

УТВЕРЖДАЮ

Зам. руководителя ГЦИ СИ
ФБУ «ЦСМ Московской области»,
директор Центрального отделения


С.Г. Рубайлов

“ 16 ” . 08 2013 г.

Генераторы сигналов специальной формы АКИП-3413/1, АКИП-3413/2,
АКИП-3413/3

Методика поверки 54882137/2-13МП

пгт Менделеево
Московская обл.
2013

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов специальной формы АКИП-3413/1, АКИП-3413/2, АКИП-3413/3 (далее по тексту – генераторы), предназначенные для генерации сигналов стандартных форм: синусоидального, прямоугольного, треугольного, импульсного, шумового, постоянного тока, а также сигналов произвольной формы и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – один год.

1 Операции поверки

1.1 При первичной и периодической поверке генераторов выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и генератор бракуется.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
Определение основной относительной погрешности установки частоты	7.3.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности установки амплитуды синусоидального сигнала	7.3.2	Да	Да
Определение неравномерности АЧХ сигнала синусоидальной формы относительно частоты 1 кГц	7.3.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности установки смещения постоянной составляющей	7.3.4	Да	Да
Определение суммарных гармонических искажений на частотах до 20 кГц	7.3.5	Да	Нет
Определение уровня гармоник в выходном синусоидальном сигнале по отношению к уровню несущей	7.3.6	Да	Да
Определение длительности фронта и среза сигналов прямоугольной формы	7.3.7	Да	Да
Определение абсолютной погрешности установки времени нарастания и среза импульсных сигналов	7.3.8	Да	Нет

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной поверке.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки.
7.3.1	Частотомер ЧЗ-63/1, частотный диапазон 0,1 Гц – 1500 МГц, погрешность измерения $\pm 5 \cdot 10^{-7}$; стандарт частоты рубидиевый FS-725, выходные частоты 5 и 10 МГц (синус), погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год
7.3.2-7.3.4	Вольтметр цифровой универсальный В7-78/1, погрешность $\pm 0,09$ %, диапазон от 0 до 1050 В. Вольтметр ВЗ-49, диапазон частот 20-10 ⁹ Гц, погрешность по амплитуде 0,22 %
7.3.5	Измеритель нелинейных искажений СК6-13, частотный диапазон от 10 Гц до 120 кГц, диапазон измеряемых коэффициентов гармоник от 0,003 до 100 %, погрешность в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц 3 %
7.3.6	Анализатор спектра Agilent E4447A, погрешность по частоте ± 100 Гц, погрешность измерения уровня сигнала $\pm 0,17$ дБ
7.3.7, 7.3.8	Осциллограф цифровой запоминающий WaveRunner 204Xi, полоса пропускания 2 ГГц, время нарастания переходной характеристики 0,2 нс

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, аттестованные в качестве поверителя и имеющие практический опыт работ в области электротехнических и радиотехнических измерений.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающей среды $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (630 – 795 мм рт. ст.).

6 Подготовка к поверке

6.1. Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемого прибора и используемых средств поверки.

6.2. Поверяемый прибор и используемые средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии в течение времени, указанного в РЭ.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверяются:

- сохранность пломб;
- чистота и механическая исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положения;
- комплектность прибора согласно РЭ.

Приборы, имеющие дефекты, бракуют.

7.2 Опробование

Опробование проводится после времени самопрогрева, равного 15 мин после включения питания прибора.

Проверяется работоспособность ЖК дисплея и клавиш управления; режимы, отображаемые на дисплее, при нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать руководству по эксплуатации.

7.3 Определение метрологических параметров

7.3.1 Определение основной относительной погрешности установки частоты

7.3.1.1 Подсоединить частотомер, к выходному разъему первого канала на передней панели генератора. При поверке генераторов с опцией 100 частотомер синхронизировать от рублидиевого стандарта частоты FS-725.

