

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Генераторы сигналов высокочастотные Г4-229

Назначение средства измерений

Генераторы сигналов высокочастотные Г4-229 (далее приборы) предназначены для генерирования непрерывных гармонических сигналов в режиме немодулированных колебаний (НК) и сигналов с амплитудно-синусоидальной (АМ), частотно-синусоидальной (ЧМ), амплитудно-импульсной (ИМ) и квадратурной амплитудной (КАМ) видами модуляции в диапазоне частот от 0,009 до 6000 МГц, а также для генерирования двух сопряженных сигналов в диапазоне частот от 0,001 Гц до 30 МГц. Два низкочастотных канала (от 0,001 Гц до 30 МГц) формируют сигналы синусоидальной, пилообразной, треугольной, импульсной и произвольной формы с устанавливаемым оператором фазовым или временным сдвигом между ними. Эти два канала предназначены как для независимого использования (они выведены на переднюю панель), так и в качестве источника внутренней КАМ в диапазоне несущих частот от 0,009 до 6000 МГц.

Приборы предназначены для использования при разработке, регулировке, испытаниях и эксплуатации образцов радиоэлектронной техники.

Описание средства измерений

В приборах имеется два основных источника сигналов:

источник сигналов на основном («Выход» на передней панели) и дополнительном («ДОП» на задней панели) выходах в диапазоне частот от 9 кГц до 6 ГГц;

двухканальный генератор низких частот (НЧ), создающий сигналы на выходах I и Q на передней панели и модулирующие сигналы для КАМ сигнала на основном выходе.

Принцип создания сигналов в диапазоне от 2 до 6 ГГц основан на генерировании гармонических колебаний двумя переключаемыми генераторами, управляемыми напряжением (ГУН), которые перекрывают диапазоны частот от 2 до 4 ГГц и от 4 до 6 ГГц. Частоты от 250 МГц до 2 ГГц получаются делением частоты генератора от 2 до 4 ГГц в делителе с переключаемым коэффициентом деления: 2/4/8. При установленных частотах на основном и дополнительном выходах от 0,009 до 250 МГц частота сигнала формируется методом прямого цифрового синтеза.

Генераторы синхронизируются системами фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с опорным кварцевым генератором внутренней опорной частоты 100 МГц. Эта опорная частота может быть синхронизована с внешним сигналом 5 или 10 МГц (наличие и частота внешнего опорного сигнала определяются автоматически) с целью повышения стабильности частоты выходного сигнала.

На частотах более 50 МГц мощность сигнала поддерживается постоянной системой автоматической регулировки мощности (АРМ). Регулировка выходной мощности осуществляется с помощью этой же системы АРМ. Для частот, меньших или равных 50 МГц, выходная мощность на основном выходе не стабилизируется.

Приборы допускают АМ, ЧМ, ИМ и КАМ сигнала от внутренних источников модуляции на основном выходе на передней панели и имеет входы для внешних источников модуляции. Все модулирующие сигналы от внутренних источников синхронизованы с внутренней опорной частотой 100 МГц, поэтому стабильность их частотно-временных параметров определяется внутренней или внешней опорой.

На выходе «ДОП» на задней панели формируется нестабилизированный по мощности сигнал, когерентный сигналу на основном выходе. Сигнал на этом выходе подвержен ЧМ, но не подвержен АМ, ИМ и КАМ, и может использоваться для синхронизации при решении различных измерительных задач.

Формирование сигналов в низкочастотном диапазоне (от 0,001 Гц до 30 МГц) производится цифровыми методами при синхронизации от сигнала опорной частоты 100 МГц. Цифровой поток подается на два цифро-аналоговых преобразователя, формирующих сигналы на выходах I и Q. На этих выходах формируются сигналы синусоидальной, треугольной, пилообразной и произвольной формы с задаваемыми амплитудой, частотой и разностью фаз (задержкой).

Сигналы произвольной формы, предварительно созданные на персональном компьютере (ПЭВМ) при помощи прилагаемого специализированного программного обеспечения (СПО), загружаются в прибор для генерации двумя способами:

- через кабель USB, соединяющий компьютер и разъем «USB-2» приборов;
- с накопителя, совместимого с разъемом USB приборов.

Конструкция приборов выполнена на основе базовой несущей конструкции БНК «Надел-85».

Основные составные части приборов представляют собой конструктивно и функционально законченные блоки: блок питания, блок комбинированный, блок системы индикации и управления, коммутатор механический, аттенюатор ступенчатый, генератор сигналов низкочастотный.

Функционирование приборов осуществляется под контролем встроенного центрального процессора, который обеспечивает управление режимами работы и отображение параметров на экране, а также дистанционное управление по интерфейсам КОП и универсальному последовательному интерфейсу.

Выполнение алгоритма функционирования приборов осуществляется программным обеспечением (ПО). ПО приборов имеет структуру с разделением на метрологически значимую и метрологически незначимую части.

