



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



С.А. Денисенко

10 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

БЛОКИ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ВИБРАЦИИ БОС-ВБ

Методика поверки

РТ-МП-1693-204-2025

г. Москва
2025 г.

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на блоки обработки сигналов вибрации БОС-Вб (далее – БОС-Вб), изготовленные Акционерным обществом «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежаля» (АО «НИКИЭТ»), Россия, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Блоки обработки сигналов вибрации БОС-Вб выпускаются в следующих модификациях: БОС-Вб.01, БОС-Вб.02, БОС-Вб.03 и БОС-Вб.ТП, которые отличаются количеством измеряемых величин и количеством подключаемых первичных преобразователей.

При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого СИ к:

- Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023 в соответствии с поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520;

- Государственному первичному эталону единиц времени частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 в соответствии с поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод сличения при помощи с компаратора и измерения относительной разницы частот с использованием компаратора.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, указанные в Приложении А.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки меньшего количества измерительных каналов из состава средства измерений, меньшего числа измеряемых величин и поддиапазонов частот по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. При проведении первичной и периодической поверок БОС-Вб выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки средства измерений

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Контроль условий поверки	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Определение погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока (параметров вибрации)	9.1	да	да
Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (относительного перемещения)	9.2	да	да
Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения	9.3	да	да
Определение основной абсолютной погрешности установки значений сигналов силы постоянного тока	9.4	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9.5	да	да

2.2. При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится и результаты оформляются в соответствии с п. 10.2.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от +15 до +35 °C
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %.

3.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

3.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемый БОС-Вб должны иметь защитное заземление.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1. К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленные с эксплуатационной документацией на БОС-Вб и данной методикой поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки.

5.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1. Контроль условий поверки	Средство измерений температуры от -10 °C до +60 °C, с погрешностью ±1 °C; Средство измерений относительной влажности от 10 % до 95 % с погрешностью ±3 %	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1. Определение погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока (параметров вибрации)	Рабочий эталон 5 разряда по приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне значений от 0,5 до 4800 Гц; Средства воспроизведения и измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне от 0,005 до 14 В в диапазоне частот от 0,5 до 4800 Гц с погрешностью ±0,5 % Рабочий эталон 3 разряда по приказу Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520 в диапазоне значений от -20 до +20 В	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360, рег. № 45344-10; Вольтметры универсальные цифровые быстродействующие В7-43, рег. № 10283-85; Мультиметр цифровой Agilent 34411A, рег. № 33921-07
9.2. Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (относительного перемещения)	Рабочий эталон 3 разряда по приказу Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520 в диапазоне значений от -20 до +20 В;	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 726, рег. № 52221-12
9.3. Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения	Рабочий эталон 5 разряда по приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне значений от 0,01 до 1000 Гц;	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360, рег. № 45344-10;
9.4. Определение основной абсолютной погрешности установки значений сигналов силы постоянного тока	Рабочий эталон 2-го разряда по приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне значений от 4 до 20 мА	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 726, рег. № 52221-12

Примечание к таблице 2:

- 1) Все средства поверки должны быть поверены (иметь действующую запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений);

2) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.

6.1. При работе со средствами поверки и поверяемым средством измерений должны быть соблюдены общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

6.2. Монтаж и демонтаж электрических цепей БОС-Вб и средств поверки должны проводиться только при отключенном питании всех устройств.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие БОС-Вб следующим требованиям:

- соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации и описанию типа;
- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и разъемов.

7.2. В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеперечисленных требований БОС-Вб признается непригодным к использованию, поверка прекращается (до устранения нарушения).

7.3. Результаты внешнего осмотра считать положительными, если БОС-Вб удовлетворяет требованиям, указанным в п. 7.1.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Контроль условий поверки

8.1.1. Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

8.1.2. Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3 настоящей методики.

8.1.3. Результаты измерений условий окружающей среды должны быть в пределах, указанных в п. 3 настоящей методики.

Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

8.2. Опробование.

8.2.1. Провести опробование в соответствии с эксплуатационной документацией.

9. Определение метрологических характеристик и подтверждение

соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока (параметров вибрации).

Определение погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока (параметров вибрации - виброускорения, выброскорости и виброперемещения) проводится по схеме, приведённой на рисунке 9.1. Вместо вольтметра допускается использовать мультиметр в режиме измерения напряжения.



