

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«01» июня 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы измерительные регистрирующие КИР-01

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-623/06-2023

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительные регистрирующие КИР-01 (далее по тексту – приборы или комплекс) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в описании типа на комплексы измерительные регистрирующие КИР-01.

1.3 Приборы обеспечивают прослеживаемость к следующим государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 58-2018 «ГПСЭ единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2772 от 27.12.2018 г., методом прямых измерений;
- ГЭТ 13-2023 «ГПЭ единицы электрического напряжения» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3457 от 30.12.2019 г., методом прямых измерений.

Примечание: 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 использовании 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.

1.4 На основании письменного заявления владельца комплекса или лица, представившего комплекс на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (далее по тексту – ИК) комплекса с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 - Перечень операций поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		при первичной поверке *)	при периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:	10	-	-
4.1 Определение приведённой погрешности к верхнему значению диапазона измерения коэффициента преобразований отношения электрического напряжения для ИК подключения полномостовых датчиков силоизмерительных тензорезисторных	10.1	Да	Да
4.2 Определение относительной погрешности измерений среднеквадратического значения (далее по тексту – СКЗ) виброускорения в диапазоне измерений на базовой частоте для ИК с вибропреобразователем	10.2	Да	Да

Окончание таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		при первичной поверке *)	при периодической поверке
4.3 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения в рабочем диапазоне частот для ИК с вибропреобразователем	10.3	Да	Да
5 Оформление результатов поверки	11	Да	Да
*) до ввода в эксплуатацию и после ремонта			

2.2 Если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшую поверку приостанавливают до устранения недостатков, выявленных при проведении поверки.

2.3 После устранения недостатков, вызвавших отрицательный результат, комплекс вновь предоставляют на поверку.

2.4 При невозможности устранения недостатков, комплекс признают непригодным к применению и эксплуатации по назначению. Оформляют извещение о непригодности комплекса в соответствии с действующим Порядком проведения поверки, установленным нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +18 до +25
- относительная влажность окружающей среды, % от 45 до 80
- атмосферное давление, кПа от 87,3 до 106,0

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускается персонал в количестве одного и более человек, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемый комплекс и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
8; 10	Основные средства поверки	
	Виброустановка или средство измерения воспроизведений СКЗ виброускорения от 0,1 до 4 м/с ² , в диапазоне частот от 1 до 100 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения виброперемещения $\pm 3\%$ и $\pm 2\%$ (на базовой частоте 40 Гц). (Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии №2772 от 27.12.2018 г.)	Виброустановка поверочная DVC-500, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 58770-14)
	Средство измерений для датчиков силоизмерительных тензорезисторных по напряжению постоянного тока, пределы воспроизведения коэффициента преобразования в диапазоне: ± 40 мВ/В, пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения не более $\pm 0,5\%$. (Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии №3457 от 30.12.2019 г.)	Калибратор K148 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 41772-09)
	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 1 °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 71394-18)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 5\%$	
Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 5 кПа		
Примечание: <i>допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в настоящей таблице.</i>		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый прибор и средства поверки.

6.2 Все средства поверки и поверяемый прибор должны иметь защитное заземление.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверить:

- целостность корпуса и маркировочной таблички (этикетки-наклейки) микроконтроллера и измерительного блока;
- целостность корпуса вибропреобразователя артикул АЦ-С 16/1000 (далее по тексту – вибропреобразователь) прибора
- целостность проводников электрических с соединительными приспособлениями и соединители для проводов и соединительных разъемов приборов;
- четкость надписей и обозначений на маркировочной табличке комплекса;

- соответствие комплектности комплекса, указанной в эксплуатационной документации (далее – ЭД);
- соответствие заводского номера прибора указанному в ЭД.

7.2 Результаты поверки по 7 считают положительными, если:

- внешний вид и комплектность комплекса соответствуют описанию типа и эксплуатационным документам на прибор;
- механические повреждения, препятствующие применению комплекса и приборов/элементов в его составе, отсутствуют;
- соответствие заводского номера прибора указанному в ЭД и надписи и обозначения четкие на маркировочной табличке комплекса.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают эксплуатационные документы комплекса и средств поверки, настоящую методику поверки;
- средства поверки и комплекс подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационными документами;
- контролируют фактические условия поверки на соответствие требованиям раздела 3 настоящей методики поверки.
- комплекс выдерживают в условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

Примечание: *допускается сокращение времени выдержки до 30 минут если комплекс до начала поверки находился с эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки.*

8.1.1 Подключить микроконтроллер (артикул: СФДР.411711.001) к ПЭВМ по шине Ethernet в соответствии с эксплуатационной документацией;

8.1.2 Подведение заземлений к используемым средствам в соответствии с ЭД на приборы;

8.1.3 Открыть/запустить специализированное ПО «Контроллер» на ПЭВМ (сначала запускается программа-сервер «serv.exe», затем программа визуализации и управления «rvn.exe») для считывания показаний измерений.