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

7.3.1.3 Установить на генераторе частоту 10 Гц, значение амплитуды сигнала 1 В в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.3.1.4 Включить выход (Output On).

7.3.1.5 Измерить установленное значение частоты частотомером и значения установленной и измеренной частот занести в таблицу 3.

7.3.1.6 Повторить операции по пунктам 7.3.1.3 – 7.3.1.5 для других частот генератора. При частоте сигнала 1 кГц и выше – в генераторе устанавливать синусоидальную форму сигнала.

7.3.1.7 Повторить операции по пунктам 7.3.1.3 – 7.3.1.6 для второго канала генератора.

Т а б л и ц а 3

Значение установленной на генераторе частоты	Показания частотомера		Нижний Предел	Верхний предел	Нижний предел	Верхний предел
	Канал 1	Канал 2	без опции 100		с опцией 100	
10 Гц			9,99998 Гц	10,00002 Гц	9,999998 Гц	10,000002 Гц
100 Гц			99,9998 Гц	100,0002 Гц	99,99998 Гц	100,00002 Гц
1 кГц			0,999998 кГц	1,000002 кГц	0,9999998 кГц	1,0000002 кГц
10 кГц			9,99998 кГц	10,00002 кГц	9,999998 кГц	10,000002 кГц
100 кГц			99,9998 кГц	100,0002 кГц	99,99998 кГц	100,00002 кГц
1 МГц			0,999998 МГц	1,000002 МГц	0,9999998 МГц	1,0000002 МГц
10 МГц			9,99998 МГц	10,00002 МГц	9,999998 МГц	10,000002 МГц
80 МГц			79,99984 МГц	80,00016 МГц	79,999984 МГц	80,000016 МГц
100 МГц*			99,9998 МГц	100,0002 МГц	99,99998 МГц	100,00002 Гц
120 МГц*			119,99976 МГц	120,0002 МГц	119,999976 МГц	120,000024 МГц
140 МГц**			139,99972 МГц	140,0003 МГц	139,999972 МГц	140,000028 МГц
160 МГц**			159,99968 МГц	160,0003 МГц	159,999968 МГц	160,000032 МГц

Примечание: * - проверка на данных частотах проводится только для моделей АКИП-3413/2 и АКИП-3413/3

** - проверка на данных частотах проводится только для модели АКИП-3413/3

Результаты поверки считать положительными, если показания частотомера укладываются в пределы, указанные в таблице 3.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности установки амплитуды синусоидального сигнала

7.3.2.1 Подсоединить вольтметр В7-78/1 с нагрузкой 50 Ом к выходному разъему первого канала на передней панели генератора.

7.3.2.2 В генераторе установить импеданс выхода 50 Ом в соответствии с руководством по эксплуатации.

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

7.3.2.4 Установить на генераторе значение амплитуды сигнала 10 мВ (размах) и включить выход (Output On).

7.3.2.5 Измерить установленное значение амплитуды вольтметром и занести результат в таблицу 4.

7.3.2.6 Повторить операции по пунктам 7.3.2.4 – 7.3.2.5 для других значений амплитуды выходного сигнала генератора в соответствии с таблицей 4.

7.3.2.7 Повторить операции по пунктам 7.3.2.1 – 7.3.2.6 для второго канала генератора.

Результаты поверки считать положительными, если показания вольтметра укладываются в пределы, указанные в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Значение установленной на генераторе амплитуды	Показания вольтметра×2,828		Нижний предел	Верхний предел
	Канал 1	Канал 2		
10 мВ			7,8 мВ	12,2 мВ
100 мВ			96 мВ	104 мВ
1 В			0,970 В	1,030 В
3 В			2,880 В	3,120 В
5 В			4,820 В	5,180 В
10 В			9,670 В	10,330 В

7.3.3 Определение неравномерности АЧХ сигнала синусоидальной формы относительно частоты 1 кГц

7.3.3.1 Подсоединить вольтметр В3-49 с нагрузкой 50 Ом к выходному разъему первого канала на передней панели.

