

**Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

И. о. генерального директора  
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»



А. Н. Пронин

16 «августа» 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ КОЛЕБАНИЙ HE10X

**Методика поверки**

**МП 2520-108-2021**

И.о. руководителя научно-исследовательской  
лаборатории госэталонов в области измерений  
вибраций, удара и переменных давлений  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А. А. Козляковский

г. Санкт-Петербург  
2021 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	4
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
5	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
6	ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
7	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	5
8	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	6
9	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	8
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. ....	9

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на датчики контроля колебаний HE10X (далее — датчики), изготовленные HAUBER-Elektronik GmbH, Германия, устанавливает объём и порядок проведения поверки.

1.2 Поверка обеспечивает прослеживаемость датчиков к государственному первичному специальному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твёрдого тела ГЭТ 58-2018, обеспечивающий реализацию методики поверки: прямым измерением и методом косвенных измерений поверяемым СИ величины, воспроизводимой мерой или стандартным образцом.

1.3 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.4 Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой поверки, эксплуатационной документацией, техническим описанием средств измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

1.5 В тексте настоящей методики поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 8.736-2011 ГСОЕИ. «Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

1.6 В тексте настоящей методики поверки имеются следующие сокращения:

- МП – методика поверки;

- ЭД – эксплуатационная документация

1.7 При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.



## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Опробование	7.2	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия обязательным метрологическим требованиям	8		
Определение нелинейности амплитудной характеристики	8.1	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	8.2	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	8.3	да	нет
Оформление результатов поверки	9	да	да

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +35
- относительная влажность воздуха, % до 98

## 4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики	Номер пункта МП
Рабочий эталон 2-го разряда единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела по Приказу Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г.	Диапазон измерений виброускорений от 0,1 до 200 м/с <sup>2</sup> , в диапазоне частот от 1 Гц до 2 кГц. ПГ ± (1,0-3,0) %;	7.2, 8
Вольтметр универсальный АКИП-2101/2	Диапазон измерений тока от 0 до 10 А, погрешность ±0,015%. Рег. № 70837-18 в ФИФ	7.2, 8

4.2 Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями» и «Межотраслевыми правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

5.2 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны соблюдаться требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и руководствах по эксплуатации применяемых приборов.

## 6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Без подключения датчика к источнику питания проверить:

- Комплектность.
- Отсутствие деформаций и трещин корпуса, изломов и повреждений кабелей.
- Целостность пломб, наличие заводского номера и маркировки на датчике.

6.2 Результаты поверки считать положительными, если комплектность соответствует указанной в эксплуатационной документации, нет механических повреждений корпуса и кабелей, места нанесений пломбы, заводского номера и маркировки соответствуют требованиям ЭД.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в п.4;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений;
- проверка соблюдения условий п.3;
- проверка наличия на корпусе датчика шильдика с товарным знаком фирмы-изготовителя;
- подготовка к работе датчика, средств измерений и вспомогательных устройств, входящих в состав поверочного оборудования, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.2 Опробование

7.2.1 Подготовить датчик к проведению измерений. Подать на датчик напряжение питания, указанного в руководстве по эксплуатации, и измерить значение начального рабочего тока  $I_{CM}$  на выходе датчика.

7.2.2 Установить датчик на вибростол таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности совпадало с направлением колебаний вибростола. Датчик закрепить на вибростоле поверочной виброустановки в соответствии с требованиями, установленными в руководстве по эксплуатации, предпочтительно крепление с помощью резьбового соединения (шпилька).

7.2.3 На вибростоле поверочной виброустановки задать действительное значение физической величины – виброскорость  $V_d$  с амплитудой не менее 10 мм/с (виброускорение 10 м/с<sup>2</sup> – для датчика типа HE102) на частоте 80 Гц.

7.2.4 Действительное значение коэффициента преобразования вычислить по формуле (1):



$$K_{д} = \frac{(I_{V} - I_{см})\sqrt{2}}{V_{д}} \quad (1)$$

где  $K_{д}$  – действительное значение коэффициента преобразования;  
 $I_{V}$  и  $I_{см}$  – измеренные значения тока на выходе датчика и тока смещения (начальный рабочий ток), мА;

$V_{д}$  – действительное значение, воздействующее на датчик, мм/с.

7.2.5 Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального коэффициента преобразования:

$$\delta_{к} = \frac{|K_{д} - K_{н}|}{K_{н}} 100\% \quad (2)$$

где  $K_{н}$  – номинальный коэффициент преобразования, мА/(мм·с<sup>-1</sup>);

$K_{д}$  – действительное значение коэффициента преобразования.

7.2.6 Результаты опробования считаются удовлетворительными, если отклонение от номинального коэффициента преобразования не превышает 10%.

## 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

8.1 Определение нелинейности амплитудной характеристики

8.1.1 Нелинейность амплитудной характеристики  $\gamma_a$  датчика определяют на фиксированной частоте рабочего диапазона не менее чем при пяти значениях физической величины, одно из которых должно быть минимальным, другое — максимальным для данного преобразователя (в соответствии с ГОСТ ISO 2954-2014 «Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Требования к средствам измерений»). Для определения нелинейности амплитудной характеристики предпочтительна базовая частота 80 Гц.