Метрологически значимая часть включает в себя:

встроенное программное обеспечение, данные которого защищены в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ), программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС), микроконтроллере центрального процессора, предназначено для управления режимами работы прибора и индикации, а также дистанционного управления через интерфейс КОП;

встроенное ПО блока генератора сигналов произвольной формы (ГПФ) предназначено для приема внешних команд управления, изменения режимов работы ГПФ в соответствии с полученными командами, приема внешних запросов о текущем состоянии, отправки отчетов, содержащих данные о текущем состоянии ГПФ при подключении к ПЭВМ, выполнения процедуры самотестирования ГПФ, загрузки файлов модулирующих последовательностей в память ГПФ при подключении к накопителю, обеспечения возможности загрузки модулирующих последовательностей в память ГПФ при подключении к ПЭВМ и проведения калибровки.

ПЗУ программы хранит программу работы генератора сигналов низкочастотного. При включении прибора происходит перепись программы в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), воспроизводимую при работе прибора.

В энергонезависимой памяти центрального процессора хранятся калибровочные коэффициенты, версия ПО и другая информация, необходимая для функционирования приборов.

Метрологически незначимая часть ПО предназначена для формирования тестовых сигналов произвольной формы на ПЭВМ и загрузки их в прибор через разъем USB.

Метрологически незначимая часть ПО управляется операционной системой Microsoft Windows XP SP2 или более поздней версией. ПО для формирования тестовых сигналов ТНСК.00100-01 входит в комплект поставки приборов.

В приборах предусмотрены способы идентификации метрологически значимой части ПО, расчета его контрольной суммы и оценки по критериям целостности и аутентичности, а также меры защиты от преднамеренного и непреднамеренного изменения. Потребитель не имеет возможности обновления или загрузки новых версий ПО. В режиме внешнего управления реализовано однозначное назначение каждой команды в соответствии с руководством по эксплуатации, поэтому невозможно подвергнуть ПО приборов искажающему воздействию через интерфейсы пользователя. Без нарушения целостности заводских пломб и конструкции приборов невозможно удаление запоминающих устройств или их замена.

Встроенное ПО приборов имеет идентификационные характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные характеристики ПО

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Самораспаковывающийся архив системы ПО	G4-229_Setup.exe	б/н	0182D585	CRC-16
Встроенное программное обеспечение ГПФ	SetupPlant.exe	б/н	ED1099C940C 785AAF1B7B6 AFF2C57950	MD5

Защита ПО приборов от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню А согласно МИ 3286 - 2010.

Встроенное ПО не оказывает влияния на метрологические характеристики приборов. Внешний вид прибора приведен на рисунке 1.



Рисунок 1

Схема пломбировки прибора для защиты от несанкционированного доступа приведена на рисунке 2.

