

**Государственная система обеспечения единства измерений**  
Акционерное общество  
«Приборы, Сервис, Торговля»  
(АО «ПриСТ»)

СОГЛАСОВАНО  
Главный метролог  
АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков

«15» февраля 2021 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Генераторы сигналов специальной формы  
серии АКПП-3423**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
ПР-02-2021МП**

**г. Москва  
2021 г.**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок генераторов сигналов специальной формы серии АКПП-3423, изготавливаемых «Shijiazhuang Suin Instruments CO., LTD.», Китай.

Генераторы сигналов специальной формы серии АКПП-3423 (далее – генераторы) предназначены для генерации периодических немодулированных сигналов различных форм, сигналов с различными видами модуляции и сигналов произвольной формы.

Интервал между поверками - 1 год.

Периодическая поверка генераторов в случае их использования на меньшем числе выходных каналов, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца генераторов, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке генераторов.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	7.3	Да	Да
4 Определение относительной погрешности установки частоты	7.4	Да	Да
5 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного напряжения	7.5	Да	Да
6 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	7.6	Да	Да
7 Определение абсолютной погрешности установки уровня постоянного смещения	7.7	Да	Да
8 Определение уровня гармоник в выходном синусоидальном сигнале по отношению к уровню несущей	7.8	Да	Да
9 Определение суммарных гармонических искажений в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц	7.9	Да	Да
10 Определение длительности фронта и среза сигналов прямоугольной формы	7.10	Да	Да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью (погрешность измерений должна быть минимум в 3 раза ниже чем у поверяемых СИ).

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены, сведения о результатах поверки средств поверки должны быть включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Тип средства поверки
7.4	Частотомер универсальный CNT-90. Диапазон частот от 0,002 Гц до 400 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты не хуже $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
7.5	Вольтметр универсальный В7-78/1, погрешность измерения напряжение постоянного тока $\pm 0,0035$ %, погрешность измерения напряжения переменного тока $\pm 0,06$ %.
7.6	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18A. Диапазон частот от 8 кГц до 18 ГГц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^2$ мВт $\pm 2,5$ %
7.7	Вольтметр универсальный В7-78/1, погрешность измерения напряжение постоянного тока $\pm 0,0035$ %, погрешность измерения напряжения переменного тока $\pm 0,06$ %.
7.8	Анализатор сигналов N9030A. Диапазон частот от 3 Гц до 26,5 ГГц (используется до 1,2 ГГц). Гармонические искажения не более -70 дБн.
7.9	Измеритель нелинейных искажений АКИП-4501, используемый частотный диапазон от 20 Гц до 20 кГц, диапазон измерений коэффициентов нелинейных искажений от 0,01 до 50 %.
7.10	Осциллограф цифровой запоминающий HDO6104AR, полоса пропускания не менее 1 ГГц, время нарастания переходной характеристики 450 пс.
Примечание, здесь и далее дБн – относительный уровень мощности спектральных составляющих сигнала, выраженный в дБ относительно уровня несущей;	

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки для контроля параметров окружающей среды и электропитания

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до +50 °С.	$\pm 0,25$ °С	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A
Давление	от 30 до 120 кПа	$\pm 300$ Па	Манометр абсолютного давления Testo 511
Влажность	от 10 до 100 %	$\pm 2$ %	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A
Напряжение питающей сети	от 50 до 480 В	$\pm 0,2$ %	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800
Частота питающей сети	от 45 до 66 Гц	$\pm 1$ %	

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и соответствующие требованиям к поверителям средств измерений согласно ГОСТ Р 56069-2018.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 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 Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н.

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

## 5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С .....23±5;
- относительная влажность, % ..... до 80;
- атмосферное давление, кПа .....от 84 до 106;
- напряжение сети, В.....230±30;
- частота сети, Гц.....50±0,5

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

– проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;

– проверить наличие действующих свидетельств поверки на основные и вспомогательные средства поверки.

6.2 Средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации и выдержаны во включенном состоянии не менее 30 минут.

6.3 Проверено наличие удостоверения у поверителя на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III.

6.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 5 должен быть проведен перед началом поверки.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Провести визуальный контроль чистоты и целостности всех соединителей поверяемого генератора. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей.

7.1.2 Провести визуальный контроль целостности кабеля питания.

7.1.3 Проверить отсутствие механических повреждений, шумов внутри корпуса, обусловленных наличием незакрепленных деталей, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки и пломб.

