

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«15» 03 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ВИБРОУСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ АТ-9000

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-09-2024

г. Москва
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на виброустановки поверочные АТ-9000 (далее - виброустановки), изготовленные ООО «Альфатех» и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

Виброустановки применяются в качестве поверочных виброустановок 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод сличения. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к ГЭТ 58-2018 «Государственный первичный эталон единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела».

Акселерометры (вибропреобразователь) из состава поверяемой виброустановки должны быть поверены в качестве рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772.

Методика поверки допускает возможность поверки СИ на меньшем числе поддиапазонов амплитуд и частот с указанием объема выполненной поверки в свидетельстве о поверке при условии обязательной поверки в поддиапазоне частот, в котором находится базовая частота поверяемого вибростенда виброустановки.

Допускается признавать пригодной к применению виброустановку при превышении на отдельных поддиапазонах частот указанных в описании типа значений коэффициента гармоник K_G . При этом поддиапазоны частот, на которых значение коэффициента гармоник K_G превышает значение, указанное в описании типа на виброустановку, исключаются из диапазона рабочих частот виброустановки, о чем делается соответствующая запись в свидетельстве о поверке.

Допускается признавать пригодной к применению виброустановку при превышении на отдельных поддиапазонах частот указанных в описании типа значений относительного коэффициента поперечного движения $K_{o.n}$. При этом поддиапазон частот, на которых значение относительного коэффициента поперечного движения $K_{o.n}$ превышает значение, указанное в описании типа на виброустановку, исключается из диапазона рабочих частот установки, о чем делается соответствующая запись в свидетельстве о поверке.

2. Перечень операций поверки средства измерений.

2.1 При проведении первичной и периодической поверок виброустановок выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10	да	да
Определение уровня вибрационного шума на платформе вибростенда	10.1	да	да
Определение коэффициента гармоник	10.2	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного движения платформы вибростенда	10.3	да	да
Определение относительной погрешности измерений значения коэффициента преобразования	10.4	да	да
Определение относительной погрешности аналого-цифрового преобразования и измерений напряжения измерительного канала	10.5	да	да
Определение относительной погрешности измерений параметров вибрации	10.6	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10.7	да	да

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, результаты оформляются в соответствии с п. 11.2.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

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

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 ознакомленными с эксплуатационной документацией на виброустановку поверочную АТ-9000 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

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.3	Средства измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений абсолютного давления от 80 до 110 кПа, ПП $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
10.1	Государственный вторичный эталон в соответствии с приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г. с диапазоном частот от 0,1 до 20000 Гц и виброускорения от 0,001 до 1000 м/с ²	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
10.2	Измеритель нелинейных искажений, пределы относительной погрешности не более ± 10 %	Измеритель нелинейных искажений АКИП-4501 (рег. № 68366-17)
10.3	Трёхкомпонентный вибропреобразователь, пределы относительной погрешности в рабочем диапазоне частот не более ± 3 дБ	Акселерометр пьезоэлектрический 356В11 (рег. № 76591-19) Акселерометр 356В18 (рег. № 80330-20)
10.4	Государственный вторичный эталон в соответствии с приказом Росстандарта № 2772 от 27.12.2018 г. с диапазоном частот от 0,1 до 20000 Гц и виброускорения от 0,001 до 1000 м/с ²	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
10.5	Средство измерений напряжения постоянного и переменного тока с диапазоном измерений от 1 мВ до 10 В, диапазоном частот от 1 до 20000 Гц с погрешностью не более 0,01 %	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)

5.2. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть в исправном состоянии и поверены, сведения о результатах поверки должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5.3. Эталоны, применяемые при поверке, должны быть в исправном состоянии, аттестованы, сведения о результатах аттестации должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5.4. Диапазон частот вторичного эталона должен включать диапазон частот поверяемой виброустановки. Нижний предел измерений вторичного эталона должен быть в два раза ниже уровня

собственных шумов поверяемой виброустановки. Верхний предел измерений вторичного эталона должен быть не менее, чем верхний предел диапазона воспроизведения поверяемой виброустановки.

