

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А. Н. Новиков

« 02 » ноября 2024 г.

«ГСИ. Генераторы сигналов специальной формы АКИП-3433.  
Методика поверки»

МП-ПР-35-2024

Москва  
2024

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов специальной формы АКИП-3433 (далее по тексту – генераторы) и устанавливает методы и средства их поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых генераторов к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени – ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложении А.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверок генераторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	да	да	Раздел 6
2 Подготовка к поверке и опробование	да	да	Раздел 7
3 Проверка программного обеспечения	да	да	Раздел 8
4 Определение относительной погрешности установки частоты	да	да	9.1
5 Определение погрешности установки длительности импульсного сигнала	да	да	9.2
6 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала синусоидальной формы	да	да	9.3
7 Определение абсолютной погрешности установки уровня постоянного смещения	да	да	9.4
8 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) сигнала синусоидальной формы относительно частоты 10 кГц	да	да	9.5
9 Определение уровня гармоник в выходном синусоидальном сигнале по отношению к уровню несущей	да	да	9.6
10 Определение суммарных гармонических искажений в диапазоне частот от 50 Гц до 20 кГц	да	да	9.7
11 Определение длительности фронта и среза сигналов прямоугольной формы	да	да	9.8
12 Оформление результатов поверки	да	да	Раздел 10



### 3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность от 20 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питающей сети от 200 до 240 В;
- частота питающей сети от 47 до 63 Гц.

### 4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.1, 9.2	Эталон единицы времени и частоты не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты в диапазоне частот от 0,002 Гц до 600 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты при синхронизации от стандарта частоты рубидиевого $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ .	Частотомер универсальный CNT-90 (рег. № 70888-18)
9.1, 9.2	Эталон единицы частоты не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты в диапазоне частот от 5 до 10 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ .	Стандарты частоты рубидиевые FS 725 рег. № 31222-06
9.3, 9.4	Мультиметр цифровой. Пределы измерений напряжения постоянного тока от 0,1 до 1000 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm (3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ .	Мультиметр цифровой 34465A (рег. № 63371-16)
9.5	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ. Частотный диапазон от 8 кГц до 1000 МГц, пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^2$ мВт $\pm 2,5$ %.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-18T (рег. № 69958-17)
9.6	Анализатор спектра. Диапазон частот от 3 Гц до 50 ГГц, гармонические искажения не более -70 дБн, уровень собственных фазовых шумов не более -129 дБн/Гц при отстройке от несущей.	Анализатор сигналов N9030A (рег. № 51073-12)
9.7	Измеритель нелинейных искажений. Частотный диапазон от 5 Гц до 200 кГц, диапазон измеряемых коэффициентов гармоник от 0,00001 до 100 %. Пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm (0,02 \cdot K_r)$ %	Измеритель нелинейных искажений Boonton 1121 (рег. № 61867-15)
9.8	Полоса пропускания 1 ГГц, время нарастания переходной характеристики 450 пс.	Осциллограф цифровой запоминающий HDO6104AR (рег. № 68188-17)

Примечания:

1) Допускается использовать при поверке другие средства измерений утвержденного типа, поверенные и обеспечивающие соотношение погрешностей измерений не более 1/3 допускаемой погрешности определяемой метрологической характеристики СИ.



Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к вспомогательным средствам поверки	Перечень рекомендуемых вспомогательных средств поверки
9.2, 9.4, 9.6, 9.8	Нагрузка проходная с коннектором типа «BNC». Номинальное значение сопротивления 50 Ом.	Нагрузка проходная с коннектором типа «BNC».
9.7	Аттенуатор 10 дБ с коннектором типа «BNC». Номинальное значение сопротивления 50 Ом.	Аттенуатор 10 дБ с коннектором типа «BNC».
9.1 – 9.8	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
9.1 – 9.8	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 2%;	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
9.1 – 9.8	Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 30 до 120 кПа. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 300$ Па.	Манометр абсолютного давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
9.1 – 9.8	Средство измерений переменного напряжения. Диапазон измерений переменного напряжения от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения 0,2 %. Диапазон измерений частоты от 45 до 66 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты 0,1 %.	Прибор универсальный измерительный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
Примечание: Допускается использовать другие средства измерений утвержденного типа, поверенные и имеющие метрологические характеристики, аналогичные указанным в данной таблице.		