Примечание: к механическим повреждениям относятся глубокие царапины, деформации на рабочих поверхностях центрального или внешнего проводников соединителей, вмятины на корпусе генератора, а также другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики генератора.

7.1.4 Результаты выполнения операции считать положительными, если:

- кабель питания не имеет повреждений;
- отсутствуют механические повреждения на соединителях и корпусе поверяемого генератора;

- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют следы коррозии металлических деталей и следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- лакокрасочные покрытия не повреждены;
- маркировка, нанесенная на поверяемый генератор, разборчива.

## 7.2 Опробование

Опробование генераторов проводят путем проверки их на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации.

Проверить управление путем изменения настроек в различных режимах, включение/отключение генерации СВЧ мощности, включение/отключение модуляции, установку параметров при различных формах сигнала.

При отрицательном результате проверки генератор бракуется и направляется в ремонт.

## 7.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения генераторов осуществляется путем вывода на дисплей прибора информации о версии программного обеспечения (ПО). Информация о версии ПО содержится в меню «Утилиты» - «Информация о системе» (Информ) в строке Control.

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

Таблица 4 – Характеристики программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Control
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.1.0

## 7.4 Определение относительной погрешности установки частоты

Относительная погрешность установки частоты определяется путем измерения частоты частотомером универсальным CNT-90 (далее частотомер), подключенным к выходу генератора.

7.4.1 Подключить выход канала 1 генератора к частотомеру согласно руководствам по эксплуатации на приборы. Согласовать сопротивления входа частотомера и выхода генератора, установив одинаковые значения (50 Ом или 1 МОм).

7.4.2 В генераторе выбрать прямоугольную форму сигнала в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.4.3 Установить на генераторе частоту 10 Гц, значение уровня сигнала 1 В (размах) в соответствии с руководством по эксплуатации и включить выход генератора.

7.4.4 Измерить установленное значение частоты частотомером. Повторить операции по п.п. 7.4.1 – 7.4.3 для других частот генератора. Измерения проводить не менее чем на 10 частотах, включая верхнюю границу диапазона. При измерениях  $\leq 100$  кГц на частотомере включить фильтр нижних частот 100 кГц. При частоте сигнала 1 кГц и выше на генераторе устанавливать синусоидальную форму сигнала.

7.4.5 Повторить операции по п.п. 7.4.1 – 7.4.4 для всех каналов генератора.

7.4.6 Относительную погрешность установки частоты  $\delta f$  определить по формуле (1):

$$\delta f = (f_{уст} - f_{изм}) / f_{изм}, \quad (1)$$

где  $f_{уст}$  – установленное значение частоты на генераторе,  
 $f_{изм}$  – измеренное значение частоты частотомером.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность не превышает допустимых пределов:  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$

## 7.5 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного напряжения

проводить методом прямых измерений путем сличения установленного значения уровня выходного сигнала с показаниями вольтметра универсального В7-78/1 (далее вольтметр).

7.5.1 Подсоединить вольтметр разьему канала 1 генератора.

7.5.2 В генераторе выбрать синусоидальную форму сигнала и установить частоту 1 кГц в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.5.3 Установить на генераторе сопротивление выхода High-Z (1 МОм), значение уровня сигнала 10 мВ (размах) и включить выход генератора.

7.5.4 Измерить установленное значение уровня сигнала вольтметром. Результат измерения умножить на значение коэффициента 2,828.

7.5.5 Повторить операции по п.п. 7.5.4 – 7.5.5 для значений уровня выходного сигнала (размах) генератора из ряда 100 мВ, 1 В, 3 В, 5 В, 10 В, 20 В.

7.5.6 Определить абсолютную погрешность установки уровня выходного напряжения по формуле (2):

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

где  $U$  – значение уровня выходного напряжения на частоте 1 кГц, установленное на генераторе, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение переменного напряжения, измеренное вольтметром, умноженное на коэффициент 2,828, В.

7.5.7 Повторить операции по п.п. 7.5.1 – 7.5.6 для всех каналов генератора.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность не превышает допустимых пределов:  $\pm(0,01 \cdot U + 1 \cdot 10^{-3})$ , В.

## 7.6 Определение неравномерности АЧХ

7.6.1 Подсоединить ваттметр поглощаемой мощности NRP18A (далее ваттметр) к выходному разьему канала 1 на передней панели генератора.

