

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
(в редакции, утвержденной приказом Росстандарта № 1507 от 17.10.2016 г.)

Генераторы сигналов высокочастотные Г4-230

Назначение средства измерений

Генераторы сигналов высокочастотные Г4-230 (далее - генераторы) предназначены для воспроизведения непрерывных гармонических сигналов в режиме немодулированных колебаний (НК) и сигналов с амплитудно-синусоидальной (АМ), частотно-синусоидальной (ЧМ) и амплитудно-импульсной (ИМ) видами модуляции.

Описание средства измерений

Конструктивно генератор выполнен по функционально-блочному принципу построения на базе несущего унифицированного корпуса БНК «Надел-85».

Основные составные части генератора представляют собой функционально законченные блоки: блок питания, блок комбинированный, блок системы индикации и управления, преобразователь напряжения, устройство комбинированное, аттенюатор ступенчатый, головка генераторная.

Функциональные блоки закреплены на боковых стенках и задней панели генератора.

На задней панели генератора установлены коаксиальные соединители для внешних связей, коаксиальный переход с соединителем дополнительного выхода, клемма защитного заземления.

Принцип действия генераторов основан на генерировании гармонических колебаний генератором на основе железонитридевого граната (ЖИГ), управляемыми током через катушку магнитной системы.

Синхронизация происходит системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с опорным кварцевым генератором внутренней опорной частоты 100 МГц. Эта опорная частота может, в свою очередь, быть синхронизована с внешним сигналом 5 или 10 МГц (наличие и частота внешнего опорного сигнала определяются автоматически) с целью повышения стабильности частоты выходного сигнала.

Мощность поддерживается постоянной системой автоматической регулировки мощности (АРМ). Регулировка выходной мощности в пределах 10 дБ осуществляется с помощью этой же системы АРМ. Для расширения диапазона установки мощности используется механический ступенчатый аттенюатор с шагом 10 дБ и максимальным ослаблением 110 дБ. Точки переключения мощности: 3, минус 7, минус 17, минус 97 дБм.

Генератор допускает амплитудную, частотную и амплитудно-импульсную модуляции (АМ, ЧМ и ИМ) сигнала на основном выходе на передней панели и имеет входы для внешних источников модуляции.

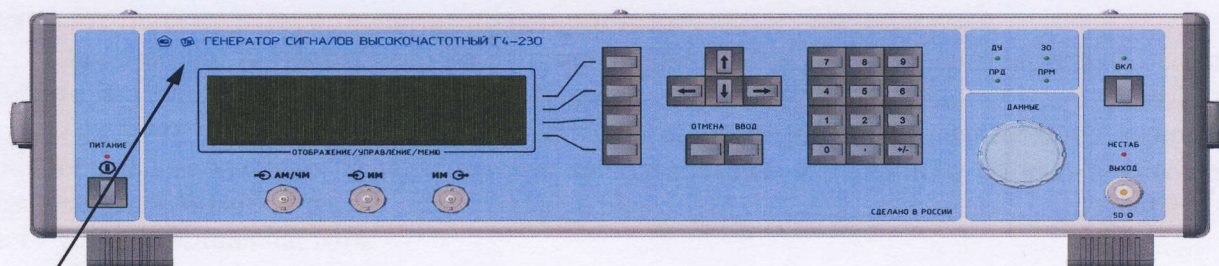
Имеются также внутренние источники для каждого вида модуляции. Все модулирующие сигналы от внутренних источников синхронизованы с внутренней опорной частотой 100 МГц. Модулирующий сигнал ИМ выведен на соединитель на задней панели для предоставления потребителю возможности использовать его, например, для синхронизации.

Кроме основного выхода на передней панели генератора имеется дополнительный выход «ДОП» на задней панели.

На выход ДОП подаётся нестабилизированный по мощности сигнал, когерентный сигналу на основном выходе. Сигнал на этом выходе может иметь ЧМ. Он может использоваться для синхронизации при решении различных измерительных задач.