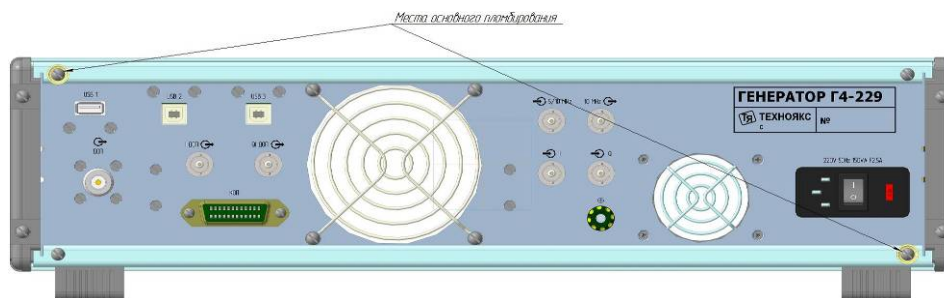


Рисунок 2

Метрологические и технические характеристики

Таблица 1 - Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот выходных сигналов прибора: на основном и дополнительном выходах на выходах двухканального низкочастотного генератора I и Q	0,009 до 6000 МГц от 0,001 Гц до 30 МГц
Пределы допускаемой основной погрешности установки частоты сигнала на основном и дополнительном выходах прибора при использовании внутреннего опорного источника, в зависимости от установленной частоты на основном выходе прибора, не более: для частот от 0,009 до 250 МГц, кратных 100 Гц для частот от 0,009 до 250 МГц, не кратных 100 Гц для частот от 250,000001 до 6000 МГц где f - установленная частота, Гц.	$\pm(3 \cdot 10^{-7} \cdot f)$ $\pm(3 \cdot 10^{-7} \cdot f + 0,1 \text{ Гц})$ $\pm(3 \cdot 10^{-7} \cdot f)$
Дискретность установки частоты сигнала на основном и дополнительном выходах прибора, Гц	1
Погрешность установки частоты сигнала на основном и дополнительном выходах прибора при использовании внутреннего опорного источника в интервале рабочих температур или в условиях повышенной влажности, не более где f - установленная частота, Гц.	$\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot f)$
Нестабильность частоты прибора, при использовании внутреннего опорного источника за любой 15-минутный интервал через 1 ч после включения прибора, не более где f - установленная частота, Гц	$1 \cdot 10^{-9} \cdot f$
Прибор обеспечивает работу от внешнего источника опорной частоты 5 или 10 МГц в диапазоне напряжений от 125 до 800 мВ среднеквадратического значения.	
Номинальные пределы изменения уровня выходной мощности на основном выходе прибора в режиме НК в зависимости от установленной частоты на основном выходе прибора: для частот от 0,009 до 50 МГц для частот от 50,000001 до 6000 МГц	от - 120 дБм до + 13 дБм от - 110 дБм до + 13 дБм
Пределы допускаемой основной погрешности установки опорного уровня мощности 0 дБм (1 мВт) на основном выходе прибора в режиме НК при работе на согласованную нагрузку (КСВН не более 1,4), в зависимости от установленной частоты на основном выходе прибора, не более: для частот от 0,009 до 50 МГц, Дб для частот от 50,000001 до 6000 МГц	$\pm 0,5$ $\pm 1,0 \text{ дБ}$
Пределы допускаемой погрешности ослабления или усиления сигнала на основном выходе прибора 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 на основном выходе прибора, не более: для частот от 0,009 до 50 МГц: для установленной мощности от минус 120 до минус 100 дБм для установленной мощности от минус 99,99 до 0 дБм для установленной мощности от 0,01 до 13 дБм	$\pm(0,015 \cdot A - 0,7 \text{ дБ})$ $\pm(0,008 \cdot A)$ $\pm(0,008 \cdot A + 0,1 \text{ дБ})$

Наименование характеристики	Значение
<p>для частот от 50,000001 до 4000 МГц: для установленной мощности от минус 110 до минус 5 дБм для установленной мощности от минус 4,99 до 0 дБм для установленной мощности от 0,01 до 13 дБм для частот от 4000,000001 до 6000 МГц: для установленной мощности от минус 110 до минус 5 дБм для установленной мощности от минус 4,99 до 0 дБм</p>	$\pm(0,01 \cdot A + 0,15 \text{ дБ})$ $\pm(0,04 \cdot A)$ $\pm(0,01 \cdot A + 0,2 \text{ дБ})$ $\pm(0,012 \cdot A + 0,19 \text{ дБ})$ $\pm(0,05 \cdot A)$
<p>для установленной мощности от минус 4,99 до 0 дБм для установленной мощности от 0,01 до 13 дБм где А - установленное значение уровня мощности выходного сигнала по абсолютной величине (модуль), выраженное в децибелах относительно милливатта (дБм).</p>	$\pm(0,05 \cdot A)$ $\pm(0,012 \cdot A + 0,25 \text{ дБ})$
<p>Погрешность установки опорного 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, не более, дБ.</p>	±1,5
<p>Нестабильность мощности на основном выходе прибора в режиме НК, за любой 15-минутный интервал по истечении времени установления рабочего режима 30 мин, не более, дБ</p>	0,1
<p>Дополнительное время для получения требуемой нестабильности уровня выходной мощности после перестройки на другую частоту и/или мощность, устанавливаемые на основном выходе прибора, не более, мин</p>	10
<p>Максимальный гарантируемый уровень мощности на дополнительном выходе прибора не менее минус 10 дБм (100 мкВт). Диапазон регулирования ослабления уровня мощности на дополнительном выходе прибора относительно максимального уровня не менее, дБ</p>	30
<p>Относительный уровень негармонических составляющих в спектре сигнала на основном выходе в режиме НК не более минус 55 дБ. Относительный уровень второй и третьей гармоник сигнала на основном выходе (относительно первой гармоники) в режиме НК, в зависимости от установленных частоты и мощности на основном выходе прибора, не более:</p> <p>для частот от 0,009 до 50 МГц: при уровне от минус 120 до 10 дБм при уровне от 10,01 до 13 дБм для частот от 50,000001 до 6000 МГц при уровне от минус 110 до 10 дБм при уровне от 10,01 до 13 дБм</p>	- 40 дБ - 30 дБ - 30 дБ - 25 дБ
<p>Диапазон установки девиации частоты на основном выходе прибора в режиме ЧМ, при работе от внутреннего источника модуляции частотой от 1 до 100 кГц или при подаче внешнего сигнала с частотой от 1 до 100 кГц и напряжением (1,0 ±0,1) В, в зависимости от установленной частоты на основном выходе прибора:</p> <p>для частот от 250,000001 до 500 МГц, кГц для частот от 500,000001 до 1000 МГц, кГц для частот от 1000,000001 до 2000 МГц, кГц для частот от 2000,000001 до 6000 МГц, кГц Для частот от 0,009 до 250 МГц частотная модуляция не предусмотрена.</p>	12,5 до 500 от 25 до 1000 от 50 до 2000 от 100 до 4000