Рисунок 9.1 – Схема для определения погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока (параметров вибрации)

Последовательность работ по проверке диапазона рабочих частот, диапазона и погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока (параметров вибрации) БОС-Вб следующая:

- 1) собрать схему в соответствии с рисунком 9.1; питающий ток ИСР на БОС-Вб должен быть выключен;
- 2) включить все компоненты в соответствии с их руководствами по эксплуатации и выдержать в течение не менее 15 мин;
- 3) переключить вольтметр или мультиметр в режим измерения напряжения;
- 4) запустить на персональном компьютере (ПК) программное обеспечение (ПО), предназначенное для отображения оператору измеренных значений СКЗ напряжения, поступающих от исследуемого БОС-Вб;
- 5) задать на генераторе сигналов следующие параметры: тип воспроизводимого сигнала – синусоидальный непрерывный, частота воспроизводимого сигнала 0,5 Гц ($f_{\text{ниж}}$), СКЗ напряжения воспроизводимого сигнала 3,5 В, выходное сопротивление 50 Ом. Контролировать вольтметром универсальным значения СКЗ напряжения U , V , поступающие от генератора сигналов на вход БОС-Вб;
- 6) зафиксировать отображаемые на ПК значения СКЗ напряжения $U_{\text{БОС-Вб}}$, V , поступающие от исследуемого БОС-Вб при частоте сигнала f ;
- 7) повторить операции по перечислению 4), 5) для частоты воспроизводимого сигнала равной 2 Гц (f_2), 10 Гц (f_{10}), 20 Гц (f_{20}), 160 Гц (f_{160}), 2500 Гц (f_{2500}), 4600 Гц (f_{4600}) и 4800 Гц ($f_{\text{верх}}$).
- 8) повторить операции по перечислению 4), 5) для значений СКЗ напряжения переменного тока равных 0,005; 0,1; 1; 5; 10 и 14 В СКЗ напряжения переменного тока и для частоты воспроизводимого сигнала равной 160 Гц (f_{160}). При проверке значений СКЗ напряжения переменного тока равного нижней границе диапазона СКЗ напряжения переменного тока (0,005 В), использовать делитель 100:1 (аттенюатор 40 дБ), воспроизводимое генератором напряжение рассчитывать в соответствии с коэффициентом деления делителя.
- 9) определить абсолютную погрешность измерений по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}} \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное БОС-Вб значение напряжения;

$U_{\text{эт}}$ – эталонное (задаваемое) значение напряжения.

БОС-Вб считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения абсолютной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока не превышают значений, указанных в Приложении А.

9.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (относительного перемещения).

Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (относительного перемещения) проводится по схеме, приведённой на рисунке 9.2.

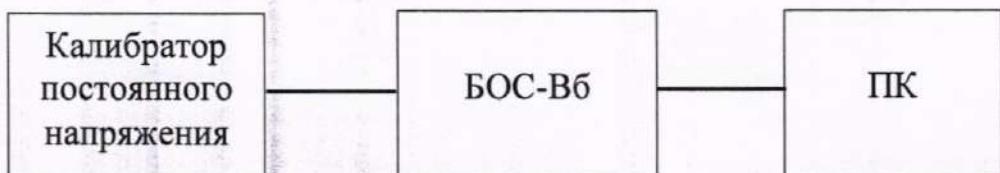


Рисунок 9.2 – Схема для определения основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (относительного перемещения)

Последовательность работ по определению основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (относительного перемещения) БОС-Вб следующая:

- 1) собрать схему в соответствии с рисунком 9.2; питающий ток для датчиков IEPE на БОС-Вб должен быть выключен;
- 2) включить все компоненты в соответствии с их руководствами по эксплуатации и выдержать в течение не менее 15 мин;
- 3) запустить на ВК программное обеспечение, предназначенное для отображения оператору измеряемых значений напряжения постоянного тока, поступающих от исследуемого БОС-Вб;
- 4) последовательно задать на калибраторе постоянного напряжения не менее десяти значений напряжения постоянного тока U_i , равномерно распределенных от нижнего до верхнего пределов проверяемого диапазона измерений напряжения постоянного тока, включительно;
- 5) зафиксировать отображаемые на ПК значения напряжения постоянного тока $U_{БОС-Вб,i}$, В, поступающие от исследуемого БОС-Вб.
- 6) определить абсолютную погрешность измерений по формуле (1).

БОС-Вб считается прошёдшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах $\pm(0,01+0,01 \cdot U)$.

9.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения.

Последовательность работ по определению основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения следующая:

- 1) выполнить операции по перечислению 1) – 3) пункта 9.1;
- 2) последовательно для не менее пяти значений частоты вращения F_i , Гц, равномерно распределенных от нижнего до верхнего пределов диапазона измерений частоты вращения, включительно, задать на генераторе сигналов следующие параметры: тип воспроизводимого сигнала – прямоугольный (размах сигнала – 2 В, длительность импульса – 1 мс), частота воспроизводимого сигнала – F_i , выходное сопротивление 50 Ом;
- 3) зафиксировать отображаемые на ВК измеренные значения частоты вращения $F_{изм_i}$, Гц. Время измерения для каждой воспроизводимой частоты – не менее

$$T_{изм} \geq \frac{1}{F_{изм}} \cdot 50, \quad (2)$$

4) определить абсолютную погрешность измерений частоты вращения по формуле

$$\Delta_F = (F_{изм_i} - F_i) \cdot K, \quad (3)$$

где К – коэффициент для пересчета равный $60 \text{ об/мин} \cdot \text{Гц}^{-1}$.

БОС-Вб считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения абсолютной погрешности измерений частоты вращения находятся в пределах $\pm 1 \text{ об/мин}$.

