

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Генераторы сигналов Г4-231, Г4-231/1

Назначение средства измерений

Генераторы сигналов Г4-231, Г4-231/1 (далее по тексту генераторы) предназначены для генерирования немодулированных колебаний в диапазоне частот от 1 ГГц до 10 ГГц и колебаний с амплитудно-импульсной и линейно-частотной модуляцией.

Описание средства измерений

Первичным источником СВЧ сигнала служит формирователь сигнала 5 – 10 ГГц, состоящий из варакторного генератора диапазона 5-10 ГГц и системы ФАПЧ. Опорная частота для ФАПЧ синтезируется в формирователе опорной частоты.

Формирователь опорной частоты состоит из варакторного генератора с частотой 400 МГц, системы ФАПЧ и синтезатора опорной частоты, собранного на микросхеме прямого цифрового синтеза частоты (Direct Digital Synthesizers, DDS). При разрядности накапливающего сумматора 48 бит и тактовой частоте 400 МГц частотное разрешение составляет менее $1,42 \cdot 10^{-6}$ Гц.

Опорный сигнал для генераторов поступает с выхода высокостабильного термостатированного источника сигнала с малыми фазовыми шумами. Сигнал с выхода формирователя сигнала 5 – 10 ГГц поступает на формирователь сигнала 1 - 10 ГГц. Затем сигнал 1 - 10 ГГц поступает на модуль автоматической регулировки мощности (АРМ), и далее на усилитель мощности СВЧ сигнала, обеспечивающий необходимый уровень мощности.

С выхода усилителя мощности сигнал подается на блок ФНЧ, состоящий из четырех коммутируемых фильтров, обеспечивающих подавление гармоник. Далее СВЧ сигнал поступает на ответвитель направленный, с выхода которого прямой сигнал поступает на аттенюатор коммутируемый, который обеспечивает ступенчатое изменение мощности сигнала на выходе генераторов и формирование радиоимпульсов в режиме амплитудно-импульсной модуляции (АИМ). Сигнал ответвленного канала подается на датчик АРМ, сигнал с которого поступает на модуль АРМ, обеспечивающий необходимый уровень и плавную регулировку мощности.

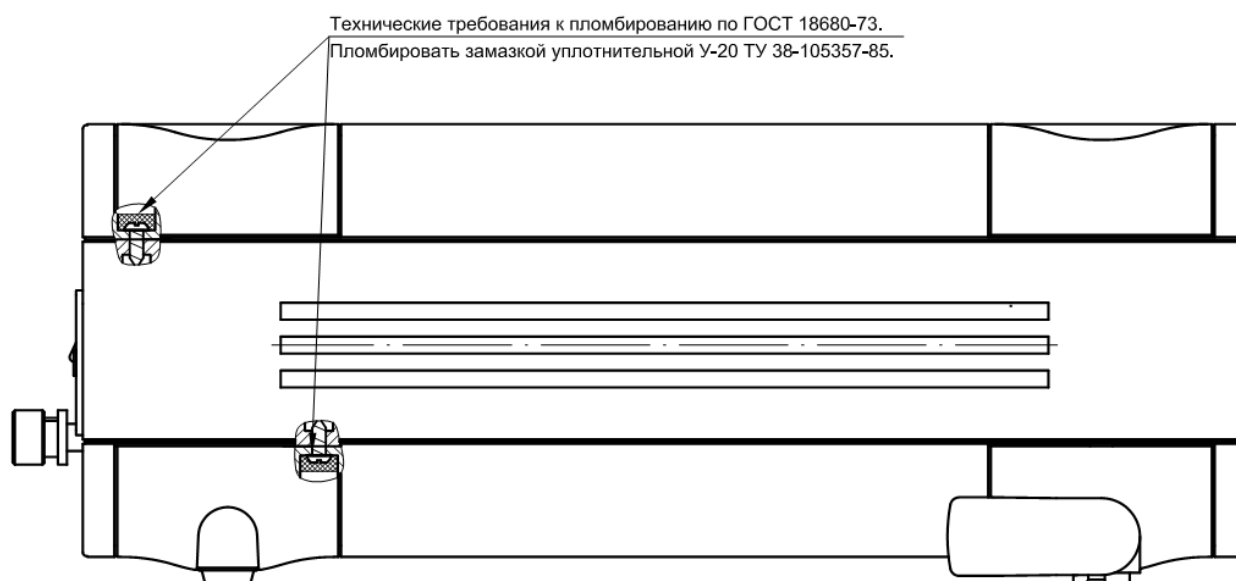
Установка режима, рабочей частоты и амплитуды выходного сигнала, а также отображение параметров на ЖК дисплее осуществляет плата управления и индикации. Генератор имеет возможность подключения к компьютеру с использованием интерфейсов USB или RS-232. Генератор имеет возможность работы от внешнего опорного генератора частотой 10 МГц, амплитудой 1 В на нагрузке 50 Ом.