7.3.3.2 Установить на генераторе частоту 1 кГц, значение амплитуды сигнала 7 дБм в соответствии с руководством по эксплуатации и включить выход (Output On).

7.3.3.3 Измерить установленное значение амплитуды вольтметром и показание вольтметра заносят в таблицу 5 в качестве опорного значения амплитуды на частоте 1 кГц ($A_{\text{ОПОР}}$).

7.3.3.4 Провести измерение установленного значения амплитуды для всех частот генератора в соответствии с таблицей 5.

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

$$\Delta_{\text{АЧХ}} = 20 \log(A_{\text{ИЗМ}} / A_{\text{ОПОР}}) \text{ дБ}$$

и занести результаты вычислений в таблицу 5.

7.3.3.5 Повторить операции по пунктам 7.3.3.1 – 7.3.3.4 для второго канала генератора.

Таблица 5

Значение установленной на генераторе частоты	Канал 1		Канал 2		Нормированное значение неравномерности, дБ
	Показания вольтметра, В	Значение $\Delta_{\text{АЧХ}}$, дБ	Показания вольтметра, В	Значение $\Delta_{\text{АЧХ}}$	
1 кГц	$A_{\text{ОПОР}}$		$A_{\text{ОПОР}}$		$\pm 0,1$ дБ
20 Гц					
100 кГц					
1 МГц					
5 МГц					
10 МГц					$\pm 0,2$ дБ
20 МГц					
30 МГц					
40 МГц					
60 МГц					
70 МГц					$\pm 0,4$ дБ
80 МГц					
100 МГц*					
120 МГц*					$\pm 0,8$ дБ
140 МГц**					
160 МГц**					

Примечание: * - проверка на данных частотах проводится только для моделей АКПП-3413/2 и АКПП-3413/3

** - проверка на данных частотах проводится только для модели АКПП-3413/3

Результаты поверки считать положительными, если вычисленные значения неравномерности $\Delta_{\text{АЧХ}}$ укладываются в пределы, указанные в последнем столбце таблицы 5.

7.3.4 Определение абсолютной погрешности установки смещения

7.3.4.1 Подсоединить вольтметр В7-78/1 с нагрузкой 50 Ом к выходному разъему первого канала на передней панели генератора.

7.3.4.2 Установить в соответствии с руководством по эксплуатации на генераторе частоту 10 кГц, амплитуду сигнала 1 мВ и включить выход (Output On).

7.3.4.3 Установить на вольтметре режим измерения постоянного напряжения и обнулить показания.

7.3.4.4 Установить на генераторе в соответствии с руководством по эксплуатации значение напряжения постоянного смещения в соответствии с таблицей 6.

7.3.4.5 Измерить установленное значение смещения; установленное и измеренное значения смещения занести в таблицу 6.

7.3.4.6 Повторить операции по пунктам 7.3.4.1 – 7.3.3.5 для второго канала генератора.

Таблица 6

Значение установленного на генераторе смещения	Показания вольтметра		Нижний предел	Верхний предел
	Канал 1	Канал 2		
10 мВ			8,9 мВ	11,1 мВ
-10 мВ			-11,1 мВ	-8,9 мВ
100 мВ			98 мВ	102 мВ
-100 мВ			-102 мВ	-98 мВ
1 В			0,985 В	1,015 В

Значение установленного на генераторе смещения	Показания вольтметра		Нижний предел	Верхний предел
	Канал 1	Канал 2		
-1 В			-1,015 В	-0,985 В
4,8 В			4,747 В	4,853 В
-4,8 В			-4,853 В	-4,747 В

Результаты поверки считать положительными, если показания вольтметра укладываются в пределы, указанные в таблице 6.