7.6.2 Установить на генераторе сопротивление выхода 50 Ом, синусоидальную форму сигнала с частотой 10 МГц, значение уровня сигнала 0 дБм в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.6.3 Измерить установленное значение уровня мощности ваттметром и записать в качестве опорного значения уровня на частоте 10 МГц ( $P_{\text{опор}}$ ).

7.6.4 Не меняя уровень на генераторе, провести измерение уровня мощности ваттметром, изменяя частоту сигнала на генераторе. Измерения проводить не менее чем на 3-х частотах каждого поддиапазона, согласно таблицы 5.

Таблица 5 – Неравномерность АЧХ

Наименование характеристики	Значение
Неравномерность АЧХ синусоидального сигнала, дБ В диапазонах частот <sup>1)</sup> :	
- от 9 кГц до 100 МГц не включ.	±0,2
- от 100 МГц до 200 МГц не включ.	±0,3
- от 200 МГц до 300 МГц не включ.	±0,4
- от 300 МГц до 400 МГц не включ. (относительно 10 МГц, при уровне мощности на выходе 0 дБм)	±0,5
<sup>1)</sup> Верхнее значение частоты устанавливается в зависимости от модификации генераторов и ограничивается верхним значением диапазона частот генератора	

7.6.5 Определить неравномерность АЧХ ( $\Delta_{\text{АЧХ}}$ ) по формуле (3):

$$\Delta_{\text{АЧХ}} = P_{\text{изм}} - P_{\text{опор}}, \quad (3)$$

где,  $P_{\text{изм}}$  – измеренное значение уровня сигнала на установленной частоте, дБм;  
 $P_{\text{опор}}$  – опорное значение уровня сигнала на частоте 10 МГц, дБм

7.6.6 Повторить операции по п.п. 7.6.1 – 7.6.5 для всех каналов генератора.

Результаты поверки считать положительными, если неравномерность АЧХ не превышает допусковых пределов, приведенных в таблице 5.

### 7.7 Определение абсолютной погрешности установки уровня постоянного смещения

7.7.1 Подсоединить вольтметр универсальный В7-78/ к выходному разъему канала 1 генератора.

7.7.2 Установить на вольтметре режим измерения напряжения постоянного тока и обнулить показания.

7.7.3 В соответствии с руководством по эксплуатации на генераторе установить сопротивление выхода High-Z (1 МОм), синусоидальную форму сигнала, частоту 1 кГц, уровень выходного напряжения 2 мВ, и включить выход генератора.

7.7.4 Установить на генераторе в соответствии с руководством по эксплуатации значения уровня постоянного смещения из ряда: +20 мВ, -20 мВ, +100 мВ, -100 мВ, +1 В, -1 В, +5 В, -5 В, +9,99 В, -9,99 В.

7.7.5 Измерить установленное значение уровня постоянного смещения вольтметром.

7.7.6 Определить абсолютную погрешность установки уровня постоянного смещения по формуле (4):

$$\Delta U = U_{DC} - U_{изм}, \quad (4)$$

где  $U_{DC}$  – значение уровня постоянного смещения, установленное на генераторе, В;

$U_{изм}$  – значение постоянного напряжения, измеренное вольтметром, В.

7.7.7 Повторить операции по п.п. 7.7.1 – 7.7.6 для всех каналов генератора.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность установки не превышает допусковых пределов:  $\pm(0,01 \cdot |U_{DC}| + 2,01 \cdot 10^{-3})$ , В.

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

проводить методом прямых измерений с помощью анализатора сигналов N9030A (далее анализатор).

7.8.1 Подсоединить анализатор к выходному разъему канала 1 генератора.

7.8.2 Установить на генераторе в соответствии с руководством по эксплуатации сопротивление выхода 50 Ом, немодулированный синусоидальный сигнал с уровнем 0 дБм и включить выход генератора.

7.8.3 Провести измерения уровня гармоник на частотах, приведенных в таблице 6.