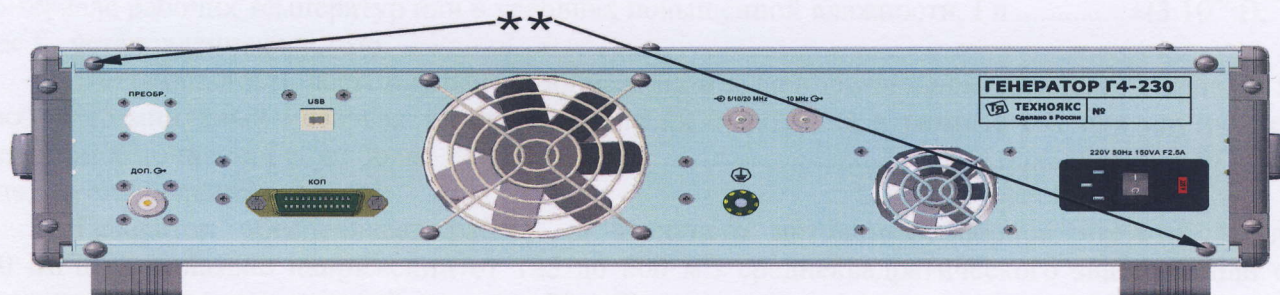
Внешний вид генератора с указанием места нанесения знака утверждения типа приведен на рисунке 1.

Внешний вид генератора с указанием мест защиты от несанкционированного доступа в виде пломбировки корпуса генератора приведен на рисунке 2.



* - место нанесения знака утверждения типа

Рисунок 1



** - места пломбировки от несанкционированного доступа

Рисунок 2

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) генераторов представляет собой программный продукт в виде прошиваемой в программируемые микросхемы блока микроконтроллера генератора специальной программы при его изготовлении, который осуществляет управление всеми блоками генератора, математическую обработку результатов измерений, коррекцию частотных характеристик генераторов при воспроизведении высокочастотного сигнала, хранение калибровочных констант и организацию связи с другими приборами через интерфейс КОП.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	G4-230_Setup.exe
Номер версии ПО (идентификационный номер)	ver 1.0
Цифровой идентификатор ПО	4CBC8C32
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32

Метрологически значимая часть ПО генераторов размещается в энергонезависимой части памяти микроконтроллера, запись которой осуществляется в процессе производства. Доступ к микроконтроллеру исключён конструкцией аппаратной части генератора. Доступ к калибровочным константам заблокирован программной частью микроконтроллера, путём применения защиты паролем. Модификация ПО возможна только в сервисных центрах производителя.

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «Высокий» по Р 50.2.077 - 2014.

Метрологические и технические характеристики

Диапазон частот на основном и дополнительном выходах генератора, ГГц от 5 до 17,85.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты на основном и дополнительном выходах генератора при использовании внутреннего опорного источника в нормальных условиях, Гц $\pm(3 \cdot 10^{-7} \cdot f)$,
где f - установленная частота.

Дискретность установки частоты сигнала на основном и дополнительном выходах генератора, Гц 0,001.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты на основном и дополнительном выходах генератора при использовании внутреннего опорного источника в интервале рабочих температур или в условиях повышенной влажности, Гц $\pm(3 \cdot 10^{-6} \cdot f)$,
где f - установленная частота.

Нестабильность частоты сигнала на основном и дополнительном выходах генератора за любой 15-минутный интервал через 1 ч после их включения в режиме НК при внутреннем опорном источнике, Гц, не более $2 \cdot 10^{-8} \cdot f$,
где f - установленная частота.

Генератор обеспечивает работу от внешнего источника опорной частоты 5 или 10 МГц в диапазоне напряжений от 125 до 800 мВ среднеквадратического значения или от внешнего источника опорной частоты 20 МГц в диапазоне напряжений от 300 до 800 мВ среднеквадратического значения.

Номинальные пределы изменения уровня выходной мощности на основном выходе генератора в режиме НК, дБм от минус 110 до 13.

Пределы допускаемой погрешности установки опорного уровня мощности 0 дБм (1 мВт) на основном выходе генератора в режиме НК при работе на согласованную нагрузку (КСВН не более 1,4), дБ ± 1 .