7.3.5 Определение суммарных гармонических искажений на частотах до 20 кГц

7.3.5.1 Подсоединить измеритель нелинейных искажений СК6-13 с нагрузкой 50 Ом к выходному разъему первого канала на передней панели генератора.

7.3.5.2 Установить на генераторе в соответствии с руководством по эксплуатации частоту синусоидального сигнала 200 Гц, значение амплитуды сигнала 1 В_{размах} и включить выход (Output On).

7.3.5.3 На измерителе нелинейных искажений выполнить необходимые установки в соответствии с руководством по эксплуатации прибора.

7.3.5.4 Измерить коэффициент гармоник выходного сигнала генератора и результат измерений занести в таблицу 7.

7.3.5.5 Провести измерения коэффициента гармоник для других частот выходного сигнала в соответствии с таблицей 7.

7.3.5.6 Провести операции по пунктам 7.3.5.1 – 7.3.5.5 для второго канала генератора.

Т а б л и ц а 7

Значение установленной на генераторе частоты	Показания СК6-13, %		Нормированное значение измеряемой величины, %
	Канал 1	Канал 2	
200 Гц			0,2
1 кГц			
5 кГц			
20 кГц			

Результаты поверки считать положительными, если результаты измерений не превышают предельного значения, указанного в таблице 7.

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

7.3.6.1 Подсоединить анализатор спектра к выходному разъему первого канала на передней панели генератора.

7.3.6.2 Установить в соответствии с руководством по эксплуатации на генераторе частоту синусоидального сигнала 20 кГц, амплитуду сигнала 0 дБм и включить выход (Output On).

7.3.6.3 На анализаторе спектра выполнить следующие установки: центральную частоту установить поочередно равной частоте 2-й гармоники и 3-й гармоники, полоса обзора 2 кГц, полоса пропускания 20 Гц, опорный уровень 0 дБм, аттенюатор – авто, шкала 10 дБ.

7.3.6.4 Измерить установленное значение амплитуды несущей с помощью анализатора спектра и занести его в таблицу 8 в качестве опорного значения (А_{опор}), по отношению к которому будут измеряться уровни гармоник.

7.3.6.5 Провести измерения анализатором спектра гармонических составляющих выходного сигнала генератора с помощью маркера – маркер с помощью функции «поиск пика» устанавливаются на пик гармоники; максимальные значения гармоник заносить в таблицу 8.

7.3.6.6 Провести операции по пунктам 7.3.6.3 – 7.3.6.3 для остальных значений частоты генератора в соответствии с таблицей 8.

7.3.6.7 Провести операции по пунктам 7.3.6.1 – 7.3.6.6 для второго канала генератора.

Т а б л и ц а 8

Частота генератора	Установки анализатора спектра			А _{ОПОР}	Максимальное значение уровня гармоник	Нормированные значения для уровней гармоник выходного сигнала, дБн
	Центральная частота	Полоса обзора	Полоса пропускания			
20 кГц	40 кГц, 60 кГц	2 кГц	20 Гц			-54
100 кГц	200 кГц, 300 кГц	2 кГц	20 Гц			-54
1 МГц	2 МГц, 3 МГц	2 кГц	20 Гц			-54
10 МГц	20 МГц, 30 МГц	2 кГц	20 Гц			-46
20 МГц	40 МГц, 60 МГц	2 кГц	20 Гц			-36
40 МГц	80 МГц, 120 МГц	2 кГц	20 Гц			-36
60 МГц	120 МГц, 180 МГц	2 кГц	20 Гц			-36
80 МГц	160 МГц, 240 МГц	2 кГц	20 Гц			-36
100 МГц*	200 МГц, 300 МГц	2 кГц	20 Гц			-36
120 МГц*	240 МГц, 360 МГц	2 кГц	20 Гц			-26
140 МГц**	280 МГц, 420 МГц	2 кГц	20 Гц			-26
160 МГц**	320 МГц, 480 МГц	2 кГц	20 Гц			-26

Примечание: * - проверка на данных частотах проводится только для моделей АКИП-3413/2 и АКИП-3413/3

** - проверка на данных частотах проводится только для модели АКИП-3413/3

Результаты поверки считать положительными, если уровни гармоник не превышают значений, указанных в таблице 7.