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной погрешности установки девиации частоты при работе от внутреннего источника модуляции, не более, %.	± 10
Пределы допускаемой основной погрешности установки девиации частоты на основном выходе прибора в режиме внешней модуляции, не более, %	± 20
Коэффициент гармоник огибающей ЧМ сигнала на основном выходе прибора, при работе от внутреннего источника модуляции в диапазоне несущих частот от 250,000001 до 6000 МГц, не более, %	3
Диапазон установки коэффициента АМ сигнала на основном выходе прибора 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, в зависимости от установленной частоты на основном выходе прибора: для частот от 0,009 до 50 МГц, % для частот от 50,000001 до 6000 МГц, %	от 1 до 100 от 1 до 70
Пределы допускаемой основной погрешности установки коэффициента АМ сигнала на основном выходе прибора при работе от внутреннего источника, не более, % где М - установленный коэффициент АМ, %.	$\pm(0,15 \cdot M + 0,2)$
Пределы допускаемой основной погрешности установки коэффициента АМ сигнала на основном выходе прибора в режиме внешней модуляции не более, % где М - установленный коэффициент АМ, %.	$\pm(0,20 \cdot M + 0,5)$
Коэффициент гармоник огибающей АМ сигнала на основном выходе прибора, при работе от внутреннего источника модуляции при коэффициенте модуляции 30 % не более, %	10
Коэффициент паразитной АМ сигнала на основном выходе прибора в полосе модулирующих частот от 20 Гц до 20 кГц в режиме НК не более 0,2 % для частот от 0,009 до 2000 МГц и 0,3 % - для частот от 2000,000001 до 6000 МГц, а в режиме ЧМ не более, % где D - девиация частоты, кГц	$(0,4 + ,0125 \cdot D)$
Девиация паразитной ЧМ сигнала на основном выходе прибора в полосе модулирующих частот от 20 Гц до 20 кГц в режиме НК, не более где f - установленная частота, Гц.	$50 \text{ Гц} + 10^{-7} \cdot f$
Относительная спектральная плотность мощности фазового шума сигнала на основном выходе прибора в одной боковой полосе 1 Гц в режиме НК, в зависимости от отстройки от установленной несущей частоты на основном выходе прибора, не более: для частот от 0,009 до 500 МГц: при отстройке от несущей 10 кГц при отстройке от несущей 100 кГц для частот от 500,000001 до 1000 МГц при отстройке от несущей 10 кГц при отстройке от несущей 100 кГц для частот от 1000,000001 до 2000 МГц: при отстройке от несущей 10 кГц	- 105 дБ/Гц - 110 дБ/Гц - 100 дБ/Гц - 105 дБ/Гц - 95 дБ/Гц

Наименование характеристики	Значение
при отстройке от несущей 100 кГц для частот от 2000,000001 до 4000 МГц: при отстройке от несущей 10 кГц при отстройке от несущей 100 кГц для частот от 4000,000001 до 6000 МГц: при отстройке от несущей 10 кГц при отстройке от несущей 100 кГц	- 100 дБ/Гц - 90 дБ/Гц - 96 дБ/Гц - 85 дБ/Гц - 92 дБ/Гц
Девиация паразитной ЧМ сигнала на основном выходе прибора 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 не более где f - установленная частота, Гц; F_{AM} - установленная частота внутреннего модулирующего сигнала АМ или частота внешнего модулирующего сигнала АМ, Гц; M - установленный коэффициент АМ в относительных единицах (установленный коэффициент АМ, %, деленный на 100 %)	$75 \text{ Гц} + 10^{-7} f + F_{AM} \cdot M$
В режиме внутренней ИМ прибор выдает на основном выходе ВЧ импульсные сигналы со следующими параметрами: длительность импульса период следования импульсов дискретность установки длительности импульса и периода следования импульсов, нс	от 100 нс до 20 с от 140 нс до 30 с 10
В режиме ждущей ИМ, при подаче импульсов положительной полярности с амплитудой от 1 до 3,3 В, прибор выдает на основном выходе ВЧ импульсные сигналы со следующими параметрами: задержка импульса длительность импульса дискретность установки длительности и задержки импульса, нс	от 30 нс до 20 с от 100 нс до 20 с 10
В режиме внешней ИМ прибор обеспечивает модуляцию сигнала на основном выходе видеоимпульсами положительной полярности со следующими параметрами: Амплитуда, В Длительность импульса Период следования импульса	от 1 до 3,3 от 100 нс до 20 с от 140 нс до 30 с
дискретность установки длительности импульса и периода следования импульсов	10 нс
Пределы допускаемой основной погрешности установки длительности ВЧ импульса на основном выходе прибора в режиме ИМ от внутреннего источника и задержки выходного ВЧ импульса в режиме ждущей ИМ не более где $t_{уст}$ - установленное значение длительности импульса	$\pm(10^{-6} \cdot t_{уст} + 50 \text{ нс})$
Пределы допускаемой основной погрешности установки периода следования выходных ВЧ импульсов на основном выходе прибора в режиме ИМ от внутреннего источника, не более где $T_{уст}$ - установленное значение периода следования импульсов	$\pm(10^{-6} \cdot T_{уст})$
Отличие длительности ВЧ импульса на основном выходе прибора от длительности модулирующего импульса в режиме ИМ от внешнего источника не выходит за пределы, нс	± 100