Конструктивно генераторы выполнены в виде моноблока. Управление изменением выходных характеристик обеспечивается с помощью кнопок управления, расположенных на лицевой панели. Сигнал с установленными характеристиками воспроизводится на основном выходе с согласованной нагрузкой 50 Ом. Модификация Г4-231/1 отличается погрешностью установки уровня выходной мощности генератора.

Общий вид генераторов представлен на рисунке 1. Места пломбирования и нанесения поверительных клейм указаны на рисунке 2.



Рисунок 1. Общий вид генераторов



Поверительное клеймо в виде наклейки наносится на свободное место на лицевой панели

Рисунок 2. Места пломбирования и нанесения поверительных клейм

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) генераторов записывается в память программ управления микроконтроллера на этапе производства и в процессе эксплуатации генератора изменению не подлежит. Модификации генераторов имеют одинаковое ПО.

ПО не влияет на метрологические характеристики и осуществляет установку внутренней конфигурации составных частей генератора, обеспечивая при этом соответствие режима его работы режиму, заданному оператором на лицевой панели или через интерфейсы USB или RS 232

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных действий соответствует уровню "С" по МИ 3286-2010".

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

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
Встроенное программное обеспечение генератора сигналов Г4-231	G4-231_v1	1.02	0xCBF2	CRC-16

Метрологические и технические характеристики

- Рабочий диапазон частот, ГГц от 1,0 до 10;
- Минимальный индицируемый шаг перестройки по частоте, ГГц 0,01;
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты, Гц $\pm 5 \cdot 10^{-8} f_n$,
где f_n - несущая частота генератора;
- Нестабильность частоты:
в диапазоне температур от 5 ÷ 40 °С, не более $\pm 5 \cdot 10^{-8}$,
за год, не более $\pm 5 \cdot 10^{-8}$;
- Фазовый шум при отстройке от несущей
на 10 Гц (от 1,0 ГГц до 8,0 ГГц), дБн/Гц, не более минус 60,
на 10 Гц (от 8,0 ГГц до 10,0 ГГц), дБн/Гц, не более минус 55,
на 10 кГц, дБн/Гц, не более минус 70;
- Максимальная мощность выходного сигнала, дБм (мВт), не менее 14 (25);
- Диапазон регулировки выходной мощности:
с встроенным аттенюатором, дБм от плюс 14 до минус 60,
с внешним аттенюатором из комплекта поставки, дБм от минус 16 до минус 90;
- Относительный уровень паразитных, гармонических и комбинационных спектральных составляющих в спектре выходного сигнала, дБ, не более минус 40;
- Шаг установки выходной мощности (для всех режимов), дБм 0,1;
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности, дБм
генератора Г4-231 $\pm (0,2 + 0,03 \cdot P)$,
генератора Г4-231/1 $\pm (0,45 + 0,08 \cdot P)$,
где P – значение установленной выходной мощности в дБм;
- Относительная нестабильность уровня выходной мощности за 15 минутный интервал, дБм, не более $\pm 0,2$;
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 14 дБм в рабочем диапазоне частот, дБм $\pm 0,6$;
- Генератор обеспечивает следующие характеристики в режиме внутренней и внешней амплитудно-импульсной модуляции:
 - диапазон длительности модулирующего импульса, мкс от 0,1 до $5 \cdot 10^5$,
 - скважность модулирующего импульса, не менее 2,
 - длительность фронтов радиоимпульса, мкс, не более 0,05,
 - диапазон устанавливаемого периода следования радиоимпульсов, мкс от 0,2 до $1,0 \cdot 10^6$,
 - пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длительности модулирующих импульсов, мкс $\pm (0,05 + 0,001 \cdot \tau)$,
где τ – установленная длительность импульса,