## 5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Минтруда России от 15 декабря 2020 года № 903н.

5.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по эксплуатации.

5.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

## 6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого генератора следующим требованиям:

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

6.2 При наличии дефектов поверяемый генератор бракуется и подлежит ремонту.



## 7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- средства поверки и поверяемый генератор должны быть подготовлены к работе согласно руководств по эксплуатации;
- контроль условий по обеспечению безопасности проведения поверки (раздел 5) должен быть выполнен перед началом поверки.
- контроль условий проведения поверки (раздел 3) должен быть выполнен перед началом поверки.

7.2 Опробование генераторов проводят путем проверки функционирования в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования генератор бракуется и направляется в ремонт.

## 8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверка идентификационных данных программного обеспечения генераторов осуществляется путем вывода на дисплей информации о версии программного обеспечения.

Для входа в меню информации генератора нажать кнопку **Utility** (выбрать вкладку **Utility**), в открывшемся меню выбрать пункт **System**, сравнить номер версии программного обеспечения, отображаемый в строке Software Version с приведенным в таблице 4.

Результат считается положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.01

## 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Периодическая поверка генераторов в случае их использования для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца генераторов, оформленного в произвольной форме. Пункты методики 9.1 – 9.8 являются обязательными к проведению.

### 9.1 Определение абсолютной погрешности установки частоты

Определение относительной погрешности установки частоты проводится методом прямых измерений при помощи частотомера универсального CNT-90. Измерения проводятся не менее чем на пяти частотах в диапазоне от 10 Гц до верхней границы диапазона частот генератора (рекомендованные частоты приведены в таблице 5).

9.1.1 Подключить выход канала 1 генератора к частотомеру согласно руководству по эксплуатации. Согласовать сопротивления входа частотомера и выхода генератора, установив одинаковые значения.

9.1.2 В меню генератора выбрать прямоугольную форму сигнала. Значение уровня сигнала установить равным 0.5 В (размах), значение частоты – равным 10 Гц. Включить выход генератора.

9.1.3 Зафиксировать значение частоты сигнала по показаниям частотомера.

9.1.4 Провести измерения по пп.9.1.2 – 9.1.3 для других значений частоты из таблицы 5. При измерениях до 100 кГц включительно на частотомере должен быть включен фильтр нижних частот 100 кГц. Для значений частоты сигнала 50 МГц и выше на генераторе установить синусоидальную форму сигнала.



Таблица 5

Установленное значение частоты сигнала	Показания частотомера	Абсолютная погрешность измерения
Каналы 1, 2, 3, 4		
10 Гц		
100 Гц		
1 кГц		
10 кГц		
100 кГц		
1 МГц		
10 МГц		
50 МГц		
100 МГц		
160 МГц <sup>1)</sup>		
200 МГц <sup>1)</sup>		
Каналы 1,2		
350 МГц <sup>1)</sup>		
400 МГц <sup>1)</sup>		
500 МГц <sup>1)</sup>		
600 МГц <sup>1)</sup>		
Примечание: <sup>1)</sup> Верхнее значение частоты устанавливается в зависимости от модификации генераторов и ограничивается верхним значением диапазона частот генератора		

9.1.5 Повторить операции по пп.9.1.1 – 9.1.4 для каналов 2 - 4 генератора.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если погрешность установки частоты сигнала не превышает допустимых пределов:

$\pm(f_r \cdot T_{оп})$ , где

$f_r$  – установленное значение частоты генератора;

$T_{оп}$  – погрешность частоты опорного генератора  $1 \cdot 10^{-6}$

## 9.2 Определение погрешности установки длительности импульсного сигнала

Определение погрешности установки длительности импульсного сигнала проводить методом прямых измерений при помощи частотомера CNT-90 в режиме накопления статистики не менее 100 результатов.

9.2.1 Подключить выход канала 1 генератора к частотомеру.

9.2.2 В настройках частотомера установить:

- режим измерения длительности импульсов;
- связь по постоянному току;
- сопротивление входа 50 Ом;
- время счета 1 с.