5.5. Верхний предел частот измерителя нелинейных искажений должен быть не менее, чем верхний предел рабочего диапазона частот поверяемой виброустановки, нижний предел должен быть не выше 20 Гц.

5.6. Относительные коэффициенты поперечного преобразования вибропреобразователей, используемых при поверке, должны быть не ниже измеряемого (номинального) значения коэффициента поперечных составляющих поверяемой виброустановки.

5.7. При проведении поверки допускается применять другие средства поверки, не приведенные в перечне, но обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

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

6.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6.2. При работе со средствами поверки и поверяемым средством измерений должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в соответствующей эксплуатационной документации.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

7.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, поверяемая виброустановка считается непригодной к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.2. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 3.

8.1. Подготовка к проведению поверки

8.1.1 Проверить наличие средств поверки, укомплектованность их технической документацией (ТД) и необходимыми элементами соединений.

8.1.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями ТД на указанные средства.

8.1.3 Подготовка к поверке эталонных, рабочих и вспомогательных средств измерений должна соответствовать требованиям технической документации на эти средства.

8.1.4 Для обезжиривания рабочей поверхности вибростенда виброустановки и основания вибропреобразователя перед его установкой применяют спирт этиловый из расчета 5 г на один вибропреобразователь.

8.1.5 Проверяют наличие технической документации на поверяемую виброустановку.

8.1.6 Проверяют наличие действующей поверки на акселерометры (вибропреобразователи), входящие в состав поверяемой виброустановки, которые должны быть поверены в качестве РЭ 1-го разряда по Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772.

8.2 Опробование

8.2.1 Закрепляют на виброустановке эталон сравнения из состава вторичного эталона.

8.2.2 Включают виброустановку в соответствии с требованиями РЭ и проверяют органы управления, регулирования и настройки.

8.2.3 Задают на виброустановке виброускорение с помощью встроенного в виброустановку акселерометра или с помощью внешнего акселерометра, входящего в состав поверяемой виброустановки, приблизительно равное 10 м/с^2 на частоте 160 Гц (10 Гц для низкочастотного стенда APS 113) в течение двух минут. Измеряют задаваемое виброускорение с помощью вторичного эталона. Измеренное вторичным эталоном значение виброускорения не должно отличаться от задаваемого по встроенному (внешнему) акселерометру на величину более 0,5 %.

8.2.4 Если измеренное с помощью встроенного (внешнего) акселерометра значение виброускорения отличается от значения, полученного с помощью эталона сравнения, более, чем на 0,5 %, то виброустановку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности.

8.3. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 3.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения на соответствие таблице 3 через вкладку «О программе» в программном обеспечении.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Для виброустановки поверочной модификации АТ-9000-Р	
Встроенное ПО	
Идентификационное наименование ПО	9000А
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 0.9.5
Для виброустановки поверочной модификаций АТ-9000-А	
Автономное ПО	
Идентификационное наименование ПО	Measuring_AT9000.dll
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.0

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

10.1. Определение уровня вибрационного шума.

Уровень вибрационного шума определяют в месте, предназначенном для установки поверяемого средства измерений.

Закрепляют на виброустановке эталон сравнения и включают виброустановку в соответствии с руководством по эксплуатации. Определение уровня вибрационного шума осуществляют по среднему квадратическому значению виброускорения, зафиксированному с помощью эталона сравнения при включенной виброустановке, но при отсутствии сигнала возбуждения от задающего генератора виброустановки.

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученное значение уровня вибрационного шума в пять раз ниже минимального значения диапазона воспроизведения (измерения) параметров вибрации (виброускорения, виброскорости, виброперемещения).

10.2. Определение коэффициента гармоник.

Коэффициент гармоник виброустановки определяют в диапазоне частот на верхних пределах диапазонов воспроизведения виброускорения. Ниже опорной частоты допускается задавать максимально возможное виброускорение, которое может воспроизвести виброустановка на задаваемой частоте.

При периодической поверке допускается проводить измерения на верхних пределах диапазонов воспроизведения, указанных при номинальной нагрузке на усилителе мощности.