Наименование характеристики	Значение
Длительность фронта и длительность среза ВЧ импульса на основном выходе прибора в режиме ИМ при модуляции от внутреннего и внешнего источника не более, нс	30
Неравномерность вершины ВЧ импульса на основном выходе прибора не более, %	10
Ослабление выходного сигнала в паузе между импульсами при установленной максимальной мощности, в зависимости от установленной частоты, не менее: для частот от 0,009 до 50 МГц для частот от 50,000001 до 250 МГц для частот от 250,000001 до 500 МГц для частот от 500,000001 до 1000 МГц для частот от 1000,000001 до 2000 МГц для частот от 2000,000001 до 2500 МГц для частот от 2500,000001 до 6000 МГц	60 дБ 90 дБ 70 дБ 60 дБ 50 дБ 40 дБ 30 дБ
Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) основного выхода прибора, в зависимости от установленных мощности и частоты сигнала на основном выходе прибора, не более: для мощности не менее 0 дБм (1 мВт): для частот от 0,009 до 6000 МГц для мощности менее 0 дБм (1 мВт): для частот от 0,009 до 4000 МГц для частот от 4000,000001 до 6000 МГц	2 1,6 1,9
Прибор обеспечивает формирование на выходах I, Q генератора НЧ сигналов синусоидальной, прямоугольной, треугольной, пилообразной и произвольной формы. Диапазон частот выходных сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора: для сигналов синусоидальной формы для сигналов треугольной и пилообразной формы Период следования сигналов прямоугольной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора	от 0,001 Гц до 30 МГц от 0,001 Гц до 1 МГц. от 0,1 мкс до 10 с
Пределы допускаемой основной погрешности установки частоты сигналов синусоидальной, треугольной и пилообразной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора, при использовании внутреннего опорного источника не более где F - установленная частота сигналов генератора НЧ прибора, Гц.	$\pm(3 \cdot 10^{-7} \cdot F)$
Пределы допускаемой основной погрешности установки периода следования сигналов прямоугольной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора при использовании внутреннего опорного источника не более, где T - установленный период следования сигналов генератора НЧ прибора.	$\pm(3 \cdot 10^{-7} \cdot T)$
Дискретность установки частоты и периода следования сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора 0,001 Гц и 10 нс соответственно.	

Наименование характеристики	Значение
<p>Погрешность установки частоты сигналов синусоидальной, треугольной и пилообразной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора, при использовании внутреннего опорного источника в интервале рабочих температур или в условиях повышенной влажности, не более где F - установленная частота сигналов генератора НЧ прибора, Гц</p>	<p>$(1 \cdot 10^{-6} \cdot F)$</p>
<p>Погрешность установки периода следования сигналов прямоугольной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора, при использовании внутреннего опорного источника в интервале рабочих температур или в условиях повышенной влажности, не более где T - установленный период сигналов генератора НЧ прибора</p>	<p>$\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot T)$</p>
<p>Пределы установки амплитуды сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора при подключенной нагрузке $(50 \pm 0,25)$ Ом, в зависимости от установленной частоты сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не более: для установленной частоты от 0,001 Гц до 20 МГц для установленной частоты от 20,000000001 до 30 МГц Примечание: при нагрузке более 10 кОм амплитуда сигнала на выходах I, Q генератора НЧ прибора равна удвоенному значению, установленному на экране прибора органами управления.</p>	<p>от 0,01 до 5 В от 0,01 до 1,5 В</p>
<p>Пределы допускаемой основной погрешности установки амплитуды сигналов синусоидальной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора на частоте 1 кГц при подключенной внешней нагрузке $(50 \pm 0,25)$ Ом, в зависимости от установленной амплитуды сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не более для установленной амплитуды от 500 до 5000 Мв для установленной амплитуды от 50 до 499 мВ для установленной амплитуды от 10 до 49 мВ</p>	<p>$\pm 3 \%$; $\pm 5 \%$ $\pm 15 \%$</p>
<p>Погрешность установки амплитуды сигналов синусоидальной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора на частоте 1 кГц в интервале рабочих температур или в условиях повышенной влажности при подключенной внешней нагрузке $(50 \pm 0,25)$ Ом, в зависимости от установленной амплитуды сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не более: для установленной амплитуды от 500 до 5000 мВ для установленной амплитуды от 50 до 499 мВ для установленной амплитуды от 10 до 49 мВ</p>	<p>$\pm 5 \%$; $\pm 7,5 \%$ $\pm 22,5 \%$.</p>
<p>Пределы допускаемой основной погрешности установки амплитуды сигналов прямоугольной, треугольной, пилообразной и произвольной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора при подключенной внешней нагрузке $(50 \pm 0,25)$ Ом, в зависимости от установленной амплитуды сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не более: для установленной амплитуды от 500 до 5000 мВ для установленной амплитуды от 50 до 499 мВ для установленной амплитуды от 10 до 49 мВ</p>	<p>$\pm 5 \%$; $\pm 5 \%$ $\pm 15 \%$</p>