9.2.3 В настройках генератора установить:

- сопротивление выхода: 50 Ом;
- форма сигнала: импульсная;
- фронт и срез - минимальные значения;
- уровень сигнала: 2 В (размах);
- период сигнала: 40 нс;
- длительность импульса 16,3 нс.

Включить выход генератора.

9.2.4 На частотомере установить уровень запуска 0,0 В.

9.2.5 Зафиксировать значение длительности импульсов по показаниям частотомера.

9.2.6 Повторить измерения по пп.9.2.3 – 9.2.4 для значений длительности импульса: 1 мкс, 100 мкс, 1 мс, 500 мс, устанавливая период не менее  $2 \cdot t$ , где  $t$  – значение длительности.

9.2.7 Абсолютную погрешность установки длительности импульсов  $\Delta t$  рассчитать по формуле (1):

$$\Delta t = t_z - t_q \quad (1), \text{ где}$$

$t_z$  – значение длительности импульсов, установленное на генераторе, нс;

$t_q$  – значение длительности импульсов, измеренное при помощи частотомера, нс.

9.2.8 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если погрешность установки длительности импульсного сигнала не превышает значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Значение установленной длительности импульсов	Нижний предел	Верхний предел
16,3 нс	13,8 нс	18,8 нс
1 мкс	0,995 мкс	1,005 мкс
100 мкс	99,99 мкс	100,01 мкс
1 мс	0,999 мс	1,001 мс
500 мс	499,95 мс	500,05 мс

9.2.9 Повторить операции по пп. 9.2.1 – 9.2.7 для каналов 2 - 4 генератора.

### 9.3 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала синусоидальной формы

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала синусоидальной формы проводится методом прямых измерений при помощи мультиметра цифрового 34465А.

9.3.1 Подключить выход канала 1 генератора к мультиметру.

9.3.2 В настройках генератора установить:

- форма сигнала: синусоидальная;
- частота сигнала: 1 кГц;
- сопротивление выхода: HighZ;
- уровень сигнала: 20 В (размах).

Включить выход генератора.

9.3.3 Зафиксировать значение уровня по показаниям мультиметра. Рассчитать значение уровня от пика до пика  $U_{изм}$ , умножив результат измерения на 2,828.

9.3.4 Повторить измерения по пп.9.3.2 – 9.3.3 для значений уровня сигнала 20 мВ, 200 мВ, 500 мВ, 900 мВ, 2В, 4В, 8В, 16 В.

9.3.5 Погрешность установки уровня  $\Delta U$  определить по формуле (2):

$$\Delta U = U_{уст} - U_{изм} \quad (2), \text{ где}$$

$U_{уст}$  – установленное на генераторе значение уровня, В;

$U_{изм}$  – значение уровня, рассчитанное по п.9.3.3.

9.3.5 Повторить операции по пп.9.3.1 – 9.3.5 для каналов 2 - 4 генератора.



Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если погрешность не превышает допусковых пределов:  $\pm(0,01 \cdot U_{\text{уст}} + 1 \cdot 10^{-3})$ , В.

#### 9.4 Определение абсолютной погрешности установки уровня постоянного смещения

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала синусоидальной формы проводится методом прямых измерений при помощи мультиметра цифрового 34465А.

9.4.1 Подключить выход канала 1 генератора к мультиметру.

9.4.2 В настройках генератора в соответствии с руководством по эксплуатации установить:

- форма сигнала: синусоидальная;
- частота сигнала: 10 МГц;
- сопротивление выхода: HighZ;
- уровень сигнала: 2 мВ (размах);
- напряжения постоянного смещения 9,999 В.

9.4.3 Перевести мультиметр в режим измерения напряжения постоянного тока и измерить установленное значение смещения.

9.4.4 Повторить операции по пунктам 9.4.2 – 9.4.3 для значений смещения: 4,999В, 1В, 500 мВ, 100 мВ, 0 мВ, -100 мВ, -500 мВ, -1 В, -4,999В, -9,999В.

9.4.5 Повторить операции по пунктам 9.4.2 – 9.4.4 для каналов 2 - 4 генератора.

