

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по производственной
метрологии



А.Е. Коломин

М.П. «16» 09 2021 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ
ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ
СЕРИИ EDU33210**

Методика поверки

МП 206.1-087-2021

**г. Москва
2021**

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических проверок генераторов сигналов произвольной формы серии EDU33210, изготавливаемых компанией «Keysight Technologies, Inc.», США.

Генераторы сигналов произвольной формы серии EDU33210 (далее по тексту – генераторы или приборы) предназначены для формирования сигналов стандартных форм: синусоидального, прямоугольного, пилообразного, треугольного, импульсного, гауссовского шума, псевдослучайной бинарной последовательности, напряжения постоянного тока, а также сигналов произвольной формы.

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость генераторов сигналов произвольной формы серии EDU33210 к государственному первичному эталону единиц величин по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 г. № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

Поверка генераторов сигналов произвольной формы серии EDU33210 должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

Интервал между поверками – 2 года.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – метод прямых измерений.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	Раздел 6	Да	Да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Раздел 7	Да	Да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	Раздел 8	Да	Да
4. Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала	9.2	Да	Да
5. Определение абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы	9.3	Да	Да
6. Определение абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения	9.4	Да	Да
7. Определение неравномерности АЧХ синусоидального сигнала	9.5	Да	Да

2 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +18 до +28 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые приборы и средства поверки.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в пункте 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблице 2.

4.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь сведения (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала	Частотомер электронно-счетный 4 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621	От 1 мГц до 20 МГц. $\Delta = \pm(3 \cdot 10^{-6} \cdot F)$ Гц	Частотомеры электронно-счетные 53131А, 53132А, 53181А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 26211-03). Конкретно использовать частотомер электронно-счетный 53132А
Определение абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы	Вольтметр 3 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 29 мая 2018 г. № 1053	От 0,001 до 10 В. $\delta = \pm 0,3 \%$	Мультиметр 3458А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 25900-03)
Определение абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения	Вольтметр 3 разряда по ГОСТ 8.027-2001	От 0 до 10 В. $\delta = \pm 0,6 \%$	Мультиметр 3458А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 25900-03)
Определение неравномерности АЧХ синусоидального сигнала	Вольтметр 3 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 29 мая 2018 г.	От 0,001 до 10 В. $\delta = \pm 0,3 \%$	Мультиметр 3458А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 25900-03).

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	№ 1053 Ваттметр поглощаемой мощности 3 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461	От $2 \cdot 10^{-8}$ до 2 Вт	Блоки измерительные ваттметров E4416A, E4417A, N1911A, N1912A, N1913A, N1914A, N8262A (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 57386-14). Преобразователи измерительные E9300A (H24, H25), E9301A, E9304A (H18, H19, H20), E9300B, E9301B (H01, H50), E9300H, E9301H (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 57387-14). Конкретно использовать блок измерительный ваттметра E4417A и преобразователь измерительный E9304A
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры окружающего воздуха	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 до +30 °С. $\Delta = \pm 0,5$ °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 303-91)
	Средство измерений относительной влажности воздуха	Измерение относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне от 20 до 90 %. $\Delta = \pm 6$ %	Психрометр аспирационный М-34-М (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 10069-11)
	Средство измерений атмосферного давления	Измерение атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа. $\Delta = \pm 0,2$ кПа	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 5738-76)

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

Перед поверкой должны быть выполнены следующие мероприятия:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Все средства измерений, участвующие в поверке, должны быть надежно заземлены.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.
2. Поверяемое средство измерений должно быть подготовлено и опробовано в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.2 Опробование средства измерений

Включить прибор, после чего автоматически начинается автоматическая калибровка и самодиагностика.

Результаты опробования считать положительными, если после прохождения автоматической калибровки и самоконтроля на дисплее не появилось сообщение об ошибке и светодиод, расположенный под кнопкой включения, горит ровным светом.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения средства измерений проводить в следующем порядке:

1. Нажать клавишу [System] на передней панели.
2. Затем нажать программируемые клавиши «Help», а затем «About». В строке «Firmware» зафиксировать версию ПО. Код версии состоит из ряда чисел в формате «К-01.00.04-01.00-01.00-01.00». Где К-01.00.04 – это номер версии микропрограммного обеспечения. Он должен быть не ниже указанного в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	К-01.00.01
Цифровой идентификатор ПО	–

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 4 – Амплитудные характеристики генераторов

Наименование характеристики	Значение	
	EDU33211A	EDU33212A
Число выходных каналов	1	2
Выходной импеданс, Ом	50	
Диапазон размаха выходного напряжения - на нагрузке 50 Ом, В - в режиме холостого хода, В	от 0,001 до 10 от 0,002 до 20	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы на частоте 1 кГц, В	$\pm(0,01 \cdot U + 0,001)$ ¹⁾ $\pm(0,02 \cdot U + 0,001)$ ²⁾	
Диапазон установки постоянного напряжения смещения - на нагрузке 50 Ом, В - в режиме холостого хода, В	± 5 ± 10	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения, В	$\pm(0,01 \cdot U_{см.} + 0,01 \cdot U + 0,005)$	
Примечания ¹⁾ – в нормальных условиях измерений; ²⁾ – в рабочих условиях измерений; U – установленное значение выходного напряжения, В; U _{см.} – установленное значение постоянного напряжения смещения, В		