Наименование характеристики	Значение
Нестабильность амплитуды сигнала синусоидальной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора на частоте 1 кГц за любой 15-минутный интервал не более	1 %
Дополнительное время для получения требуемой нестабильности уровня выходной мощности после перестройки на другую частоту и/или мощность, устанавливаемые на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не более	5 мин
Неравномерность амплитуды сигналов синусоидальной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора в диапазоне частот относительно амплитуды сигнала на частоте 1 кГц, в зависимости от установленной частоты сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не более: для установленных частот от 0,001 Гц до 1 МГц для установленных частот от 1,000000001 до 20 МГц	±5 % ±7 %.
Пределы допускаемой основной погрешности установки амплитуды сигнала синусоидальной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора в диапазоне частот от 20,000000001 до 30 МГц при подключенной внешней нагрузке (50±0,25) Ом, в зависимости от установленной амплитуды сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не более: для установленных амплитуд от 500 до 1500 мВ для установленных амплитуд от 50 до 499 мВ для установленных амплитуд от 10 до 49 мВ	±5 % ±8 % ±20 %
Пределы установки напряжения смещения сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора	от минус 2,5 до 2,5 В
Пределы допускаемой погрешности установки напряжения смещения на нагрузке (50±0,25) Ом не более	±(0,01·U _{см} + 20 мВ)
Коэффициент гармоник сигналов синусоидальной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора, в зависимости от установленной частоты сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не более: для установленных частот от 0,001 Гц до 20 кГц для установленных частот от 20,000001 до 200 кГц	0,05 % 0,1 %
Ослабление гармоник относительно первой гармоники, в зависимости от установленной частоты сигналов на выходах I, Q генератора НЧ прибора, не менее: для установленных частот от 200,000001 кГц до 1 МГц для установленных частот от 1,000000001 до 20 МГц для установленных частот от 20,000000001 до 30 МГц	40 дБ 30 дБ 25 дБ
Диапазон установки разности фаз для сигналов синусоидальной формы, сигналов треугольной и пилообразной формы на выходах I и Q генератора НЧ от минус 360° до 360°. Дискретность установки разности фаз сигналов на выходах I и Q составляет 0,036° (одна десятитысячная от 360°).	

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной погрешности установки относительного сдвига фазы между сигналами на выходах I и Q генератора НЧ (относительно любого выбранного значения фазы сигналов I и Q), не более: для установленных частот от 0,001 Гц до 100 кГц для установленных частот от 100,000001 кГц до 1 МГц для установленных частот от 1,000000001 до 10 МГц для установленных частот от 10,000000001 до 30 МГц где F - установленная частота сигналов I и Q генератора НЧ прибора, кГц	$\pm 0,01^\circ$ $\pm(0,01 \cdot \lg[F] - 0,01)^\circ$ $\pm(0,06 \cdot \lg[F] - 0,16)^\circ$ $\pm(0,15 \cdot \lg[F] - 0,52)^\circ$
Диапазон установки длительности импульса сигналов прямоугольной формы на выходах I, Q генератора НЧ прибора	от 50 нс до 9,99999995 с
Пределы допускаемой основной погрешности установки длительности импульса при использовании внутреннего опорного источника не более где ТИ - установленная длительность импульса.	$\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot T_{И} + 30 \text{ нс})$
Дискретность установки длительности импульса	10 нс
Диапазон установки задержки между сигналами прямоугольной формы на выходах I и Q генератора НЧ прибора	от 0 до 9,99999995 с
Пределы допускаемой основной погрешности установки задержки между сигналами, не более где ТЗ - устанавливаемая задержка между сигналами при использовании внутреннего опорного источника	$\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot T_{З} + 30 \text{ нс})$
Длительность фронта и спада импульса сигналов прямоугольной формы на выходах I и Q генератора НЧ прибора не более 30 нс. Неравномерность и выбросы за фронтом и спадом импульса не выходят за пределы $\pm 10\%$ от амплитуды импульса.	
Коэффициент нелинейности сигналов треугольной и пилообразной формы на выходах I и Q генератора НЧ прибора, не более	5 %
Прибор обеспечивает загрузку сигнала произвольной формы генератора НЧ от ПЭВМ через USB	
Прибор обеспечивает КАМ сигнала на основном выходе от внутреннего и внешнего источника. Подавление несущей частоты и второй боковой полосы преобразования при однополосной модуляции не менее 30 дБ (после настройки органами управления прибора).	
Время установления рабочего режима не более, мин	30
Время непрерывной работы прибора в рабочих условиях применения не менее, ч	16
Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением частотой (50 ± 1) Гц, В	220 \pm 22
Мощность, потребляемая прибором не более, В·А	100
Габаритные размеры не более, мм: Длина Ширина высота	487 498 136
Масса прибора (без упаковки) не более, кг	15