Пределы допускаемой погрешности ослабления или усиления сигнала на основном выходе генератора в режиме НК при работе на согласованную нагрузку (КСВН не более 1,4) относительно опорного уровня 0 дБм (1 мВт), в зависимости от установленных частоты и мощности сигнала на основном выходе генератора:

для частот от 5 до 12 ГГц:

- для установленной мощности от минус 110 до минус 85 дБм $\pm(0,04 \cdot A - 1,4 \text{ дБ})$;
- для установленной мощности от минус 84,99 до минус 5 дБм $\pm(0,015 \cdot A + 0,725 \text{ дБ})$;
- для установленной мощности от минус 4,99 до 0 дБм $\pm 0,16 \text{ А}$;
- для установленной мощности от 0,01 до 3 дБм $\pm 0,175 \text{ А}$;
- для установленной мощности от 3,01 до 13 дБм $\pm 0,8 \text{ дБ}$;

для частот от 12,000000000001 до 17,85 ГГц:

- для установленной мощности от минус 110 до минус 85 дБм $\pm(0,044 \cdot A - 1,24 \text{ дБ})$;
- для установленной мощности от минус 84,99 до минус 5 дБм $\pm(0,02 \cdot A + 0,8 \text{ дБ})$;
- для установленной мощности от минус 4,99 до 0 дБм $\pm 0,18 \text{ А}$;
- для установленной мощности от 0,01 до 3 дБм $\pm 0,2 \text{ А}$;
- для установленной мощности от 3,01 до 13 дБм $\pm 0,9 \text{ дБ}$,

где A - абсолютное значение (модуль) установленной мощности на основном выходе генератора, выраженного в децибелах относительно милливатта (дБм).

Пределы допускаемой погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБм (1 мВт) в режиме НК при работе на согласованную нагрузку (КСВН не более 1,4) в интервале рабочих температур или в условиях повышенной влажности, дБ $\pm 1,5$.

Нестабильность мощности на основном выходе генератора в режиме НК, за любой 15-минутный интервал по истечении времени установления рабочего режима 30 мин, дБ, не более 0,1.

Дополнительное время для получения требуемой нестабильности уровня выходной мощности после перестройки на другую частоту и/или мощность, устанавливаемые на основном выходе генератора, мин, не более..... 10.

Максимальный гарантируемый уровень мощности на дополнительном выходе генератора, дБ, не менее.....минус 6.

Диапазон изменения ослабления уровня мощности на дополнительном выходе генератора относительно максимального уровня, дБ, не менее 20.

Относительный уровень негармонических составляющих в спектре сигнала (относительно первой гармоники) на основном выходе в режиме НК, в зависимости от установленной частоты на основном выходе генератора, дБ не более:

- для установленной частоты от 5 до 8 ГГц..... минус 70;
- для установленной частоты свыше 8 до 15 ГГц минус 65;
- для установленной частоты свыше 15 до 17,85 ГГцминус 60.

Относительный уровень второй и третьей гармоник сигнала на основном выходе (относительно первой гармоники) в режиме НК, дБ, не более:

- для установленной частоты от 5 до 6 ГГц..... минус 25;
- для установленной частоты свыше 6 до 17,85 ГГцминус 30.

Относительная спектральная плотность мощности фазового шума выходного сигнала в одной полосе 1 Гц в режиме НК, в зависимости от отстройки от несущей и установленной частоты, дБ/Гц, не более:

- при отстройке от несущей 10 кГц минус $\left(108 - \frac{f}{2}\right)$;
 - при отстройке от несущей 1 МГц..... минус $(138 - f)$,
- где f - установленная частота, ГГц.

Диапазон установки девиации частоты на основном выходе генератора в режиме ВЧ ЧМ, при работе от внутреннего источника модуляции частотой от 10 до 100 кГц или при подаче внешнего сигнала с частотой от 10 до 100 кГц и напряжением $(1,0 \pm 0,1)$ В (амплитудное значение) в зависимости от установленной несущей частоты на основном выходе генератора, кГц:

- для установленной частоты от 5 до 8 ГГц..... от 50 до 5000;
- для установленной частоты свыше 8 до 17,85 ГГц от 100 до 10000.

Диапазон установки девиации частоты на основном выходе генератора в режиме НЧ ЧМ, при работе от внутреннего источника модуляции частотой от 1 Гц до 20 кГц или при подаче внешнего сигнала с частотой от 0 до 20 кГц и напряжением $(1,0 \pm 0,1)$ В (амплитудное значение), в зависимости от установленной несущей частоты на основном выходе генератора:

- для установленной частоты от 5 до 8 ГГц..... от 1 Гц до 50 кГц;
- для установленной частоты свыше 8 до 17,85 ГГц от 1 Гц до 100 кГц.