Подключают к выходу акселерометра, входящего в комплект виброустановки, измеритель нелинейных искажений (коэффициента гармоник).

На частотах ниже 20 Гц коэффициент гармоник допускается определять с помощью разложения записанной реализации виброускорения в ряд Фурье на гармонические составляющие:

$$K_{\Gamma} = \sqrt{\frac{C_2^2 + C_3^2 + \dots + C_N^2}{C_1^2}} \quad (1)$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_N$ – амплитуды 1-й, 2-й, 3-й, ..., N-й гармонических составляющих разложения записанной реализации виброускорения в ряд Фурье.

С помощью задающего генератора виброустановки последовательно задают частоты возбуждения f , равные значениям третьоктавного ряда в рабочем диапазоне частот поверяемой виброустановки и измеряют коэффициент гармоник.

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения коэффициента гармоник не превышают значений, указанных в приложении А.

10.3. Определение относительного коэффициента поперечного движения платформы вибростенда.

Для определения относительного коэффициента поперечного движения $K_{o.n.}$ на платформе вибростенда закрепляют, в соответствии с требованиями эксплуатационной документации, трёхкомпонентный вибропреобразователь.

Задают на виброустановке амплитуду виброускорения A_z , равную 0,3 от верхнего значения рабочего диапазона амплитуд и последовательно измеряют значения в направлении оси X и оси Y (A_x и A_y), перпендикулярным основному направлению движения вибростола виброустановки (ось Z). Измерения проводят при значениях частот, равных значениям третьоктавного ряда в рабочем диапазоне частот. Вычисляют относительный коэффициент поперечного движения $K_{o.n.}$ по формуле:

$$K_{o.n.} = \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z} \cdot 100 (\%) \quad (2)$$

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительного коэффициента поперечного движения не превышают значений, указанных в приложении А.

10.4. Определение относительной погрешности измерений коэффициента преобразования акселерометра.

Закрепляют эталон сравнения на поверяемой виброустановке и подключают его к каналу, предназначенному для поверяемого вибропреобразователя, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Измерения проводят на частотах третьоктавного ряда в диапазоне рабочих частот при постоянном значении виброускорения, равном 10 м/с^2 .

Примечание – На частотах ниже 10 Гц, где технически невозможно получить указанное виброускорение, измерения проводят при виброускорениях, достижимых для вибростенда с коэффициентом гармоник не более 7 %.

Для каждого значения частоты определяют коэффициент преобразования эталона сравнения и вычисляют отклонение по формуле:

$$\gamma = \frac{K_{\text{изм}} - K_{\text{д}}}{K_{\text{д}}} \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

где $K_{\text{изм}}$ – измеренное значение коэффициента преобразования;
 $K_{\text{д}}$ – эталонное значение коэффициента преобразования.

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности измерений коэффициента преобразования акселерометра не превышают значений, указанных в приложении А.

10.5. Определение относительной погрешности аналого-цифрового преобразования и измерений напряжения измерительного канала.

Подключают выходной канал блока управления к входным измерительным каналам через разветвитель и параллельно подключают к вольтметру (мультиметру). Проводят измерения параметров вибрации (виброускорения, виброскорости и виброперемещения) в диапазоне воспроизведения параметров вибрации (не менее пяти точек в диапазоне воспроизведения, включая верхний и нижний пределы) и рабочем диапазоне частот (значения частот из 1/3 октавного ряда) путем подачи соответствующего значения напряжения от выходного канала блока управления.

Определение относительной погрешности проводят по формуле:

$$\delta_{\text{в}} = \frac{D_{\text{изм}} - D_{\text{эт}}}{D_{\text{эт}}} \cdot 100 (\%) \quad (4)$$

где $D_{\text{изм}}$ – измеренное значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения), м/с^2 (мм/с, мкм);

$D_{\text{эт}}$ – заданное значение параметра вибрации (виброускорения, виброскорости или виброперемещения), вычисленное по формуле:

$$D_{\text{эт}} = \frac{U_{\text{изм}}}{K_{\text{пр}}} \cdot 100 (\%) \quad (5)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное вольтметром (мультиметром) значение напряжения, мВ;

$K_{\text{пр}}$ – заданное значение коэффициента преобразования соответствующего измерительного канала.