Наименование характеристики	Значение
Климатические условия применения: рабочие условия: температура окружающего воздуха, °С относительная влажность воздуха, % атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) предельные условия: предельная пониженная температура, °С предельная повышенная температура, °С	от - 10 до + 40 98 при температуре 25 °С от 60 до 106 (450-795) - 50 60
Средняя наработка на отказ (Т _о) прибора, не менее, ч	50000
Гамма-процентный ресурс прибора Т _р (γ), при γ = 95 %, не менее, ч	10000
Гамма-процентный срок службы прибора Т _{сл} (γ), при γ = 95 %, не менее, лет	15
Электрическая изоляция сетевых цепей прибора относительно корпуса выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение, В нормальных условиях в условиях повышенной влажности	1500 900
Электрическое сопротивление изоляции между сетевыми выводами и корпусом прибора, не менее, МОм: в нормальных условиях применения при повышенной температуре окружающего воздуха при повышенной относительной влажности окружающего воздуха	20 5 2
Электрическое сопротивление между зажимом (контактом) защитного заземления и корпусом прибора, не более, Ом	0,1

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации и формуляра типографским способом и непосредственно на приборы сеткографическим способом.

Комплектность средства измерений

приведена в таблице 2.

Таблица 2

№№ п/п	Наименование, тип	Обозначение	Кол- во	Примечание
1	Генератор сигналов высокочастотный Г4-229	ТНСК.411653.002	1	
2	Комплект комбинированный в составе:			
2.1	Шнур питания	SCZ - 1R	1	MSL
2.2	Кабель соединительный ВЧ	4.852.517-08	3	517-08 («байонет»)
2.3	Кабель соединительный ВЧ	4.852.793-01	1	793-01 (7/3)
2.4	Тройник СР-50-95Ф	3.640.095	1	
2.5	Кабель КОП	4.854.130	1	4.854.130
2.6	Вставка плавкая ВП2Б-1В 1,6 А 250 В	ОЮО.481.305ТУ-Р	4	

№№ п/п	Наименование, тип	Обозначение	Кол- во	Примечание
3	Диск оптический	ТНСК.411653.002Д9	1	Комплект файлов для установки «Специализированного программного обеспечения для формирования тестовых сигналов на ПЭВМ»
4	Эксплуатационная документация:			
4.1	Руководство по эксплуатации, книга 1 в двух частях	ТНСК.411653.002РЭ (часть 1, часть 2)	2	Часть 2 включает методику поверки прибора
4.2	Руководство по эксплуатации, книга 2	ТНСК.411653.002РЭ1	1	
4.3	Описание применения	ТНСК.00100-01 31 01	1	Специализированное программное обеспечение для формирования тестовых сигналов на ПЭВМ
4.4	Руководство программиста	ТНСК.00100-01 33 01	1	
4.5	Руководство оператора	ТНСК.00100-01 34 01	1	
4.6	Описание программного компонента	ТНСК.00100-01 90 01	1	
4.7	Формат файлов для хранения I/Q-последовательностей	ТНСК.00100-01 97 01	1	
4.8	Формуляр	ТНСК.411653.002ФО	1	
5	Ящик укладочный	ТНСК.323365.002	1	
Примечание - Изделия, перечисленные в пунктах 2.5 и 4.2-4.7, поставляются по требованию заказчика. Информация, содержащаяся в текстовых документах п.п. 4.3-4.7, содержится на оптическом диске ТНСК.411653.002Д9.				

Поверка

осуществляется по документу ТНСК.411653.002РЭ. Книга 1. Часть 2. Поверка прибора, утвержденному ГЦИ СИ ФБУ «Нижегородский центр стандартизации, метрологии и испытаний» 1 августа 2011 г.

Основные средства поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование средства поверки	Пределы измерения	Погрешность
Частотомер универсальный ЧЗ-89	диапазон частот от 0,001 Гц до 6000 МГц диапазон измерения временных интервалов от 10 нс до 1000 с	разрешающая способность $3 \cdot 10^{-10}$ с
Стандарт частоты Ч1-81/3	источник высокостабильного сигнала частотой 5 МГц	относительная погрешность по частоте сигнала в интервале времени 1 год, в пределах $\pm 10^{-9}$
Анализатор спектра С4-85	диапазон частот от 0,009 до 6000 МГц полоса обзора ($P_{обз}$) не менее 20 МГц полоса пропускания 1 МГц	погрешность измерения отношения уровней ± 1 дБ погрешность измерения разности частот в пределах $\pm 0,005 P_{обз}$
Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-90	диапазон частот от 0,03 до 6 ГГц диапазон измеряемой мощности от 10^6 до 10^{-2} Вт КСВН не более 1,4	± 6 %
Генератор сигналов высокочастотный Г4-227	синтезированный источник сигнала от 4 до 10 МГц диапазон установки уровня сигнала от 100 до 800 мВ	нестабильность частоты не более $1 \cdot 10^{-8} \cdot f$