Пределы допускаемой погрешности установки девиации частоты при работе от внутреннего источника модуляции, %:

- в режиме ВЧ ЧМ ± 10 ;
- в режиме НЧ ЧМ для установленных значений девиации не менее 10 Гц..... ± 3 .

Пределы допускаемой погрешности установки девиации частоты на основном выходе генератора в режиме внешней модуляции при напряжении модулирующего сигнала $(1,0 \pm 0,1)$ В (амплитудное значение), %:

- в режиме ВЧ ЧМ ± 18 ;
- в режиме НЧ ЧМ для установленных значений девиации не менее 10 Гц..... $\pm 12,5$.

Коэффициент гармоник огибающей ЧМ сигнала на основном выходе генератора, при работе от внутреннего источника модуляции, %, не более..... 3.

Диапазон установки коэффициента АМ сигнала на основном выходе генератора при работе от внутреннего источника модуляции или подаче внешнего модулирующего сигнала в диапазоне частот от 0,05 до 5,0 кГц с амплитудой $(1,0 \pm 0,1)$ В, % от 1 до 50.

Пределы допускаемой основной погрешности установки коэффициента АМ сигнала на основном выходе генератора при работе от внутреннего источника, % $\pm(0,15 \cdot M + 0,2)$, где M - установленный коэффициент АМ, %.

Пределы допускаемой погрешности установки коэффициента АМ сигнала на основном выходе генератора в режиме внешней модуляции в диапазоне модулирующих частот от 0,05 до 5,0 кГц при амплитуде модулирующего сигнала $(1,0 \pm 0,1)$ В, % $\pm(0,20 \cdot M + 0,5)$, где M - установленный коэффициент АМ, %.

Коэффициент гармоник огибающей АМ сигнала на основном выходе генератора, при работе от внутреннего источника модуляции при коэффициенте модуляции 30 %, %, не более 10.

Коэффициент паразитной АМ сигнала на основном выходе генератора в полосе модулирующих частот от 20 Гц до 20 кГц, %, не более:

- в режиме НК 0,2;

- в режиме ЧМ $(0,4 + 0,0125 \cdot D)$,

где D - девиация частоты, кГц.

Девиация паразитной ЧМ сигнала на основном выходе генератора в полосе модулирующих частот от 20 Гц до 20 кГц в режиме НК не более $20 \text{ Гц} + 10^{-8} \cdot f$, где f - установленная частота, Гц.

Девиация паразитной ЧМ сигнала на основном выходе генератора в полосе модулирующих частот от 20 Гц до 20 кГц в режиме внутренней АМ или внешней АМ при подаче на вход АМ/ЧМ гармонического сигнала с амплитудой $(1,0 \pm 0,1)$ В, Гц, не более $25 \text{ Гц} + 10^{-8} \cdot f + 0,01 \cdot F_{\text{АМ}} \cdot M$, где f - установленная частота, Гц;

$F_{\text{АМ}}$ - установленная частота внутреннего модулирующего сигнала АМ или частота внешнего модулирующего сигнала АМ, Гц;

M - установленный коэффициент (глубина) АМ, %.

В режиме внутренней амплитудно-импульсной модуляции (ИМ) генераторы выдают на основном выходе импульсные сигналы со следующими параметрами:

- длительность импульса от 100 нс до 20 с;

- период повторения от 140 нс до 30 с;

- дискретность установки длительности импульса и периода повторения 10 нс.

В режиме ждущей ИМ, при подаче импульсов положительной полярности с амплитудой от 1 до 3,3 В, генератор выдает на основном выходе импульсные сигналы со следующими параметрами:

- задержка от 30 нс до 20 с;

- длительность импульса от 100 нс до 20 с;

- дискретность установки длительности и задержки 10 нс.

В режиме внешней ИМ генераторы обеспечивают модуляцию сигнала на основном выходе видеоимпульсами положительной полярности с амплитудой, В от 1 до 3,3.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длительности ВЧ-импульса в режиме ИМ от внутреннего источника (режим «ВНУТР»), а также длительности и задержки выходного ВЧ-импульса в ждущем режиме ИМ (режим «ЗАП») на основном выходе генератора, нс $\pm(50 \text{ нс} + 10^{-6} \cdot \tau_{\text{уст}})$,

где $\tau_{\text{уст}}$ - установленное значение длительности ВЧ-импульса.

