

60 Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»
Федеральное государственное унитарное предприятие
РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц
RA.RU.314755

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232
E-mail: nio30@olit.vniief.ru

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ЦИ СИ,
главный метролог РФЯЦ-ВНИИЭФ –
начальник НЮ



В.К. Дарымов

«27» 08 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ФОРМИРОВАТЕЛИ СИГНАЛА A130-1

Методика поверки

МП A3009.0591-2025

г. Саров
2025 г.

Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки.....	4
3	Требования к условиям проведения поверки	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7	Внешний осмотр	6
8	Подготовка к поверке и опробование.....	6
9	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	6
10	Оформление результатов поверки	9
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП.....	10
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений	11

1 Общие положения

1.1 Настоящая МП распространяется на формирователи сигнала А130-1.

Формирователи сигнала А130-1 (далее по тексту – формирователи) предназначены для измерений сигналов заряда при использовании совместно с первичными симметричными измерительными преобразователями (далее – ПП).

Принцип действия формирователей основан на линейном преобразовании сигнала, поступающего от ПП в пропорциональный низкоимпедансный сигнал напряжения. Формирователи выполняют функцию вторичных измерительных преобразователей или согласующих устройств между ПП и средствами измерений напряжения.

1.2 Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственному первичному эталону ГЭТ 89-2008, в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок формирователей методом непосредственного сличения в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706.

Первичной поверке формирователи подвергаются при выпуске из производства. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

МП не предусматривает проверку формирователей в сокращенном объеме.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП, приведён в приложении А.

Перечень принятых сокращений приведён в приложении Б.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки, должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 10.4.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9	Да	Да
Определение значения коэффициента преобразования и пределов допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования на частоте 160 Гц	9.1	Да	Да
Определение неравномерности частотной характеристики	9.2	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на формирователи, данную МП и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2.

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, СИ утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или зарегистрированы в Федеральном фонде по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1.2	СИ температуры окружающего воздуха в диапазоне от 15 °С до 25 °С, абсолютная погрешностью измерений в пределах ± 1 °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 %, относительная погрешность измерений в пределах ± 3 %	
	СИ атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,5$ кПа	
	СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 207 до 253 В, относительная погрешность измерений в пределах ± 1 %	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)
	СИ частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,1$ Гц	
8.2, 9.1, 9.2	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с ГПС ¹⁾ диапазон воспроизведения напряжения переменного тока ± 100 В в диапазоне частот от 0,1 до 100000 Гц, относительная погрешность воспроизведения на частоте 160 Гц в пределах $\pm 0,2$ %	Калибратор универсальный Н4-17 (рег. № 46628-11)
9.1, 9.2	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с ГПС ¹⁾ диапазон измерений напряжения переменного тока ± 10 В в диапазоне частот от 3 до 100000 Гц, относительная погрешность измерений на частоте 160 Гц в пределах $\pm 0,2$ %	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)
8.2, 9.2	Рабочий диапазон частот от 0 до 100000 Гц, относительная погрешность измерений в пределах ± 3 %	Осциллограф цифровой TDS2012В (рег. № 32618-06)
¹⁾ - приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

6.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на формирователи и средства поверки и испытательное оборудование. Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие маркировки изделия требованиям ЭД;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- целостность корпуса;
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъёмов.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, формирователь бракуют.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки и опробованием подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них. При колебаниях температур в складских и рабочих помещениях в пределах более 10 °С необходимо выдержать полученный со склада формирователь не менее двух часов в нормальных условиях.

8.1.2 Проверяют сведения о результатах поверки применяемых СИ, включённые в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и/или наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

8.2 Опробование

8.2.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В качестве регистратора (2) подсоединяют цифровой осциллограф. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с РЭ на них.

8.2.2 На частоте 160 Гц подают с калибратора (1) на вход формирователя СКЗ напряжения 1000 мВ. Увеличивают входное напряжение до 7000 мВ.

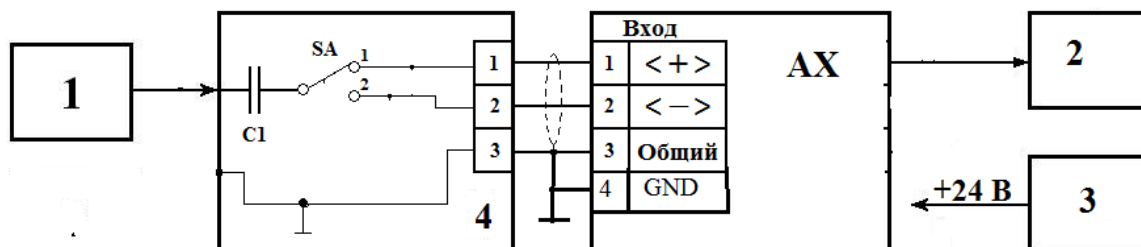
8.2.3 АХ считают прошедшими опробование с положительным результатом, если на экране цифрового осциллографа наблюдается устойчивый синусоидальный сигнал при отсутствии видимых на глаз искажений.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

9.1 Определение значения коэффициента преобразования и пределов допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования на частоте 160 Гц

9.1.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В качестве регистратора (2) подсоединяют мультиметр. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с РЭ на них.