Наименование средства поверки	Пределы измерения	Погрешность
Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122	диапазон частот от 0,05 до 100 кГц уровень выходного напряжения при подключенной внешней нагрузке (50±0,25) Ом - 1 В	$\pm 5 \cdot 10^{-7} f$
Генератор импульсов Г5-56	длительность импульсов от 0,2 до $2 \cdot 10^5$ мкс период повторения от 0,2 до $4 \cdot 10^5$ мкс амплитуда импульса от 1 до 10 В	$\pm(0,1 \cdot \tau + 3 \text{ нс})$ $\pm 0,1 T$ $\pm 0,1 U$
Осциллограф С1-75	коэффициент развертки от 0,1 мкс/см до 0,1 с/см	$\pm 3 \%$
Вольтметр переменного тока ВКЗ-78	диапазон измеряемых напряжений от 20 мВ до 30 В диапазон частот от 0,009 до 50 МГц диапазон измеряемых напряжений постоянного тока от 10 мВ до 5 В	$\pm 1 \%$ $\pm(0,5-1) \%$
Прибор для измерения ослабления ДК1-26	диапазон частот от 0,1 до 6000 МГц динамический диапазон не менее 120 дБ пределы измерения разности фаз от минус 180° до 180°	$\pm(0,01-0,05) \text{ дБ}$ $\pm 0,2^\circ$
Измеритель модуляции вычислительный СКЗ-45 с блоком Я4С-103	диапазон несущих частот от 0,1 до 10000 МГц диапазон модулирующих частот от 0,02 до 200 кГц диапазон измерения девиаций от 1 Гц до 1 МГц диапазон измеряемых коэффициентов АМ от 0,1 до 100 % пределы измерения коэффициента гармоник огибающей от 1 до 10 % в диапазоне модулирующих частот от 0,03 до 7 кГц	$\pm 2 \%$ $\pm 2 \%$ $\pm 10 \%$
Измеритель КСВН и ослаблений панорамный Р2-137	диапазон частот от 2 до 6 ГГц диапазон измерения КСВН от 1,1 до 5	$\pm 5 \cdot K \%$
Анализатор спектра Е4440А в варианте комплектации для измерения фазового шума (Option 226), ф. Agilent Technologies, Е4440А Option 226	диапазон частот от 9 кГц до 6,2 ГГц динамический диапазон измерения спектра 80 дБ измерение относительной спектральной плотности мощности фазового шума на уровне минус 110 дБ/Гц при отстройке 10 кГц и минус 115 дБ/Гц при отстройке 100 кГц	собственный уровень паразитных каналов приема не более минус 80 дБм и не более минус 60 дБм относительно несущей основного сигнала
Осциллограф цифровой люминофорный TDS3032В	полоса пропускания до 300 МГц, коэффициент отклонения от 1 мВ/дел до 1 В/дел коэффициент развертки от 2 нс/дел до 10 с/дел 2 канала	погрешность при цифровом измерении напряжения сигнала между двумя маркерами $\pm 2 \%$
Мегаомметр Ф4102/1-1М	диапазон измеряемых сопротивлений от 1 до 100 МОм испытательное напряжение 500 В	$\pm 3 \%$

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

Знак поверки наносится давлением на специальную мастику двух пломб, которые расположены на задней панели в местах крепления верхней и нижней крышек.

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

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к генераторам сигналов высокочастотным Г4-229

ТНСК.411653.002ТУ Генератор сигналов высокочастотный Г4-229. Технические условия.
ТНСК.411653.002РЭ Генератор сигналов высокочастотный Г4-229. Руководство по эксплуатации. Книга 1. Часть 2. Поверка прибора.

Изготовитель

Акционерное общество «Научно - производственная фирма «Техноякс»
(АО «НПФ «Техноякс»)
ИНН 7719247218
Адрес: 105484, г. Москва, улица Парковая 16-я, дом. 30, эт. 4, пом. I, комн. № 5
Тел.: (факс): (499) 464-23-47, 464-59-81
Web-сайт: www.tehnojaks.com
E-mail: mail@tehnojaks.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области»
(ФБУ «Нижегородский ЦСМ»)
Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Республиканская, д. 1
Тел.: (831) 428-78-78, факс: (831) 428-57-48
E-mail: mail@nncsm.ru
Аттестат аккредитации ФБУ «Нижегородский ЦСМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30011-13 от 27.11.2013 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « ____ » _____ 2018 г.