Таблица 5 – Частотные характеристики генераторов

Наименование характеристики	Значение	
	EDU33211A	EDU33212A
Число выходных каналов	1	2
Диапазон частот выходного сигнала	от 1 мкГц до 20 МГц	от 1 мкГц до 20 МГц
Разрешающая способность по частоте, мкГц	1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала, Гц	$\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15 \cdot 10^{-12})$ ³⁾ $\pm(2 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15 \cdot 10^{-12})$ ⁴⁾	
Примечания ³⁾ – в нормальных условиях измерений; ⁴⁾ – в рабочих условиях измерений; F – установленное значение частоты сигнала, Гц		

Таблица 6 – Характеристики выходных сигналов

Наименование характеристики	Значение
Синусоидальный сигнал	
Диапазон частот	от 1 мкГц до 20 МГц
Неравномерность АЧХ относительно частоты 1 кГц в диапазоне частот: до 100 кГц, дБ	±0,1
св. 100 кГц до 5 МГц, дБ	±0,15
св. 5 до 20 МГц, дБ	±0,3

9.2 Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала

Для определения абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала на измерительный вход частотомера подать сигнал с поверяемого генератора в точках, указанных в таблице 7. На входе частотомера должна быть установлена нагрузка 50 Ом.

Схема соединений представлена на рисунке 1.

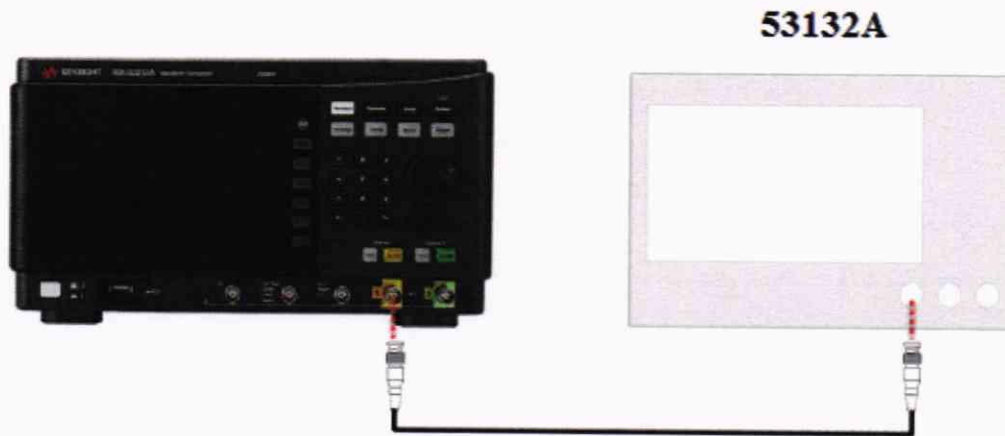


Рисунок 1

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить генератор и частотомер в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 2) Провести измерения частоты выходного сигнала генератора и рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения переменного тока по формуле (1).
- 3) Повторить операции по п.п. 1 – 2 для второго канала генератора (для модификации EDU33212A).

Таблица 7

Выходной сигнал генератора	Размах выходного напряжения генератора, В	Частота, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, Гц
Синусоидальный	1	10 000 000	±10

9.3 Определение абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы

Для определения абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения на измерительный вход цифрового мультиметра подать сигнал с поверяемого генератора в точках, указанных в таблице 8. Режим измерений мультиметра – напряжение переменного тока (среднеквадратическое значение). Вид выходного сигнала генератора – синусоидальный.

Схема соединений представлена на рисунке 2.

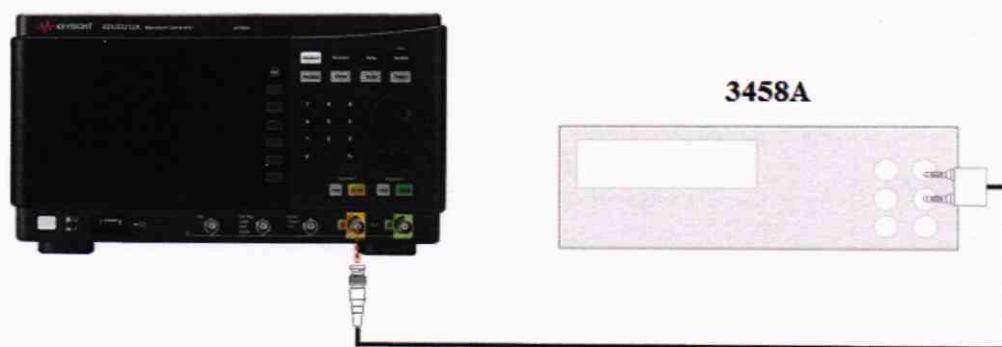


Рисунок 2

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить генератор и цифровой мультиметр в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 2) На генераторе установить режим «Высокий импеданс».
- 3) Провести измерения размаха напряжения выходного синусоидального сигнала и рассчитать абсолютную погрешность установки размаха выходного напряжения по формуле (2).
- 4) Повторить операции по п.п. 1 – 3 для второго канала генератора (для модификации EDU33212A).