- пределы допускаемой абсолютной погрешности установки периода следования модулирующих импульсов, мкс $\pm (0,05+0,001 \cdot T)$,
где T – установленный период следования импульсов,
- затухание между радиоимпульсами, дБ, не менее 40 дБ;
- Генератор обеспечивает следующие характеристики в режиме линейной частотной модуляции:
 - диапазон устанавливаемого периода следования модулирующих импульсов, мкс от 100 до $5 \cdot 10^5$,
 - минимальный шаг установки периода следования модулирующих импульсов, мкс 1,0,
 - пределы допускаемой абсолютной погрешности установки периода следования модулирующих импульсов, мкс $\pm 0,01 \cdot T_{уст.}$,
где $T_{уст.}$ - значение устанавливаемого периода, в мкс,
 - диапазон девиации частоты в диапазоне частот выходных сигналов генератора от 1,0 до 1,25 ГГц, кГц от 1,25 до 1250,
 - минимальный шаг девиации частоты в диапазоне частот выходных сигналов генератора от 1,0 до 1,25 ГГц, 10 Гц,
 - диапазон девиации частоты в диапазоне частот выходных сигналов генератора от 1,25 до 2,5 ГГц, кГц от 2,5 до 2500,
 - минимальный шаг девиации частоты в диапазоне частот выходных сигналов генератора от 1,25 до 2,5 ГГц, 10 Гц,
 - диапазон девиации частоты в диапазоне частот выходных сигналов генератора от 2,5 до 5,0 ГГц, кГц от 5 до 5000,
 - минимальный шаг девиации частоты в диапазоне частот выходных сигналов генератора от 2,5 до 5,0 ГГц, 10 Гц,
 - диапазон девиации частоты в диапазоне частот выходных сигналов генератора от 5,0 до 10,0 ГГц, кГц от 10 до 10000,
 - минимальный шаг девиации частоты в диапазоне частот выходных сигналов генератора от 5,0 до 10,0 ГГц, 10 Гц,
 - пределы допускаемой абсолютной погрешности установки величины девиации частоты, Гц $\pm 0,01 \cdot \Delta F$,
где ΔF значение устанавливаемой девиации частоты в Гц;
- Генератор обеспечивает работу с последовательными интерфейсами USB 1.1 и RS-232.
- Генератор обеспечивает работу от внешнего опорного генератора частотой 10 МГц, амплитудой 1 В на нагрузке 50 Ом.
- Нормальные условия эксплуатации:
 - температура окружающего воздуха, °C (23 ± 3),
 - относительная влажность, % (65 ± 15),
 - атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84 - 106 (630 - 795),
 - напряжение питающей сети, В (220 ± 22),
 - частота напряжения питания, Гц (50 ± 1);
- Рабочие условия эксплуатации:
 - температура окружающего воздуха, °C от 5 до 40,
 - относительная влажность при температуре 30 °C, %, не более 90,
 - атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84 - 106 (630 - 795),
 - напряжение питающей сети, В (220 ± 22),
 - частота напряжения питания, Гц (50 ± 2);
- Время установления рабочего режима, мин, не более 15;
- Время непрерывной работы при сохранении электрических параметров в пределах установленных норм, час, не менее 24;