Пределы допускаемой погрешности установки периода повторения выходного ВЧ-импульса в режиме ИМ от внутреннего источника (режим «ВНУТР») на основном выходе генератора $\pm 10^{-6} \cdot T_{\text{уст}}$,

где $T_{\text{уст}}$ - установленное значение периода повторения ВЧ-импульса.

Отличие длительности ВЧ-импульса на основном выходе генератора от длительности модулирующего импульса в режиме ИМ от внешнего источника не выходит за пределы...±100 нс.

Длительность фронта и длительность среза ВЧ-импульса на основном выходе генератора в режиме ИМ при модуляции от внутреннего и внешнего источника, нс, не более 50.

Неравномерность вершины ВЧ-импульса на основном выходе генератора, %, не более 10.

Ослабление выходного сигнала в паузе между импульсами на основном выходе генератора, в зависимости от установленной несущей частоты на основном выходе генератора, дБ не более:

- для частот от 5 до 8 ГГц 70;
- для частот свыше 8 до 12 ГГц 60;
- для частот свыше 12 до 17,85 ГГц 50.

Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) основного выхода генератора, в зависимости от установленной мощности сигнала на основном выходе генератора, не более:

- для мощности не менее 3 дБм (2 мВт) 2,5;
- для мощности менее 3 дБм (2 мВт) 1,9.

Время установления рабочего режима, мин, не более 30.

Время непрерывной работы, ч, не менее 24.

Мощность, потребляемая генераторами от сети питания при номинальном напряжении, В·А, не более 150.

Уровень плотности потока энергии сверхвысокочастотных (СВЧ) излучений, создаваемых генераторами на расстоянии 1 м от них, Вт/м², не более 10⁻⁷.

Уровень звука, создаваемого генератором на расстоянии 1 м от них, дБ, не более ... 60.

Габаритные размеры, мм, не более:

- длина 487;
- ширина 498;
- высота 136.

Масса генератора (без упаковки), кг, не более 15.

Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С от минус 10 до плюс 40;
- относительная влажность воздуха, % 98 при температуре плюс 25 °С;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 60 до 106 (от 450 до 795).

Предельные условия:

- предельная пониженная температура, °С минус 50;
- предельная повышенная температура, °С плюс 60.

Средняя наработка на отказ (Т₀) генератора, ч, не менее 15000.

Электрическая прочность изоляции сетевых цепей генератора относительно корпуса выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение, В:

- в нормальных условиях 1500;
- в условиях повышенной влажности 900.

Электрическое сопротивление изоляции между сетевыми выводами и корпусом генератора, МОм, не менее:

- в нормальных условиях применения 20;
- при повышенной температуре окружающего воздуха 5;
- в условиях повышенной относительной влажности 2.

Электрическое сопротивление между зажимом (контактом) защитного заземления и корпусом генератора, Ом, не более 0,1.

Знак утверждения типа

наносится типографским способом на титульный лист эксплуатационной документации и на лицевую панель генератора в виде наклейки.

Комплектность средства измерений

приведена в таблице 2.

Таблица 2

Наименование, тип	Обозначение	Кол-во	Примечание
1 Генератор сигналов высокочастотный Г4-230	ТНСК.411653.003	1	
2 Комплект комбинированный в составе:			
3 Шнур питания	SCZ - 1R	1	MSL
4 Кабель соединительный ВЧ	4.852.517-08	3	517-08 («байонет»)
5 Кабель соединительный ВЧ	4.852.793-01	1	793-01 (7/3)
6 Кабель КОП	4.854.130	1	4.854.130
7 ЗИП в составе:			
8 Вставка плавкая ВП2Б-1В 1,6 А 250 В	ОЮО.481.305ТУ-Р	4	
9 Эксплуатационная документация:			
10 Руководство по эксплуатации, часть 1	ТНСК.411653.003РЭ	1	Руководство по эксплуатации
11 Руководство по эксплуатации, часть 2	ТНСК.411653.003РЭ1	1	Схемы электрические принципиальные, перечни элементов и размещение элементов на узлах печатных
12 Формуляр	ТНСК.411653.003ФО	1	
13 Ящик укладочный	ТНСК.323365.003	1	

Поверка

осуществляется по документу ТНСК.411653.003РЭ «Генератор сигналов высокочастотный Г4-230. Руководство по эксплуатации. Часть 1», раздел 7 «Поверка прибора», утвержденному руководителем ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России» 21.04.2013 г.