Таблица 8

Частота сигнала	Размах выходного напряжения генератора, В	Среднеквадратическое значение выходного напряжения генератора, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
1 кГц	1,128	0,40000	$\pm 0,008354$
1 кГц	2,82	1,00000	$\pm 0,020354$
1 кГц	7,050	2,50000	$\pm 0,050354$
1 кГц	19,74	7,00000	$\pm 0,140354$

9.4 Определение абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения

Для определения абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения на измерительный вход цифрового мультиметра подать сигнал с поверяемого генератора в точках, указанных в таблице 9. Режим измерений мультиметра – напряжение постоянного тока.

Схема соединений представлена на рисунке 2.

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить генератор и цифровой мультиметр в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 2) На генераторе установить режимы «Постоянный ток» («Offset») и «Высокий импеданс».
- 3) Провести измерения напряжения смещения и рассчитать абсолютную погрешность установки постоянного напряжения смещения по формуле (3).

Таблица 9

Выходной сигнал генератора	Амплитуда, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
Напряжение постоянного тока	0,0	$\pm 0,005$
	0,5	$\pm 0,010$
	10,0	$\pm 0,105$

9.5 Определение неравномерности АЧХ синусоидального сигнала

Определение неравномерности АЧХ проводить путем измерений амплитуды выходного сигнала в полосе воспроизводимых частот поверяемого генератора относительно частоты 1 кГц.

Измерение амплитуды выходного сигнала на частоте 1 кГц проводить с помощью мультиметра 3458А. Режим измерений мультиметра – напряжение переменного тока (среднеквадратическое значение). Режим работы генератора «Высокий импеданс».

Схема соединений представлена на рисунке 3.



Рисунок 3

Измерение амплитуды выходного сигнала на частотах свыше 1 кГц проводить с помощью блока измерительного ваттметров E4417A и преобразователя измерительного E9304A. Режим работы генератора «Нагрузка 50 Ом».

Схема соединений показана на рисунке 4.



Рисунок 4

Определение неравномерности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить генератор и измеритель мощности в соответствии с эксплуатационной документацией.

2) Провести измерения амплитуды выходного синусоидального сигнала. Выходной сигнал устанавливать согласно таблице 10.

3) Рассчитать неравномерность АЧХ как разность максимальной (минимальной) амплитуды и амплитуды на частоте 1 кГц. Значение амплитуды в дБм определяется по формуле $\text{дБм} = 10 \cdot \lg(20 \cdot U_{\text{скз}}^2)$.

4) Повторить операции по п.п. 1 – 3 для второго канала генератора (для модификации EDU33212A).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения неравномерности АЧХ находятся в пределах, указанных в таблице 10

В противном случае прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 10

Значение амплитуды, дБм	Значение частоты сигнала, МГц	Неравномерность АЧХ, дБм
+14,6 (1,2 Вскз)	0,1	±0,1
	0,5	±0,15
	2,0	±0,15
	5,0	±0,15
	10,0	±0,3
	15,0	±0,3
	20,0	±0,3
-1,41 (0,19 Вскз)	0,1	±0,1
	0,5	±0,15
	2,0	±0,15
	5,0	±0,15
	10,0	±0,3
	15,0	±0,3
	20,0	±0,3

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Абсолютная погрешность установки частоты выходного сигнала рассчитывается по формуле:

$$\Delta F = F_x - F_0 \quad (1)$$

где: F_x – показания поверяемого генератора, Гц;

F_0 – показания частотомера, Гц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 9.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

10.2 Абсолютная погрешность установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы рассчитывается по формуле:

$$\Delta U = U_x - U_0 \quad (2)$$

где: U_x – показания поверяемого генератора, В;

U_0 – показания мультиметра, В.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 9.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

10.3 Абсолютная погрешность установки постоянного напряжения смещения рассчитывается по формуле:

$$\Delta U = U_X - U_0 \quad (3)$$

где: U_X – показания поверяемого генератора, В;
 U_0 – показания мультиметра, В.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 9.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки генераторов сигналов произвольной формы серии EDU33210 передаются Федеральным информационным фондом по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

11.2 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на прибор знака поверки, и (или) внесением в паспорт прибора записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.3 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в паспорт прибора соответствующей записи.

Начальник отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

С.Ю. Рогожин

Ведущий инженер отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

Е.Н. Мартынова