9.1.2 На частоте 160 Гц подают с калибратора (1) на вход формирователя первое рекомендуемое СКЗ напряжения из таблицы 3 и с помощью мультиметра (2) измеряют СКЗ выходного напряжения.



AX – формирователь сигнала А130-1; 1 – калибратор универсальный Н4-17;
 2 – регистратор (мультиметр 34410А, осциллограф цифровой TDS 2012);
 3 – источник питания постоянного тока; 4 – адаптер А520 ($C_1=1000$ пФ $\pm 0,25\%$)

Рисунок 1 – Схема измерений

Таблица 3 – Рекомендуемые значения СКЗ входного напряжения

	$U_{вх.рек},$ мВ	5	10	50	100	500	1000	5000	7071
K^1	$U_{вх.i},$ мВ								
	$U_{вых.i},$ мВ								
	$K_{U_{np.i}},$ мВ/пКл								
K^2	$U_{вх.i},$ мВ								
	$U_{вых.i},$ мВ								
	$K_{U_{np.i}},$ мВ/пКл								
	$\delta_{npi},$ %								

9.1.3 Повторяют измерения по 9.1.2 для всех рекомендуемых значений входного напряжения из таблицы 3.

9.1.4 Коэффициент преобразования $K_{U_{np}},$ мВ/пКл, вычисляют по формуле

$$K_{U_{np.i}} = \frac{U_{вых.i}}{U_{вх.i}}, \quad (1)$$

где $U_{вых.i}$ – i -е выходное напряжение формирователя, мВ;

$U_{вх.i}$ – i -е заданное входное напряжение, мВ;

9.1.5 Повторяют измерения по 9.1.1 - 9.1.4 для входа «—» (на адаптере (4'), SA в положении 2).

9.1.6 Основную относительную погрешность коэффициента преобразования $\delta_{npi},$ %, определяют по формуле

$$\delta_{npi} = \frac{\frac{K^1 + K^2}{2} - K_{npi}}{K_{npi}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $K^1 = U_{вых1}/U_{вх1}$ – коэффициент преобразования при положении переключателя SA адаптера (4) в положении 1, мВ/пКл;

$K^2 = U_{вых2}/U_{вх2}$ – коэффициент преобразования при положении переключателя SA адаптера (4) в положении 2, мВ/пКл;

K_{npi} – номинальное значение коэффициента преобразования, 1 мВ/пКл.

9.1.7 Формирователь считают прошедшим поверку с положительным результатом, если основная относительная погрешность коэффициента преобразования на частоте 160 Гц находится в пределах $\pm 2\%$.

9.2. Определение неравномерности частотной характеристики

9.2.1 Определение неравномерности частотной характеристики проводят аналогично 9.1 при не менее семи значениях частоты равномерно расположенных в рабочем диапазоне частот от f_H до f_B .

9.2.2 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В качестве регистратора (2) подсоединяют мультиметр, на частотах ниже 3 Гц измерения выходного напряжения проводят с помощью цифрового осциллографа. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с РЭ на них.

9.2.3 На частоте 160 Гц подают с калибратора (1) на вход формирователя СКЗ напряжения 1000 мВ и с помощью мультиметра (2) измеряют СКЗ выходного напряжения.

Таблица 4 – Рекомендуемые значения частот

F , Гц	2	3	6	20	40	80	160	1000	6500	1200	22400
U_{ex} , мВ											
$U_{вых.i}$, мВ											
$K_{Unp.i}$, мВ/пКл											
$\delta_{АЧХi}$, %											

9.2.4 Повторяют измерения по 9.2.3 для всех рекомендуемых частот из таблицы 4. На каждой частоте вычисляют действительное значение коэффициента преобразования по формуле (1).

9.2.5 Неравномерность частотной характеристики $\delta_{АЧХi}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{АЧХi} = \left(\frac{K_{Unp.i} - K_{160}}{K_{160}} \right) \cdot 100, \quad (3)$$

где $K_{Unp.i}$ – коэффициент преобразования на i -ой частоте из таблицы 4;

K_{160} – коэффициент преобразования формирователя на частоте 160 Гц.

9.2.6 Формирователь считают прошедшим поверку с положительным результатом, если неравномерность частотной характеристики находится в пределах:

- от плюс 5 до минус 20 % в рабочем диапазоне частот;
- ± 5 % в диапазоне частот от 6 до 6500 Гц.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

10.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке.

При необходимости проводят пломбирование формирователя.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

10.4 СИ, не прошедшее поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Главный метролог
ООО «ГТЛАБ»

А.А. Симчук

Ведущий инженер-исследователь
ЦИ СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Д.В. Зверев

Приложение А
(справочное)
Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
Приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 декабря 2020 г. № 903н)

Приложение Б
(справочное)
Перечень принятых сокращений

ГПС – государственная поверочная схема

МП – методика поверки;

СКЗ – среднее квадратическое значение;

СИ – средство(а) измерений;

ПП – первичный преобразователь;

ЭД – эксплуатационная документация.