- Электрическая изоляция выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение синусоидальной формы частотой 50 Гц между сетевыми цепями и корпусом прибора:
 - при нормальных условиях, В, не менее 1500,
 - при повышенной влажности, В, не менее 900;
- Электрическое сопротивление изоляции между цепями питания прибора и его корпусом:
 - в нормальных условиях применения, МОм, не менее 20,
 - при повышенной температуре, МОм, не менее 5,
 - при повышенной влажности окружающего воздуха МОм, не менее 1;
- Электрическое сопротивление между заземляющим контактом сетевой вилки и корпусом генератора, Ом, не более 0,1;
- По уровню создаваемых промышленных радиопомех генератор соответствует требованиям электромагнитной совместимости ГОСТ Р 51522, ГОСТ Р 51317.3.2, ГОСТ Р 51317.3.3. Напряжение промышленных радиопомех (ИРП), создаваемых генератором, не превышает значений, приведенных в таблице 2. Напряженность поля промышленных радиопомех, создаваемых прибором не превышает, значений приведенных в таблице 3.

Таблица 2 - Допускаемые значения напряжения ИРП

Полоса частот, МГц	Напряжение U_c , дБ (относительно 1 мкВ)	
	Квазипиковое значение	Среднее значение
0,15 – 0,5	66 - 56	56 – 46
0,5 – 5	56	46
5 – 30	60	50

Примечания.
 1 На граничной частоте нормой является меньшее значение напряжения ИРП.
 2 В полосе частот от 0,15 до 0,5 МГц допустимые значения напряжения вычисляют как:
 $U_c = 66 - 19,1 \lg f / 0,15$ для квазипиковых значений и $U_c = 56 - 19,1 \lg f / 0,15$ для средних значений, где f – частота измерений в мегагерцах

Таблица 3 - Допускаемые значения напряженности поля ИРП

Полоса частот, МГц	Напряженность поля при измерительном расстоянии 10 м, дБ (относительно 1 мкВ/м), квазипиковое значение
30 – 230	30
230 – 1000	37

Примечание – На граничной частоте нормой является меньшее значение напряженности поля ИРП

- по устойчивости к климатическим и механическим воздействиям генератор соответствует ГОСТ 22261 группа 3;

Требования не предъявляются (испытания не проводятся) к стойкости, прочности и устойчивости к следующим внешним воздействующим факторам: пониженной влажности, солнечному излучению, атмосферным выпадающим и конденсированным осадкам, соляному туману, плесневым грибам, статической и динамической пыли, рабочим дегазирующим растворами и агрессивным средам;

- Генератор обеспечивает следующие параметры надежности, долговечности и ремонтно-пригодности:
 - средняя наработка на отказ, ч, не менее 20000,
 - гамма-процентный ресурс при $\gamma = 90 \%$, ч, не менее 20000,
 - гамма-процентный срок службы прибора при $\gamma = 80 \%$, лет, не менее 15,
 - гамма-процентный срок сохраняемости для отапливаемых хранилищ, лет, не менее 10,
 - для неотапливаемых хранилищ при $\gamma = 80 \%$, лет, не менее 5,
 - среднее время восстановления работоспособного состояния, ч, не более 3;
- Мощность, потребляемая от сети питания при номинальном напряжении, ВА, не более 40;
- Масса генератора, кг, не более 5;
- Габаритные размеры генератора (длина x ширина x высота), мм, не более 317 x 288 x 132.

Знак утверждения типа

наносят на переднюю панель генератора методом офсетной печати, на титульный лист руководства по эксплуатации и формуляра – типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность генератора указана в таблице 4.

Таблица 4 – Состав комплекта поставки генератора

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
МЕРА.411645.012	Генератор сигналов Г4-231	1	
<u>Запасные части и принадлежности (ЗИП)</u>			
МЕРА.323366.005	Кейс «BESKIN» арт.1019, черный	1	Для хранения
МЕРА.685621.107	Кабель соединительный	1	СТЫК С2, RS 232
USB A-B 1,8m	Кабель соединительный	1	USB A-B
МЕРА.685061.006	Кабель соединительный	1	7/3,04 – 7/3,04
МЕРА.685061.007	Кабель соединительный	1	Байонет–байонет
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,25А 250 В	2	Сетевая
SCZ-1R	Шнур соединительный	1	Сетевой
XB2.243.157-07	Аттенюатор 30 дБ	1	
<u>Эксплуатационная документация</u>			
МЕРА.411645.011РЭ	Генераторы сигналов Г4-231, Г4-231/1. Руководство по эксплуатации.	1	
МЕРА.411645.011ФО	Генераторы сигналов Г4-231, Г4-231/1. Формуляр	1	