Таблица 6

Значение установленного на генераторе смещения	Показания мультиметра				Нижний предел	Верхний предел
	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
9,999 В					9,898	10,101
4,999 В					4,948	5,051
1,000 В					0,989	1,011
500 мВ					494	506
100 мВ					98	102
0 мВ					-1	1
-100 мВ					-102	-98
-500 мВ					-506	-494
-1,000 В					-1,011	-0,989
-4,999 В					-5,051	-4,948
-9,999 В					-10,101	-9,898

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если погрешность не превышает допусковых пределов:  $\pm(0,01 \cdot U_{\text{смещ}} + 1 \cdot 10^{-3})$ , В.

#### 9.5 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) сигнала синусоидальной формы относительно частоты 10 кГц

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) сигнала синусоидальной формы относительно частоты 10 кГц проводится методом прямых измерений при помощи ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP-18Т.

9.5.1 Подключить выход канала 1 генератора к ваттметру.

9.5.2 В настройках генератора установить:

- сопротивление выхода: 50 Ом;
- форма сигнала: синусоидальная;
- частота сигнала: 10 кГц;
- уровень сигнала: 0,5 В (размах);



Включить выход генератора.

9.5.3 Измерив установленное значение уровня сигнала ваттметром, занести показания в таблицу 7 в качестве опорного значения уровня на частоте 10 кГц ( $P_o$ ).

9.5.4 Провести измерение установленного значения уровня сигнала для частот в соответствии с таблицей 7, при этом верхняя граница установленной частоты определяется в зависимости от модификации генератора.

Таблица 7

Значение частоты, установленное на генераторе	Значение уровня, измеренное ваттметром, дБм	Значение $\Delta_{ачх}$ , дБм	Допустимое отклонение, не более, дБм
Каналы 1, 2, 3, 4			
10 кГц ( $P_o$ )			0,1
50 кГц			
100 кГц			
1 МГц			
10 МГц			
50 МГц			0,2
100 МГц			
160 МГц			
180 МГц <sup>1)</sup>			0,4
200 МГц <sup>1)</sup>			
Каналы 1, 2			
300 МГц			0,4
350 МГц			
400 МГц <sup>1)</sup>			0,8
500 МГц <sup>1)</sup>			
600 МГц <sup>1)</sup>			
Примечание: <sup>1)</sup> Верхнее значение частоты устанавливается в зависимости от модификации генераторов и ограничивается верхним значением диапазона частот генератора.			

9.5.5 Неравномерность амплитудно-частотной характеристики  $\Delta_{ачх}$  определить по формуле (3):

$$\Delta_{ачх} = P_{изм} - P_o \quad (3), \text{ где}$$

$P_{изм}$  – измеренное значение уровня сигнала, дБм;

$P_o$  – опорное значение уровня сигнала, дБм.

9.5.6 Повторить операции по пп.9.5.1 – 9.5.5 для каналов 2 - 4 генератора.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если неравномерность АЧХ не превышает допустимых пределов, указанных в таблице 7.

## 9.6 Определение уровня гармоник в выходном синусоидальном сигнале по отношению к уровню несущей

Определение уровня гармоник в выходном синусоидальном сигнале по отношению к уровню несущей проводится методом прямых измерений при помощи анализатора сигналов N9030A.

9.6.1 Подключить выход канала 1 генератора к анализатору.

9.6.2 В настройках генератора установить:

- сопротивление выхода: 50 Ом;
  - форма сигнала: синусоидальная;
  - уровень сигнала: 0 дБм.
- Включить выход генератора.

9.6.3 Провести измерения на частотах, приведенных в таблице 8.

9.6.4 Измерить установленное значение уровня несущей с помощью анализатора и занести его в таблицу 8 в качестве опорного значения, по отношению к которому будут измеряться уровни гармоник.

Таблица 8

Значения частоты сигнала на выходе генератора	Измеренное значение уровня несущей, дБм	Измеренный уровень гармонических составляющих, дБн	Допустимые значения уровня гармонических составляющих, не более, дБн
Каналы 1, 2, 3, 4			
100 кГц			-65
10 МГц			-65
20 МГц			-60
60 МГц			-55
150 МГц			-40
160 МГц			-35
200 МГц <sup>1)</sup>			-35
Каналы 1, 2			
350 МГц			-28
500 МГц <sup>1)</sup>			-28
600 МГц <sup>1)</sup>			-28
Примечания:			
<sup>1)</sup> Верхнее значение частоты устанавливается в зависимости от модификации генераторов и ограничивается верхним значением диапазона частот генератора.			