9.4 Определение основной абсолютной погрешности установки значений сигналов силы постоянного тока.

Определение основной абсолютной погрешности установки значений сигналов силы постоянного тока проводится по схеме, приведённой на рисунке 9.4.

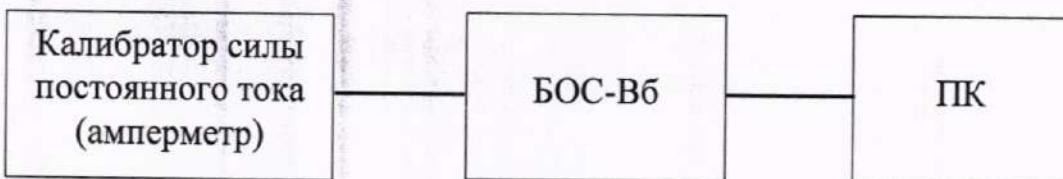


Рисунок 9.4 – Схема для определения основной абсолютной погрешности установки значений сигналов силы постоянного тока

Последовательность работ по определению основной абсолютной погрешности установки значений сигналов силы постоянного тока БОС-Вб следующая:

- 1) собрать схему в соответствии с рисунком 9.4;
- 2) включить все компоненты в соответствии с их руководствами по эксплуатации и выдержать в течение не менее 15 мин;
- 3) переключить калибратор в режим измерения силы постоянного тока или подключить амперметр;
- 4) запустить на ПК программное обеспечение, предназначенное для задания сигналов силы постоянного тока;
- 5) с помощью ПО на ПК поочередно задать на БОС-Вб значения сигнала силы постоянного тока I_i , равные 4, 8, 12, 16 и 20 мА;
- 6) с помощью калибратора (амперметра) измерить значение сигнала силы постоянного тока, поступающее от БОС-Вб ($I_{эт}$);
- 7) определить абсолютную погрешность измерений по формуле:

$$\Delta_I = I_i - I_{эт} \quad (4)$$

где $I_{эт}$ – эталонное (задаваемое) значение силы постоянного тока;
 I_i – измеренное значение силы постоянного тока.

БОС-Вб считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения абсолютной погрешности установки сигналов силы постоянного тока находятся в пределах $\pm(0,1+0,01 \cdot I)$.

9.5. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

БОС-Вб считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям), если он прошел поверку по каждому пункту данной методики.

10. Оформление результатов поверки

10.1. БОС-Вб, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

10.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ БОС-Вб признается непригодным к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению.

10.3. При проведении поверки в сокращенном объеме обязательно должен указываться объем проведенной поверки.

10.4. Результаты поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.5. Ведение протокола поверки осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами. Дополнительные требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник отдела 204
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

А.Г. Волченко

Начальник лаборатории 204/3
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Н.В. Лункин

Приложение А – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Для всех модификаций	
Диапазон измерений СКЗ напряжения переменного тока, В	от 0,005 до 14
Диапазон измерений СКЗ виброускорения, м/с ²	от 0,5 до 1400 ¹⁾
Диапазон измерений СКЗ виброскорости, мм/с	от 0,5 до 1400 ²⁾
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,5 до 4800
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока, В	
- для поддиапазона частот от 0,5 до 2 Гц	от -(0,01+0,26·U) до (0,01+0,06·U)
- для поддиапазона частот от 2 до 10 Гц	от -(0,01+0,09·U) до (0,01+0,06·U)
- для поддиапазона частот от 10 до 20 Гц	от -(0,01+0,05·U) до (0,01+0,01·U)
- для поддиапазона частот от 20 до 4600 Гц	±(0,01+0,01·U)
- для поддиапазона частот от 4600 до 4800 Гц	от -(0,01+0,11·U) до (0,01+0,01·U) где U – измеряемое (задаваемое) значение СКЗ напряжения
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от -20 до +20
Диапазон измерений относительного перемещения (осевого смещения), мм	от -20 до +20 ³⁾
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	±(0,01+0,01·U) где U – измеряемое (задаваемое) значение напряжения постоянного тока
Для модификаций БОС-В6.01, БОС-В6.02 и БОС-В6.ТП	
Диапазон измерений частоты вращения, об/мин (Гц)	от 1 до 10000 (от 0,02 до 166,67) ⁴⁾
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения, об/мин	±1
Диапазон измерений СКЗ виброперемещения, мкм	от 0,5 до 1400 ⁵⁾
Диапазон установки сигналов силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки силы постоянного тока, мА	±(0,1+0,01·I) где I – установленное значение силы постоянного тока

¹⁾ При заданном значении коэффициента преобразования 10 мВ/(м·с²)

²⁾ При заданном значении коэффициента преобразования 10 мВ/(мм·с⁻¹)

³⁾ При заданном значении коэффициента преобразования 1 мВ/мкм

⁴⁾ Для длительности импульса по уровню 0,5 более 150 мкс (размах сигнала более 2 В)

⁵⁾ При заданном значении коэффициента преобразования 10 мВ/мкм