8.1.4 Подают на микроконтроллер (артикул: СФДР.411711.001) напряжения питания $24 \pm 2,4$ В постоянного тока, выдержать прибор во включенном состоянии в течение не менее 10 минут. Правильно смонтированный и подключенный прибор начинает работать немедленно после включения.

8.2.1 Собирают схему, как на рисунке 1

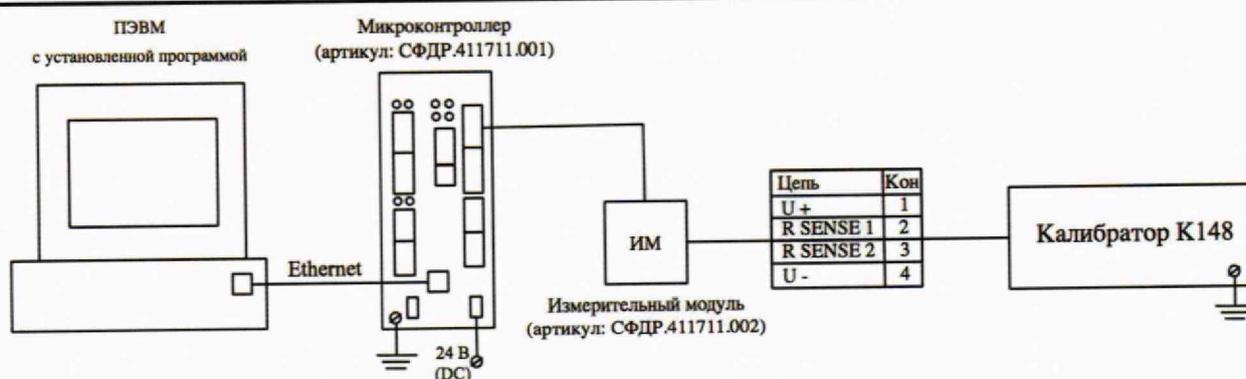


Рисунок 1 – Структурная схема для поверки измерительных каналов для подключения полномостовых датчиков силоизмерительных тензорезисторных.

8.2.2 Подключают калибратор К148 к измерительному модулю комплекса (артикул: СФДР.411711.002) в соответствии с ЭД.

Внимание!

Калибратор K148 следует включать перед включением микроконтроллера комплекса (артикул: СФДР.411711.001), так как возможно повреждение калибратора. Выключение происходит в обратном порядке - сначала микроконтроллер, потом калибратор.

8.2.3 С помощью калибратора подают произвольное значение входного сигнала, которое находится в пределах его диапазона.

8.3.1 Собирают схему, как на рисунке 2

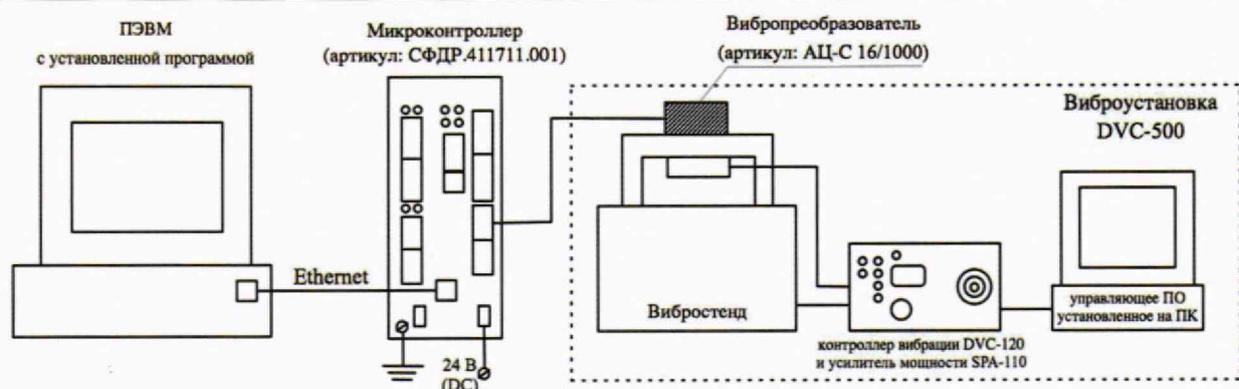


Рисунок 2 – Структурная схема для проверки измерительного канала с вибропреобразователем.

8.3.2 Подключают вибропреобразователь (артикул: АЦ-С 16/1000) к комплексу в соответствии с ЭД на приборы и устанавливают на вибростенд (через технологический переходник, если требуется) виброустановку поверочной DVC-500 (далее – виброустановка) таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности вибропреобразователя совпадало с направлением колебаний вибростенда. Включают и прогревают приборы измерительной цепи и виброустановки в соответствии с ЭД.