При наличии в составе виброустановки усилителя измерительного, дополнительно проводят измерения путем подачи напряжения на вход усилителя измерительного. Предварительно выставляют значение коэффициента усиления на усилителе измерительном равное 1.

10.6 Определение относительной погрешности измерений параметров вибрации.

Основную относительную погрешность измерений параметров вибрации при доверительной вероятности 0,95 вычисляют по формуле:

$$\delta_B = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_3^2 + \delta_\gamma^2 + \delta_\Gamma^2 + \delta_{o.п.}^2 + \delta_B^2} \quad (6)$$

где δ_3 – погрешность измерений эталона, используемого при поверке, %;

δ_γ – значение относительной погрешности измерений коэффициента преобразования акселерометра, полученное по п. 10.4;

δ_Γ – дополнительная относительная погрешность от наличия гармонических составляющих, определяемая по формуле:

$$\delta_\Gamma = \sqrt{1 + K_\Gamma^2} \cdot 100 \quad (\%) \quad (7)$$

где K_Γ – значение коэффициента гармоник, полученное по п. 10.2;

$\delta_{o.п.}$ – дополнительная относительная погрешность, вызванная наличием поперечного движения вибростола, определяемая по формуле:

$$\delta_{o.п.} = \frac{K_{o.п.} \cdot K_\Pi}{100} \quad (8)$$

где $K_{o.п.}$ – значение относительного коэффициента поперечного преобразования, %, полученное по п. 10.3;

K_Π – значение относительного коэффициента поперечной чувствительности акселерометра из состава поверяемой виброустановки, %;

δ_B – максимальное для каждого значения частоты значение относительной погрешности аналого-цифрового преобразования и измерений напряжения измерительного канала, полученное по п. 10.5;

Виброустановка считается прошедшей поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности измерений не превышают значений, указанных в приложении А.

10.7. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Виброустановка считается пригодной к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если она прошла поверку по каждому пункту данной методики поверки и метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, указанным в Приложении А, и обязательным требованиям, предъявляемым к поверочной виброустановке 1-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 года № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерения виброперемещения, вибро скорости, вибро ускорения и углового ускорения».

11. Оформление результатов поверки

11.1. Виброустановка, прошедшая поверку с положительным результатом, признается пригодной и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

11.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на виброустановку оформляется извещение о непригодности к применению.

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

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

Ведущий инженер
ФГБУ «ВНИИМС»



Н.В. Лункин

Начальник отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Г. Волченко

Приложение А – Метрологические характеристики

Таблица А1 – Метрологические характеристики виброустановок поверочных АТ-9000 с вибростендами 396С10 и 396С11

Наименование характеристик	Значение	
	396С10	396С11
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброускорения, м/с ²	от 0,1 до 500	от 0,1 до 500
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброскорости, мм/с	от 0,1 до 780	от 0,1 до 780
Диапазон воспроизведения размаха виброперемещения, мм	от 0,05 до 10	от 0,05 до 10
Минимальный предел диапазона измерений виброперемещения на частоте 1000 Гц, мм	0,001	0,001
Диапазоны рабочих частот воспроизведения, Гц: - виброускорения - виброскорости - виброперемещения	от 0,5 до 15000 от 0,5 до 5000 от 0,8 до 1500	от 0,5 до 20000 от 0,5 до 5000 от 0,8 до 1500
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброускорения при доверительной вероятности Р = 0,95, %, в диапазонах частот: от 0,5 Гц до 2 Гц включ. св. 2 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 5000 Гц включ. св. 5000 Гц до 10000 Гц включ. св. 10000 Гц до 15000 Гц включ. св. 15000 до 20000 Гц	±3 ±2 ±1,5 ±2,5 ±4 -	±3 ±2 ±1,5 ±2,5 ±4 ±4
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброскорости при доверительной вероятности Р = 0,95, %, в диапазонах частот: от 0,5 Гц до 2 Гц включ. св. 2 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 5000 Гц	±3 ±2 ±1,5	±3 ±2 ±1,5
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброперемещения при доверительной вероятности Р = 0,95, %, в диапазонах частот: от 0,5 Гц до 2 Гц включ. св. 2 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 1500 Гц	±3 ±2 ±1,5	±3 ±2 ±1,5
Опорные частоты, Гц	100, 160	100, 160
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) при доверительной вероятности Р = 0,95 на опорных частотах, %	±0,5	±0,5
Коэффициенты гармоник в диапазоне частот, %, не более: от 0,5 до 20 Гц включ. от 20 до 15000 Гц включ. св. 15000 Гц до 20000 Гц	7 5 -	7 5 5