Поверка

осуществляется по методике поверки, изложенной в разделе 13 МЕРА.411645.011 РЭ «Генераторы сигналов Г4-231, Г4-231/1. Руководство по эксплуатации» и утвержденной ГЦИ СИ ФБУ «Краснодарский ЦСМ» 26 ноября 2011г.

Основные средства поверки:

- частотомер ЧЗ-66, измерение частоты в диапазоне от 1,0 ГГц до 10,0 ГГц, стабильность опорного генератора $\pm 5 \cdot 10^{-7}$;
- стандарт частоты и времени СЧВ-74, измерение частоты в диапазоне от 1,0 ГГц до 10,0 ГГц, стабильность опорного генератора $\pm 3,65 \cdot 10^{-10}$;
- анализатор спектра СК4-БЕЛАН 32, измерение спектральных характеристик в полосе частот от 1,0 ГГц до 3,2 ГГц, погрешность измерения частоты $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ от измеряемого значения, погрешность измерения уровней сигналов $\pm 1,2$ дБ;
- ваттметр поглощаемой мощности МЗ-51, измерение мощности в диапазоне от 1,0 мВт до 10 мВт в диапазоне частот от 1,0 ГГц до 10,0 ГГц, погрешность измерения (4-6) %;

- ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54, измерение мощности в диапазоне от 100 мкВт до 1 Вт в диапазоне частот от 1,0 ГГц до 10,0 ГГц, погрешность измерения (4-6) %;
- ваттметр поглощаемой мощности NRP-Z56, измерение мощности в диапазоне от 0,3 мкВт до 100 мВт в диапазоне частот от 1,0 ГГц до 10,0 ГГц, погрешность измерения (0,9-2,8) %.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика воспроизведения немодулированных колебаний в диапазоне частот от 1 ГГц до 10 ГГц и колебаний с частотной, амплитудной, фазовой и импульсной модуляцией описана в документе МЕРА.411645.011 РЭ «Генераторы сигналов Г4-231, Г4-231/1. Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к генераторам сигналов Г4-231

1. ГОСТ 22261-94 «Средства измерения электрических и магнитных величин. Общие технические условия».
2. ГОСТ Р 8.562-07 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений мощности и напряжения переменного тока синусоидальных электромагнитных колебаний».
3. ГОСТ 8.129-99 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты».
4. ГОСТ Р 51317.3.2-2006 «Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе)».
5. ГОСТ Р 51317.3.3-2008 «Совместимость технических средств электромагнитная. Колебания напряжения и фликер, вызываемые техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным системам электроснабжения».
6. ГОСТ Р 51522-99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний».
7. МЕРА.411645.011.ТУ «Генераторы сигналов Г4-231, Г4-231/1. Технические условия».
8. МЕРА.411645.011 РЭ Генераторы сигналов Г4-231, Г4-231/1. Руководство по эксплуатации, раздел 13 «Методика поверки», утвержденный ГЦИ СИ ФБУ «Краснодарский ЦСМ» 26 ноября 2011г.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Применяются при выполнении работ и (или) оказании услуг по обеспечению единства измерений.

Изготовитель

Закрытое акционерное общество «Научно-производственная компания «МЕРА» (ЗАО «НПК «МЕРА»)
Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 5. Тел.: (861)252-11-41, факс 275-99-53.

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений ФБУ «Краснодарский ЦСМ» Регистрационный номер № 30021-10, по Государственному реестру. Россия, 350040, г. Краснодар, ул. Айвазовского, д. 104а. Тел.: (861)233-76-50, факс 233-85-86.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.

«_____» _____ 2012г.