000.
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм, не более..... 411 x 495 x 217.
Масса, кг, не более 24.
Рабочие условия эксплуатации:
- температура окружающего воздуха, °С от 5 до 40;
- относительная влажность при температуре 30 °С, % до 90;
- атмосферное давление, мм.рт.ст. от 630 до 800.

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель калибратора методом шелкографии и на титульный лист эксплуатационных документов типографическим способом.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки включает:

- калибраторы переменного напряжения Н5-5 – 1 шт.;
- преобразователь ТС-024 – 1 шт.;
- нагрузка ТС-003 – 1 шт.;
- переход тройниковый ТС-025 – 1 шт.;
- комплект гнезд – 1 шт.;
- комплект кабелей – 1 шт.;
- комплект ЗИП – О – 1 шт.;
- комплект эксплуатационной документации – 1 шт.

Поверка

осуществляется в соответствии с разделом 4 «Поверка калибратора» документа ТНСК.411641.001 РЭ «Калибратор переменного напряжения Н5-5. Руководство по эксплуатации», согласованному начальником ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ в августе 2009 г.

Основные средства поверки:

- вольтметр переменного тока ВЗ-63 (рег. № 10908-87): диапазон измерений напряжения переменного тока от 10 мВ до 100 В, диапазон частот от 10 Гц до 1500 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений \pm (от 0,01 до 4) %;
- установка измерительная К2-86 (рег. № 32111-06): диапазон измерений напряжения переменного тока от 1 мВ до 1000 В, диапазон частот от 20 Гц до 100 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений \pm (от 0,0033 до 0,03) %;
- система измерительная автоматизированная постоянного напряжения К6-10 (рег. № 27520-04): диапазон измерений напряжения постоянного тока от 100 мкВ до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений \pm (от 0,0004 до 0,0012) %;
- прибор для поверки вольтметров, дифференциальный В1-12 (рег. № 6013-77): диапазон измерений от 10^{-7} до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений \pm (от 0,005 до 0,02) %;
- вольтметр универсальный В7-81 (рег. № 36478-07): диапазон измерений напряжения постоянного тока от 10 мкВ до 1000 В, СКЗ напряжения переменного тока от 1 мВ до 750 В; пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока \pm (от 0,0028 до 0,0043) %; СКЗ напряжения переменного тока \pm (от 0,09 до 6) %;
- ваттметр поглощаемой мощности МЗ-93 (рег. № 11481-88): диапазон измерений от 100 мкВ до 1 Вт; диапазон частот от 0 до 17,85 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений \pm 2,5 % на частоте 2 ГГц;
- частотомер универсальный ЧЗ-86 (рег. № 27901-11): диапазон частот от 0,1 до 17,85 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 2 \cdot 10^{-8}$;

- анализатор спектра С4-60 (рег. № 6485-78): диапазон частот от 0,01 до 39,6 ГГц; динамический диапазон 60 дБ;
- измеритель гармоник С6-14: диапазон частот от 10 Гц до 200 кГц, диапазон измерений Кг от 0,02 до 100 %, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm (0,06 \text{ Кг} + 0,005) \%$;
- установка для измерения ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-16 (рег № 9180-83): диапазон измерений от 0 до 120 дБ; диапазон частот от 10^{-4} до 17,85 ГГц; пределы допускаемой погрешности измерений \pm (от 0,01 до 1,5) дБ.

Сведения о методиках (методах) измерений

ТНСК.411641.001 РЭ. «Калибратор переменного напряжения Н5-5. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к калибраторам переменного напряжения Н5-5

1. ГОСТ РВ 20.39.304-98.
2. ГОСТ Р 8.562-2007 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений мощности и напряжения переменного тока синусоидальных электромагнитных колебаний».
3. «Калибратор переменного напряжения Н5-5. Технические условия» ТНСК.411641.001 ТУ.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Осуществление деятельности в области обороны и безопасности государства.

Изготовитель

Закрытое акционерное общество «Научно-производственная фирма «Техноякс» (ЗАО «НПФ «Техноякс»).

Юридический (почтовый) адрес: 105484, г. Москва, ул. 16-я Парковая, д. 30.
Телефон: (499) 464-23-47, (499) 464-59-81, факс: (499) 464-23-47, (499) 464-59-81.
E-mail: mail@tehnojaks.ru

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр Министерства обороны Российской Федерации» (ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»).

141006, г. Мытищи, Московская область, ул. Комарова, д. 13.

Телефон: (495) 583-99-23, факс: (495) 583-99-48.

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30018-10 от 05.08.2011 г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«_____» _____ 2014 г.