9.6.5 Для определения уровня гармонических составляющих установить на анализаторе начальную частоту меньше частоты основной гармоники, конечную частоту больше частоты третьей гармоники. Установить полосу пропускания фильтра промежуточной частоты (ПЧ) анализатора оптимальную для наблюдения уровня гармоник и скорости развертки согласно руководству по эксплуатации на анализатор. При измерении в полосе частот до 20 МГц полосу фильтра ПЧ рекомендуется устанавливать не более 120 Гц, при измерениях в полосе свыше 20 МГц полосу фильтра ПЧ рекомендуется устанавливать от 1 кГц и более.

9.6.6 Измерения гармонических искажений проводить для второй и третьей гармоники.

9.6.7 Маркер анализатора установить на установленную на поверяемом генераторе частоту основной гармоники (при помощи функции анализатора «поиск пика»). Войти в меню установки маркеров анализатора, выбрать функцию дельта-маркера. Устанавливая маркер на частоты второй и третьей гармонической составляющей, измерить уровни гармонических составляющих относительно несущей, выбрать значение максимальной гармоники.

9.6.8 Провести измерения по пп.9.6.5 – 9.6.7 для остальных значений частоты в соответствии с таблицей 8.

9.6.9 Повторить операции по пп.9.6.1 – 9.6.8 для каналов 2 - 4 генератора.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если уровень гармонических составляющих относительно основной гармоники не превышает значений, указанных в таблице 8.



### **9.7 Определение суммарных гармонических искажений в диапазоне частот от 50 Гц до 20 кГц**

Определение суммарных гармонических искажений в диапазоне частот от 50 Гц до 20 кГц проводится методом прямых измерений при помощи измерителя нелинейных искажений Boonton 1121.

9.7.1 Подключить выход канала 1 генератора к измерителю нелинейных искажений через проходную нагрузку 50 Ом.

9.7.2 В настройках генератора установить:

- сопротивление выхода: 50 Ом;
- форма сигнала: синусоидальная;
- частота сигнала: 50 Гц;
- уровень сигнала: 0 дБм;

Включить выход генератора.

9.7.3 На измерителе включить автоматический режим измерения коэффициента гармоник.

9.7.4 Зафиксировать значение коэффициента гармоник по показаниям измерителя.

9.7.5 Повторить измерения по пп.9.7.2 – 9.7.4 на частотах: 100 Гц, 500 Гц, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 15 кГц 20 кГц.

9.7.6 Повторить операции по пп.9.7.1 – 9.7.5 для каналов 2 - 4 генератора.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если результаты измерений не превышают допустимое значение 0,08 %.

### **9.8 Определение длительности фронта и среза сигналов импульсной формы**

Определение длительности фронта и среза сигналов прямоугольной формы проводится методом прямых измерений при помощи осциллографа HDO6104AR.

9.8.1 Подключить выход канала 1 генератора к осциллографу.

9.8.2 Установить входной импеданс осциллографа 50 Ом.

9.8.3 В настройках генератора установить:

- сопротивление выхода: 50 Ом;
- форма сигнала: импульс;
- частота сигнала: 1 МГц;
- фронт и срез - минимальные значения;
- скважность: 50%;
- уровень сигнала: 1 В (размах).

Включить выход генератора.

9.8.4 На осциллографе установить коэффициент отклонения таким образом, чтобы уровень сигнала соответствовал пяти делениям.

9.8.5 Измерить при помощи автоматических измерений осциллографа длительность фронта и среза сигнала прямоугольной формы на уровне от 10 % до 90 %.

9.8.6 Измерить при помощи автоматических измерений осциллографа изменения выброса фронта и среза сигнала прямоугольной формы.

9.8.7 Повторить операции по пп.9.8.1 – 9.8.6 для каналов 2 - 4 генератора.

Результаты поверки считать положительными, если действительное значение длительности фронта и среза импульсного сигнала, а также значение выброса не превышает допустимых пределов, указанных в таблице 9.