Наименование характеристик	Значение	
	396C10	396C11
Относительные коэффициенты поперечного движения платформы вибростенда в диапазоне частот, %, не более		
от 0,5 до 20 Гц включ.	10	10
св. 20 до 800 Гц включ.	5	5
св. 800 до 5000 Гц включ.	7	7
св. 5000 до 10000 Гц включ.	10	10
св. 10000 до 15000 Гц включ.	15	15
св. 15000 Гц до 20000 Гц	-	20
Уровень вибрационного шума на платформе вибростенда, м/с ² , не более	0,03	0,03

Таблица А2 – Метрологические характеристики виброустановок поверочных АТ-9000 с вибростендом 4808

Наименование характеристик	Значение
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброускорения, м/с ²	от 0,1 до 500
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброскорости, мм/с	от 0,1 до 780
Диапазон воспроизведения размаха виброперемещения, мм	от 0,05 до 12,7
Диапазоны рабочих частот воспроизведения, Гц: - виброускорения - виброскорости - виброперемещения	от 0,5 до 15000 от 0,5 до 5000 от 0,8 до 1500
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброускорения, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 0,5 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 800 Гц включ. св. 800 Гц до 2000 Гц включ. св. 2000 Гц до 5000 Гц включ. св. 5000 Гц до 10000 Гц включ. св. 10000 Гц до 15000 Гц	± 3 $\pm 1,5$ ± 2 ± 3 ± 4 ± 5
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброскорости, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 0,5 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 800 Гц включ. св. 800 Гц до 2000 Гц включ. св. 2000 Гц до 5000 Гц	± 3 $\pm 1,5$ ± 2 ± 3
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброскорости, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 0,5 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 800 Гц включ. св. 800 Гц до 1500 Гц	± 3 $\pm 1,5$ ± 2

Наименование характеристик	Значение
Опорные частоты, Гц	100, 160
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) при доверительной вероятности $P = 0,95$ на опорных частотах, %	$\pm 0,5$
Коэффициенты гармоник в диапазоне частот, %, не более: от 0,5 до 20 Гц включ. от 20 до 15000 Гц	7 5
Относительные коэффициенты поперечного движения платформы вибростенда, %, не более, в диапазоне частот от 0,5 до 20 Гц включ. св. 20 до 800 Гц включ. св. 800 до 2000 Гц включ. св. 2000 до 5000 Гц включ. св. 5000 до 10000 Гц включ. св. 10000 до 15000 Гц	10 5 7 10 15 20
Уровень вибрационного шума на платформе вибростенда, m/c^2 , не более	0,03

Таблица А3 – Метрологические характеристики виброустановок поверочных АТ-9000 с вибростендами TV 51140 и TV 52120