Таблица 6

Значения частоты сигнала на выходе генератора	Измеренный максимальный уровень гармоник, дБн	Допускаемый уровень гармоник, дБн, не более для модификаций:		
		АКИП-3423 АКИП-3423/1	АКИП-3423/2 АКИП-3423/3	АКИП-3423/4 АКИП-3423/5
1	2	3	4	5
10 МГц		-63	-63	-63
30 МГц		-63	-63	-63
40 МГц		-63	-63	-63
50 МГц		-58	-58	-58
80 МГц		-58	-58	-58
90 МГц		-53	-53	-53

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
120 МГц		-53	-53	-53
130 МГц		-50	-50	-50
150 МГц		-50	-50	-50
160 МГц		-43	-43	-43
200 МГц		-43	-43	-43
210 МГц		-	-40	-40
250 МГц		-	-40	-40
260 МГц		-	-45	-45
300 МГц		-	-45	-45
310 МГц		-	-	-50
400 МГц		-	-	-50

7.8.4 Для определения уровня гармонических составляющих установить на анализаторе начальную частоту < частоты основной гармоники, конечную частоту > частоты пятой 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 50 МГц полосу фильтра ПЧ рекомендуется устанавливать  $\leq 120$  Гц, при измерениях в полосе от 50 МГц полосу фильтра ПЧ рекомендуется устанавливать  $\geq 1$  кГц.

7.8.5 Оценить визуально уровни гармоник. Если уровни гармоник, начиная с четвертой незначительны, по отношению ко второй и третьей гармоникам, то измерения гармонических искажений проводить для второй и третьей гармоники.

7.8.6 Маркер анализатора установить на 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.

7.8.7 Провести операции по пунктам 7.8.5 – 7.8.7 для остальных значений частоты, устанавливая частоту несущей в соответствии с таблицей 6.

7.8.8 Провести операции по пунктам 7.8.1 – 7.8.7 для всех каналов генератора.

Результаты поверки считать положительными, если уровни гармоник в выходном сигнале относительно уровня основной гармоники не превышают допустимых значений, приведенных в таблице 6.

**Примечание:** допускается проводить измерения уровня гармоник при помощи автоматических измерений, при наличии такой функции в анализаторе спектра.

### 7.9 Определение суммарных гармонических искажений в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц

7.9.1 Подсоединить измеритель нелинейных искажений АКИП-4501 (далее измеритель) к выходному разъему канала 1 генератора в соответствии с руководствами по эксплуатации на приборы.

7.9.2 Установить на генераторе в соответствии с руководством по эксплуатации сопротивление выхода High-Z (1 МОм), частоту синусоидального сигнала 200 Гц, уровень сигнала 20 В (размах) и включить выход генератора.

7.9.3 На измерителе выполнить необходимые установки в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

7.9.4 Измерить коэффициент гармоник выходного сигнала генератора.

7.9.5 Провести измерения коэффициента гармоник для других частот выходного сигнала из ряда: 1 кГц, 5 кГц, 20 кГц.



7.9.6 Провести измерения коэффициента гармоник по п.п. 7.9.1 – 7.9.5 для всех каналов генератора.

Результаты поверки считать положительными, если результаты измерений не превышают 0,2 %.

#### **7.10 Определение длительности фронта и среза сигналов прямоугольной формы**

7.10.1 Подсоединить осциллограф к выходному разъему канала 1 на передней панели генератора.

7.10.2 Установить на генераторе прямоугольную форму сигнала в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.10.3 Установить на генераторе сопротивление выхода 50 Ом, частоту 1 кГц, скважность 50 %, уровень сигнала 1 В (размах).

7.10.4 Установить на осциллографе сопротивление входа 50 Ом, настроить изображение осциллограммы равное примерно пяти делениям.

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

7.10.7 Вычислить действительное значение длительности фронта (среза) для сигналов прямоугольной формы и импульсных сигналов по формуле (5):

$$\tau_{\text{ГЕН}} = \sqrt{\tau_{\text{ФР}}^2 - \tau_{\text{ОСЦ}}^2}, \quad (5)$$

где  $\tau_{\text{ФР}}$  – значение длительности фронта (среза) сигнала измеренное осциллографом, нс,  
 $\tau_{\text{ОСЦ}}$  – собственное время нарастания переходной характеристики осциллографа, нс.

7.10.8 Провести измерения по п.п. 7.10.1 – 7.10.7 для всех каналов генератора.

Результаты поверки считать положительными, если действительное значение длительности фронта и среза не превышает допускаемого значения: 2,5 нс

### **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Оформление свидетельства о поверке и нанесение знака поверки осуществляется в соответствии с действующими нормативными правовыми актами.

Начальник отдела испытаний  
АО «ПриСТ»



С.А. Корнеев