Таблица 9

Тип генератора	Действительное значение длительности фронта и среза, не более, нс		Действительное значение выброса, не более, %,
	Канал 1, 2	Канал 3, 4	
АКИП-3433/1	2,2	6,5	3,5
АКИП-3433/2	2,2	5,7	3,5
АКИП-3433/3	1,3	5,7	3,5

## 10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

10.2 По заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке, содержащем информацию в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на СИ знака поверки.

10.3 По заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку, отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений, содержащем информацию в соответствии с действующим законодательством.

10.4 Протоколы поверки оформляются по произвольной форме по заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку.

Начальник отдела испытаний АО «ПриСТ»

О. В. Котельник

Ведущий инженер по метрологии  
отдела испытаний АО «ПриСТ»

Ю. А. Буренков



# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица 1А – Метрологические характеристики генераторов сигналов специальной формы АКИП-3433 (выходные параметры)

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности опорной частоты	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Выходное сопротивление каналов 1,2, 3 и 4, Ом	50; $1 \cdot 10^6$
<p>Диапазон установки уровня выходного сигнала на высокоомном выходе каналов 1 и 2 в диапазоне частот сигнала, В<sub>п-п</sub><sup>1)</sup>:</p> <p>до 40 МГц включ.</p> <p>св. 40 до 120 МГц включ.</p> <p>св. 120 до 160 МГц включ.</p> <p>св. 160 до 300 МГц включ.</p> <p>св. 300 до 400 МГц включ.</p> <p>св. 400 до 500 МГц включ.</p> <p>св. 500 до 600 МГц включ.</p>	<p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 20,0</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 10,0</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 5,0</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 4,0</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 2,5</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 1,5</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 1,0</p>
<p>Диапазон установки уровня выходного сигнала на высокоомном выходе каналов 3 и 4 в диапазоне частот сигнала, В<sub>п-п</sub>:</p> <p>до 20 МГц включ.</p> <p>св. 20 до 80 МГц включ.</p> <p>св. 20 до 120 МГц включ.</p> <p>св. 120 до 200 МГц включ.</p>	<p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 20,0</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 10,0</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 5,0</p> <p>от <math>2,0 \cdot 10^{-3}</math> до 3,0</p>
<p>Диапазон установки уровня выходного сигнала на 50 Ом выходе каналов 1 и 2 в диапазоне частот сигнала, В<sub>п-п</sub>:</p> <p>до 40 МГц включ.</p> <p>св. 40 до 120 МГц включ.</p> <p>св. 120 до 160 МГц включ.</p> <p>св. 160 до 300 МГц включ.</p> <p>св. 300 до 400 МГц включ.</p> <p>св. 400 до 500 МГц включ.</p> <p>св. 500 до 600 МГц включ.</p>	<p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 10,0</p> <p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 5,0</p> <p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 2,5</p> <p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 2,0</p> <p>от <math>1,00 \cdot 10^{-3}</math> до 1,25</p> <p>от <math>1,00 \cdot 10^{-3}</math> до 0,75</p> <p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 0,5</p>
<p>Диапазон установки уровня выходного сигнала на 50 Ом выходе каналов 3 и 4 в диапазоне частот сигнала, В<sub>п-п</sub>:</p> <p>до 20 МГц включ.</p> <p>св. 20 до 80 МГц включ.</p> <p>св. 20 до 120 МГц включ.</p> <p>св. 120 до 200 МГц включ.</p>	<p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 10,0</p> <p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 5,0</p> <p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 2,5</p> <p>от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до 2,0</p>
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня сигнала (синусоидальная форма, частота 1 кГц, уровень не менее 10 мВ <sub>п-п</sub> ), В <sub>п-п</sub>	$\pm (0,01 \cdot U_{уст}^2 + 0,001)$
<p>Диапазон установки уровня смещения постоянного напряжения, В:</p> <p>на высокоомном выходе</p> <p>на 50 Ом выходе</p>	<p>от -10 до +10</p> <p>от -5 до +5</p>
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня смещения постоянного напряжения, В	$\pm (0,01 \cdot U_{смещ}^2 + 0,001)$
<p>Примечание:</p> <p><sup>1)</sup> здесь и далее В<sub>п-п</sub> – значение установки уровня выходного напряжения, В, размах;</p> <p><sup>2)</sup> U<sub>уст</sub> – значение переменного напряжения, В;</p> <p><sup>3)</sup> U<sub>смещ</sub> – значение напряжения постоянного смещения, В;</p>	