Наименование характеристик	Значение	
	TV 51140	TV 52120
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброускорения, m/c^2	от 0,1 до 850	от 0,1 до 750
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброскорости, мм/с	от 0,1 до 1000	от 0,1 до 1000
Диапазон воспроизведения размаха виброперемещения, мм	от 0,1 до 20	от 0,1 до 15
Диапазоны рабочих частот воспроизведения, Гц: - виброускорения - виброскорости - виброперемещения	от 2 до 6500 от 2 до 5000 от 2 до 1500	от 2 до 7000 от 2 до 5000 от 2 до 1500
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброускорения, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 2 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 800 Гц включ. св. 800 Гц до 2000 Гц включ. св. 2000 Гц до 5000 Гц включ. св. 5000 Гц до 6500 Гц включ. св. 6500 до 7000 Гц	± 3 ± 2 ± 3 ± 4 ± 5 -	± 3 ± 2 ± 3 ± 4 ± 5 ± 5
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброскорости, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 2 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 800 Гц включ. св. 800 Гц до 2000 Гц включ. св. 2000 Гц до 5000 Гц	± 3 ± 2 ± 3 ± 4	± 3 ± 2 ± 3 ± 4

Наименование характеристик	Значение	
	TV 51140	TV 52120
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброперемещения, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 2 Гц до 20 Гц включ. св. 20 Гц до 800 Гц включ. св. 800 Гц до 1500 Гц	± 3 ± 2 ± 3	± 3 ± 2 ± 3
Опорные частоты, Гц	100, 160	100, 160
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) при доверительной вероятности $P = 0,95$ на опорных частотах, %	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
Коэффициенты гармоник в диапазоне частот, %, не более: от 2 до 20 Гц включ. св. 20 до 6500 Гц включ. св. 6500 до 7000 Гц	7 5 -	7 5 5
Относительный коэффициент поперечного движения платформы вибростенда в диапазоне частот, %, не более от 2 до 20 Гц включ. св. 20 до 800 Гц включ. св. 800 до 2000 Гц включ. св. 2000 до 5000 Гц включ. св. 5000 до 6500 Гц включ. св. 6500 до 7000 Гц	10 5 7 10 15 -	10 5 7 10 15 15
Уровень вибрационного шума на платформе вибростенда, m/c^2 , не более	0,03	0,03

Таблица А4 – Метрологические характеристики виброустановок поверочных АТ-9000 с вибростендом APS 113

Наименование характеристик	Значение	
	модификация АТ-9000-А с стендом APS 113	модификация АТ-9000-Р с стендом APS 113
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброускорения, m/c^2	от 0,1 до 10	от 0,1 до 10
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброскорости, мм/с	от 0,1 до 20	от 0,1 до 20
Диапазон воспроизведения размаха виброперемещения, мм	от 0,01 до 158	от 0,01 до 158
Диапазоны рабочих частот воспроизведения, Гц: - виброускорения - виброскорости - виброперемещения	от 0,1 до 100 от 0,5 до 100 от 0,8 до 100	от 0,5 до 100 от 0,5 до 100 от 0,8 до 100
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброускорения, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 0,1 Гц до 0,5 Гц включ.	± 5	-

Наименование характеристик	Значение	
	модификация АТ-9000-А с стендом APS 113	модификация АТ-9000-Р с стендом APS 113
св. 0,5 Гц до 20 Гц включ.	±3	±3
св. 20 Гц до 50 Гц включ.	±2	±2
св. 50 Гц до 100 Гц включ.	±2	±2
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброскорости, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 0,5 Гц до 20 Гц включ.		±3
св. 20 Гц до 50 Гц включ.		±2
св. 50 Гц до 100 Гц включ.		±2
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения виброперемещения, при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 0,8 Гц до 20 Гц включ.		±3
св. 20 Гц до 50 Гц включ.		±2
св. 50 Гц до 100 Гц включ.		±2
Опорные частоты, Гц	10	
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) при доверительной вероятности $P = 0,95$ на опорных частотах, %	±0,8	
Коэффициенты гармоник в диапазоне частот, %, не более: от 0,1 Гц до 0,5 Гц включ.	10	-
св. 0,5 Гц до 20 Гц включ.	7	7
св. 20 Гц до 50 Гц включ.	5	5
св. 50 Гц до 100 Гц включ.	5	5
Относительный коэффициент поперечного движения платформы вибростенда в диапазоне частот, %, не более от 0,1 Гц до 0,5 Гц включ.	10	-
св. 0,5 Гц до 20 Гц включ.	10	10
св. 20 Гц до 50 Гц включ.	5	5
св. 50 Гц до 100 Гц включ.	10	10
Уровень вибрационного шума на платформе вибростенда, m/c^2 , не более	0,03	