8.1.2 Проверяемый датчик устанавливают на вибростол таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности датчика совпадало с направлением колебаний вибростола. В соответствии с руководством по эксплуатации подключают датчик соединительным кабелем к вторичным приборам. Последовательно задают значения физической величины на выбранной частоте не менее пяти точек диапазона амплитуд, включая крайние значения. Считывают значения тока  $I_i$ , и определяют измеренные значения виброскорости (виброускорения). Отклонение от линейности амплитудной характеристики, приведенное к верхнему пределу измерений, определяют по формуле (3).

$$\gamma_i^{ВП} = \frac{\left| \frac{I_i}{K_{д}} - \frac{A_{Vi}}{\sqrt{2}} \right|}{A_{Vmax}} 100\% \quad (3)$$

где

$K_{д}$  – действительное значение коэффициента преобразований (по результатам 7.2);

$A_{Vi}$  – заданная амплитуда виброскорости (виброускорения для HE102);

$A_{Vmax}$  – верхний предел измерений для поверяемого датчика.

8.1.3 За нелинейность амплитудной характеристики датчика принимают максимальное значение, вычисленное по формуле (4)

$$\gamma_a = \max(\gamma_i^{ВП}), \quad (4)$$

8.1.4 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если максимальное значение нелинейности амплитудной характеристики датчика не превышает 1%.

8.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

8.2.1 Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) датчика определяют на частотах 1, 2, 5, 10, 100, 250, 500, 1000 Гц при амплитуде виброскорости не менее 10 мм/с (в соответствии с ГОСТ ISO 2954-2014 «Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Требования к средствам измерений», п. 5.4).

8.2.2 Устанавливают датчик на вибростол поверочной виброустановки и подключают его в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации на датчик. Задают значение физической величины последовательно на частотах рабочего диапазона датчика и измеряют значения выходного тока  $I_i$ . Для каждого значения частоты вычисляют значение коэффициента преобразования по формуле (1). Используя полученные значения коэффициентов преобразования  $K_{дi}$ , вычисляют их отклонения  $\delta_i$  от действительного значения коэффициента преобразования  $K_{д}$ , определенного на базовой частоте в соответствии с п. 7.2.

$$\delta_i = 20 \log_{10} \left( \frac{|K_{дi} - K_{д}|}{K_{д}} \right) \quad (5)$$

За неравномерность амплитудно-частотной характеристики датчика принимают максимальное абсолютное значение, дБ, вычисленное по формуле (6), отдельно для диапазонов частот от 1 до 2 Гц, от 2 до 10 Гц, от 10 до 1000 Гц:

$$\delta = \max(\delta_i) \quad (6)$$

8.2.3 Результаты поверки считают удовлетворительными, если неравномерность амплитудно-частотной характеристики не превышает  $\pm 8$  дБ в диапазоне частот от 1 до 2 Гц,  $\pm 2$  дБ в диапазоне частот от 2 до 10 Гц, не менее -0,92 дБ и не более +0,83 дБ в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц.

8.3 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования

8.3.1 Устанавливают и подают на датчик напряжение питания, указанного в руководстве по эксплуатации, и измеряют значение начального рабочего тока  $I_{см}$  на выходе датчика.

8.3.2 Датчик устанавливают на вибростол таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности было перпендикулярно направлению колебаний вибростола. Датчик закрепляют на вибростоле поверочной виброустановки в соответствии с требованиями, установленными в руководстве по эксплуатации, предпочтительно крепление с помощью резьбового соединения (шпилька).

8.3.3 В соответствии с руководством по эксплуатации подключают датчик соединительным кабелем к вторичным приборам. Включают и прогревают вторичные приборы, а также измерительные и технические средства поверочной виброустановки. Выход датчика подключают соединительным кабелем к входу измерительной цепи. На вибростоле поверочной виброустановки задают действительное значение физической величины – виброскорость  $V_{д}$  с амплитудой не менее 10 мм/с (виброускорение  $10 \text{ м/с}^2$  – для датчика HE102) на частоте 80 Гц.

8.3.4 Считывают значение тока  $I_p$ , и определяют значения коэффициента преобразования  $K_p$ .



8.3.5 Относительный коэффициент поперечного преобразования датчика определяется по формуле (7):

$$\delta_p = \frac{K_p}{K_H} 100\% \quad (7)$$

8.3.6 Результаты испытаний считают удовлетворительными, если относительный коэффициент поперечного преобразования не превышает 5%.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки в соответствии с ПРИЛОЖЕНИЕМ А.

9.2 При отрицательных результатах поверки датчик к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности.

9.3 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельства о поверке, оформленные в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке и (или) в паспорт (формуляр) средств измерений вносит запись о проведенной поверке или в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) выдает извещения о непригодности к применению средства измерений.



ПРИЛОЖЕНИЕ А.

(рекомендуемое)

Протокол поверки датчика контроля колебаний HE10X, исполнение \_\_\_\_\_

Условия поверки:

Температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С.

Относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_ %.

Результаты поверки

1 Внешний осмотр, проверка комплектности \_\_\_\_\_

2 Опробование \_\_\_\_\_

3 Определение погрешности измерений

Отклонение коэффициента преобразования от номинального: \_\_\_\_%

Неравномерность амплитудной-частотной характеристики: \_\_\_\_%

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики: \_\_\_\_дБ

5 Заключение: датчик контроля колебаний HE10X, исполнение \_\_\_\_\_

№ \_\_\_\_\_ пригоден / непригоден для применения.

Дата поверки « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ г.

Поверитель \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_