Таблица 2А – Метрологические характеристики генераторов сигналов специальной формы АКИП-3433 (стандартные формы сигналов)

Наименование характеристики	Значение
<b>СИНУСОИДАЛЬНАЯ ФОРМА СИГНАЛА</b>	
Диапазон частот для каналов 1 и 2, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $3,5 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $5,0 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $6,0 \cdot 10^8$
Диапазон частот для каналов 3 и 4, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,6 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^8$
Гармонические искажения на выходе каналов 1 и 2, уровень 0 дБм <sup>1)</sup> , в диапазоне частот, дБн <sup>2)</sup> , не более: до 10 МГц включ. св. 10 до 60 МГц включ. св. 60 до 150 МГц включ. св. 150 до 200 МГц включ. св. 200 до 600 МГц включ.	-65 -55 -40 -35 -28
Гармонические искажения на выходе каналов 3 и 4, уровень 0 дБм, в диапазоне частот, дБн, не более: до 10 МГц включ. св. 10 до 80 МГц включ. св. 80 до 100 МГц включ. св. 100 до 200 МГц включ.	-65 -55 -40 -35
Коэффициент гармонических искажений, %, не более	0,08
Неравномерность АЧХ относительно 1 кГц в диапазоне частот, дБ, не более до 10 МГц включ. св. 10 до 160 МГц включ. св. 160 до 350 МГц включ. св. 350 до 600 МГц включ.	0,1 0,2 0,4 0,8
Плотность фазовых шумов, уровень 0 дБм, отстройка 10 кГц от несущей 10 МГц, дБн/Гц, не более	-125
<b>ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ФОРМА СИГНАЛА</b>	
Диапазон частот для каналов 1 и 2, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ Гц до $1,2 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ Гц до $1,6 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ Гц до $2,0 \cdot 10^8$
Диапазон частот для каналов 3 и 4, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $5,0 \cdot 10^7$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $6,0 \cdot 10^7$
Минимальная длительность фронта/ среза импульса для каналов 1 и 2, уровень сигнала 1 В <sub>п-п</sub> , нагрузка 50 Ом, частота 1 кГц, нс, не более АКИП-3433/1, АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	2,2 1,3
Минимальная длительность фронта/ среза импульса для каналов 3 и 4, уровень сигнала 1 В <sub>п-п</sub> , нагрузка 50 Ом, частота 1 кГц, нс, не более АКИП-3433/1 АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	6,5 6,0 5,7



Продолжение таблицы 2А

Наименование характеристики	Значение
Выброс на вершине и паузе импульса (частота 1 МГц, уровень сигнала 1 В, нагрузка 50 Ом), %, не более	3,5
Диапазон изменения скважности, %	от 0,000001 до 99,999999
Минимальная длительность импульса для каналов 1 и 2, нс	2,4
Минимальная длительность импульса для каналов 3 и 4, нс	8,0
ПИЛОУБРАЗНАЯ, ТРЕУГОЛЬНАЯ ФОРМЫ СИГНАЛА	
Диапазон частот для каналов 1 и 2, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^7$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $3,0 \cdot 10^7$
Диапазон частот для каналов 3 и 4, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $8,0 \cdot 10^6$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,0 \cdot 10^7$
Симметрия, %	от 0,00 до 100,00
ИМПУЛЬСНАЯ ФОРМА СИГНАЛА	
Диапазон частот для каналов 1 и 2, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,6 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^8$
Диапазон частот для каналов 3 и 4, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $5,0 \cdot 10^7$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $6,0 \cdot 10^7$
Диапазон установки длительности фронта/ среза импульса для каналов 1 и 2, с АКИП-3433/1 АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	от $1,5 \cdot 10^{-9}$ до $1,0 \cdot 10^4$ от $1,5 \cdot 10^{-9}$ до $1,0 \cdot 10^4$ от $1,0 \cdot 10^{-9}$ до $1,0 \cdot 10^4$
Диапазон установки длительности фронта/ среза импульса для каналов 3 и 4, с АКИП-3433/1 АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	от $6,0 \cdot 10^{-9}$ до $2,0 \cdot 10^3$ от $5,0 \cdot 10^{-9}$ до $2,0 \cdot 10^3$ от $2,0 \cdot 10^{-9}$ до $1,0 \cdot 10^4$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длительности импульсного сигнала, нс, не более от 16,3 нс до 1,0 мкс от 1,0 мкс до 100,0 мкс от 100,0 мкс до 1,0 мс от 1,0 мс до 500,0 мс от 500,0 мс	$\pm 3,0$ $\pm 5,0$ $\pm 10,0$ $\pm 1,0 \cdot 10^3$ $\pm 5,0 \cdot 10^4$
Выброс на вершине и паузе импульса, частота 1 МГц, уровень сигнала 1 В, нагрузка 50 Ом, %, не более	3,5
Диапазон изменения скважности, %	от 0,000001 до 99,999999
Минимальная длительность импульса для каналов 1 и 2, нс	2,4
Минимальная длительность импульса для каналов 3 и 4, нс	8,0