Основные средства поверки:

- частотомер универсальный ЧЗ-89 (рег. № 47058-11): диапазон частот от 0,001 Гц до 37,5 ГГц, диапазон измерений временных интервалов от 10 нс до 1000 с, разрешающая способность $3 \cdot 10^{-10}$ с);

- компаратор частотный ЧК7-1011/1 (рег. №35168-07): источник высокостабильного сигнала частотой 5 МГц, пределы допускаемой погрешности частоты $\pm 10^{-11}$;

- анализатор спектра С4-85 (рег. № 24596-03): диапазон частот от 0,009 до 6000 МГц, полоса обзора ($\Pi_{обз}$) не менее 20 МГц, полоса пропускания 1 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений отношения уровней ± 1 дБ;

- ваттметр поглощаемой мощности МЗ-90 (рег. № 11477-88): диапазон измерений мощности от 10^{-4} до $5 \cdot 10^{-3}$ Вт, КСВН не более 1,4, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 6 %;

- генератор сигналов высокочастотный Г4-229 (рег. № 48133-11): синтезированный источник сигнала от 4 до 20 МГц, диапазон установки уровня сигнала от 100 до 800 мВ, нестабильность частоты не более $1 \cdot 10^{-8} \cdot f$, где f -установленная частота, Гц;

- прибор для измерения ослабления ДК1-26 (рег. № 38361-08): диапазон частот от 5 до 18 ГГц, динамический диапазон до 120 дБ, пределы допускаемой погрешности измерений ослабления ± 1 дБ;

- анализатор спектра E4440A с опцией измерения фазовых шумов (Option 226), ф. Agilent Technologies, E4440A Option 226 (рег. № 35425-10): диапазон частот от 9 кГц до 6,2 ГГц, динамический диапазон измерения спектра 80 дБ, пределы допускаемой погрешности измерений уровня мощности ± 1 дБ;

- измеритель модуляции вычислительный СКЗ-45 (рег. № 9331-94): диапазон несущих частот от 0,1 до 10000 МГц, диапазон модулирующих частот от 0,02 до 200 кГц, диапазон измерений девиаций от 1 Гц до 1 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений девиации ± 2 %, диапазон измеряемых коэффициентов АМ от 0,1 до 100 %, пределы допускаемой погрешности измерений ± 2 %, пределы допускаемой погрешности измерений коэффициента гармоник огибающей от 1 до 10 % в диапазоне модулирующих частот от 0,03 до 7 кГц;

- осциллограф С1-92 (рег. № 8253-81): коэффициент развертки от 0,1 мкс/см до 5 с/см, полоса не менее 200 МГц, два канала, пределы допускаемой погрешности измерений ± 2 %;

- измеритель КСВН панорамный Р2-137 (рег. № 44619-10): диапазон частот от 2 до 18 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,03 до 5,0; пределы допускаемой погрешности измерений КСВН $\pm (3K \dots 5K) \%$.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к генераторам сигналов высокочастотным Г4-230

ГОСТ Р 8.562-2007 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений мощности и напряжения переменного тока синусоидальных электромагнитных колебаний».

ТНСК.411653.003ТУ «Генератор сигналов высокочастотный Г4-230. Технические условия».

Изготовитель

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

ИНН 7719247218

Юридический (почтовый) адрес: 105484, г. Москва, ул. 16-я Парковая, д. 30

Телефон: (499) 464-23-47, 464-59-81

E-mail: mail@tehnjaks.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»)

Юридический (почтовый) адрес: 141006, Московская область, г. Мытищи, ул. Комарова, 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




« 27 » 10

С.С. Голубев

2016 г.





ПРОШНУРОВАНО,
ПРОНУМЕРОВАНО
И СКРЕПЛЕНО ПЕЧАТЬЮ

9/дебрь ЛИСТОВ(А)