7.3.7 Определение длительности фронта и среза сигналов прямоугольной формы.

7.3.7.1 Подсоединить осциллограф к выходному разъему первого канала на передней панели генератора.

7.3.7.2 Включить нагрузку канала осциллографа 50 Ом.

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

7.3.7.4 Установить на генераторе частоту сигнала 1 кГц, значение амплитуды сигнала 1,2 В.

7.3.7.5 Установить на осциллографе коэффициент отклонения 200мВ/дел и расположить сигнал в центре экрана. Выбрать режим измерения времени нарастания (среза) на уровне 10 – 90 %. При измерении времени нарастания, на осциллографе установить синхронизацию по нарастающему фронту. При измерении времени среза, на осциллографе установить синхронизацию по срезу. Установить на осциллографе режим отображения статистики измерения.

7.3.7.6 После окончания набора статистики 1000 измерений на осциллографе, произвести считывание результата измерения длительности фронта и среза импульса на уровне 10 – 90 % и занести результаты измерений в таблицу 9

7.3.7.7 Повторить операции по пунктам 7.3.7.1– 7.3.7.6 для второго канала генератора.

Т а б л и ц а 9

Форма сигнала	Измеренная длительность фронта/среза импульса, нс		Нормированное значение длительности фронта/среза
	Канал 1	Канал 2	
Прямоугольная			≤ 8 нс

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения длительностей фронта/среза не превышают нормированного значения, указанного в таблице 9.

7.3.8 Определение абсолютной погрешности установки времени нарастания и среза импульсных сигналов.

7.3.8.1 Подсоединить осциллограф к выходному разъему первого канала на передней панели генератора.

7.3.8.2 Включить нагрузку канала осциллографа 50 Ом.

7.3.8.3 Установить на генераторе в соответствии с руководством по эксплуатации импульсную форму сигнала.

7.3.8.4 Установить на генераторе режим импульсного сигнала, частоту сигнала 1 кГц, значение амплитуды сигнала 1,2 В.

7.3.8.5 Значение скважности установить 50 %. Период повторения сигнала установить в 3 раза больше времени нарастания/среза в соответствии с таблицей 10. В настройках параметров импульсного сигнала выбрать параметр «Время нарастания/среза (Rise/Fall)» и установить значения в соответствии с таблицей 10.

7.3.8.5 Установить на осциллографе коэффициент отклонения 200мВ/дел и расположить сигнал в центре экрана. Выбрать режим измерения времени нарастания (среза) на уровне 10 – 90 %. При измерении времени нарастания, на осциллографе установить синхронизацию по срезу. При измерении времени среза, на осциллографе установить синхронизацию по нарастающему фронту. Установить на осциллографе усреднение 100 раз, а для значения длительности фронта/среза 1 с установить усреднение 10 раз.

7.3.8.6 После окончания усреднения на осциллографе, произвести считывание результата измерения длительности фронта и среза каждого импульса на уровне 10 – 90 % и занести результаты измерений в таблицу 10.

7.3.8.7 Повторить операции по п/п 7.3.8.1– 7.3.8.6 для другого канала генератора.

Т а б л и ц а 10

Форма сигнала	Значение установленной на генераторе длительности фронта/среза	Измеренная длительность фронта/среза импульса, нс	Нормированное значение длительности фронта/среза
Импульсная	6 нс		$(6 \pm 2,06)$ нс
	60 мкс		$(60 \pm 0,6)$ мкс
	60 мс		$(60 \pm 0,6)$ мс
	1 с		$(1 \pm 0,01)$ с

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения длительностей фронта/среза импульсов не превышают нормированного значения, указанного в таблице 10.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

8.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.