Продолжение таблицы 2А

Наименование характеристики	Значение
<b>ПРОИЗВОЛЬНАЯ ФОРМА СИГНАЛА</b>	
Частота дискретизации для каналов 1 и 2, Выборка/с	$2,5 \cdot 10^9$
Частота дискретизации для каналов 3 и 4, Выборка/с	$6,25 \cdot 10^8$
Диапазон частот для каналов 1 и 2, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $8,0 \cdot 10^7$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,0 \cdot 10^8$
Диапазон частот для каналов 3 и 4, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $5,0 \cdot 10^7$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $6,0 \cdot 10^7$
Длина памяти для каналов 1 и 2, выборка	От 8 до $64 \cdot 10^6$
Длина памяти для каналов 3 и 4, выборка	$8 \cdot 10^3$
Вертикальное разрешение для каналов 1 и 2, бит АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	14 16
Вертикальное разрешение для каналов 3 и 4, бит	16
Примечания:	
1) дБм – уровень мощности в дБ относительно уровня 1 мВт;	
2) дБн – уровень мощности в дБ относительно уровня несущей;	

Таблица 3А – Метрологические характеристики генераторов сигналов специальной формы АКИП-3433 (модуляции)

Наименование характеристики	Значение
<b>Амплитудная модуляция (АМ)</b>	
Глубина модуляции АМ	от 0 до 120 %
Частота модуляции (внутренняя), Гц	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^6$
<b>Частотная модуляция (ЧМ)</b>	
Диапазон установки частоты девиации для каналов 1 и 2, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	от 0,00 до $1,75 \cdot 10^8$ от 0,0 до $2,5 \cdot 10^8$ от 0,0 до $3,0 \cdot 10^8$
Диапазон установки частоты девиации для каналов 3 и 4, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от 0,0 до $8,0 \cdot 10^7$ от 0,0 до $1,0 \cdot 10^8$
Частота модуляции (внутренняя), Гц	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^6$
<b>Фазовая модуляция (ФМ)</b>	
Диапазон установки фазы	от $0,00^\circ$ до $360,00^\circ$
Частота модуляции (внутренняя), Гц	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^6$
<b>Амплитудная/частотная/фазовая манипуляции (АМн/ЧМн/ФМн)</b>	
Частота модуляции (внутренняя), Гц	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^6$
<b>Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)</b>	
Диапазон частот модулирующего сигнала, Гц	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^6$



Продолжение таблицы 3А

Наименование характеристики	Значение
Качание по частоте (ГКЧ)	
Диапазон установки начальной/конечной частоты для каналов 1 и 2, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2 АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $3,5 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $5,0 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $6,0 \cdot 10^8$
Диапазон установки начальной/конечной частоты для каналов 3 и 4, Гц АКИП-3433/1 АКИП-3433/2, АКИП-3433/3	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,6 \cdot 10^8$ от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до $2,0 \cdot 10^8$
Диапазон установки времени качания, с	от $1 \cdot 10^{-3}$ до 500
Диапазон установки времени задержки запуска, с	от $1 \cdot 10^{-3}$ до 500
Пакетный режим	
Период пакета, с	от $1 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^2$
Число импульсов в пакете, импульсов	от 1 до $5 \cdot 10^4$