Таблица А5 – Метрологические характеристики виброустановок поверочных АТ-9000 с вибростендами V15 и V20

Наименование характеристик	Значение	
	V15	V20
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброускорения, m/c^2 - при номинальной нагрузке на усилителе мощности - при максимальной нагрузке на усилителе мощности	от 0,01 ¹⁾ до 125 от 0,01 ¹⁾ до 250	от 0,01 ¹⁾ до 250 от 0,01 ¹⁾ до 500

Наименование характеристик	Значение	
	V15	V20
Диапазон воспроизведения среднеквадратического значения виброскорости, мм/с - при номинальной нагрузке на усилителе мощности - при максимальной нагрузке на усилителе мощности	от 0,1 до 200 от 0,1 до 400	от 0,1 до 400 от 0,1 до 790
Диапазон воспроизведения размаха виброперемещения, мм	от 0,001 ²⁾ до 7	от 0,001 ²⁾ до 7
Диапазоны рабочих частот воспроизведения, Гц: - виброускорения - виброскорости - виброперемещения	от 0,5 до 15000 от 0,5 до 5000 от 0,8 до 1500	от 0,5 до 20000 от 0,5 до 5000 от 0,8 до 1500
Диапазон рабочих частот при измерении, Гц: - встроенным акселерометром, Гц - внешним низкочастотным акселерометром	от 5 до 15000 от 0,5 до 10	от 5 до 20000 от 0,5 до 10
Доверительные границы относительной погрешности измерений виброускорения при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 2 Гц до 5 Гц включ. св. 5 Гц до 5000 Гц включ. св. 5000 Гц до 10000 Гц включ. св. 10000 Гц до 15000 Гц включ. св. 15000 до 20000 Гц	±3 ±2 ±3 ±4 -	±3 ±2 ±3 ±4 ±4
Доверительные границы относительной погрешности измерений виброскорости при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 2 Гц до 5 Гц включ. св. 5 Гц до 5000 Гц	±3 ±2	±3 ±2
Доверительные границы относительной погрешности измерений виброперемещения при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, в диапазонах частот: от 2 Гц до 5 Гц включ. св. 5 Гц до 1500 Гц	±3 ±2	±3 ±2
Пределы относительной погрешности измерений коэффициента преобразования поверяемого акселерометра, % от 0,5 Гц до 5 Гц включ. св. 5 Гц до 5000 Гц включ. св. 5000 Гц до 10000 Гц включ. св. 10000 Гц до 15000 Гц включ. св. 15000 до 20000 Гц	±2 ±1 ±2 ±2,5 -	±2 ±1 ±2 ±2,5 ±2,5
Опорные частоты, Гц	100, 160	100, 160
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) при доверительной вероятности $P = 0,95$ на опорных частотах, %	±0,5	±0,5

Наименование характеристик	Значение	
	V15	V20
Коэффициенты гармоник в диапазоне частот, %, не более: от 0,5 до 20 Гц включ. св. 20 до 10000 Гц включ. св. 10000 Гц до 20000 Гц	7 5 -	7 5 10
Относительные коэффициенты поперечного движения платформы вибростенда в диапазоне частот, %, не более от 0,5 до 20 Гц включ. св. 20 до 800 Гц включ. св. 800 до 5000 Гц включ. св. 5000 до 10000 Гц включ. св. 10000 до 15000 Гц включ. св. 15000 Гц до 20000 Гц	10 5 7 10 20 -	10 5 7 10 15 20
Уровень вибрационного шума на платформе вибростенда, м/с ² , не более	0,002	0,002
<p>Примечание:</p> <p>1) Указанный нижний предел измерений виброускорения достигается при измерении внешним низкочастотным акселерометром. При использовании встроенного акселерометра нижний предел измерений виброускорения равен 0,1 м/с².</p> <p>2) Указанный нижний предел измерений виброперемещения достигается на частоте 1000 Гц, на опорных частотах нижний предел измерений виброперемещения равен 0,01 мм.</p>		