8.3.3 Воспроизводят на виброустановке, на частоте 40 Гц уровень СКЗ виброускорения не менее 2 м/с².

8.4 Результаты опробования считают положительными, если присутствует наличие связи по интерфейсу Ethernet к ПК. На экране ПК в специализированном внешнем ПО изменяются показания соответствующих измерительных каналов. Вибропреобразователь считают работоспособным, если уровень выходного сигнала превышает уровень помех не менее чем в 10 раз (20 дБ).

9 Проверка программного обеспечения.

9.1 Идентификация программного обеспечения (далее по тексту - ПО).

9.2 В качестве идентификатора ПО принимают номер версии ПО и идентификационного наименования. Определение версии и наименования ПО комплекса проводят в процессе запуска программы в соответствии с ЭД.

9.3 Версия ПО отображается в запущенной программе «Контроллер» в заголовке основного рабочего окна. Пример рабочего окна приведен на рисунке 3.

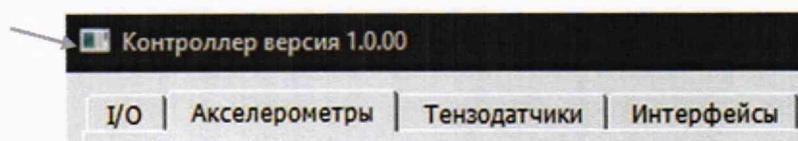


Рисунок 3 – Пример окна с информацией версии ПО (отмечено стрелкой)

9.4 Проверка идентификационных признаков ПО комплексов осуществляется путем сравнения идентификационных признаков, приведенных в описание типа средства измерений, с идентификационными признаками запущенной ПО.

9.5 Результат проверки считают положительным, если наименование ПО соответствует указанному в описание типа средства измерений на комплексы, а также номер версии ПО комплексов не ниже номера версии ПО, указанного в описание типа средства измерений на комплексы.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение приведённой погрешности к верхнему значению диапазона измерения коэффициента преобразований отношения электрического напряжения для ИК подключения полномостовых датчиков силоизмерительных тензорезисторных

10.1.1 Эталонное и вспомогательное оборудование подключают в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

10.1.2 Открыть/запустить специализированное ПО «Контроллер» на ПЭВМ во вкладке «Тензодатчики». Выбрать проверяемый ИК (выбор АЦП, установлены «флаги»: А-64; А-128; В-32)

10.1.3 На калибраторе установить «0» и нажать кнопку «Обнулить» в специализированном ПО «Контроллер»

10.1.4 При помощи калибратора задать значения отношений электрического постоянного напряжения в каждой *i*-ой точке прямым и обратным ходом в диапазоне, указанные в таблице 3, для ИК с соответствующим коэффициентом усиления.

Таблице 3 - Рекомендуемые точки при определении приведенной погрешности

ИК	Значение													
- для канала А: - с коэффициентом усиления 64	Заданные значения отношений электрического постоянного напряжения в <i>i</i> -ой точке ($X_{ном i}$), мВ/В													
	0,2	0,6	1	1,6	2	4	7	-7	-4	-2	-1,6	-1	-0,6	-0,2
	Рассчитанные значения входного сигнала отношения электрического напряжения в <i>i</i> -ой точке при номинальном коэффициенте преобразования значение которого представлено в Приложении А ($I_{расчет i}$), мВ/В													
	0,8	2,4	4	6,4	8	16	28	-28	-16	-8	-6,4	-4	-2,4	-0,8
- для канала А: - с коэффициентом усиления 128	Заданные значения отношений электрического постоянного напряжения в <i>i</i> -ой точке ($X_{ном i}$), мВ/В													
	0,2	0,6	1	1,6	2	4	7	-7	-4	-2	-1,6	-1	-0,6	-0,2
	Рассчитанные значения входного сигнала отношения электрического напряжения в <i>i</i> -ой точке при номинальном коэффициенте преобразования значение которого представлено в Приложении А ($I_{расчет i}$), мВ/В													
	0,8	2,4	4	5,6	7,2	10	14	-14	-10	-7,2	-5,6	-4	-2,4	-0,8
- для канала В - с коэффициентом усиления 32	Заданные значения отношений электрического постоянного напряжения в <i>i</i> -ой точке ($X_{ном i}$), мВ/В													
	0,2	1	1,6	2,5	4	7	10	-10	-7	-4	-2,5	-1,6	-1	-0,2
	Рассчитанные значения входного сигнала отношения электрического напряжения в <i>i</i> -ой точке при номинальном коэффициенте преобразования значение которого представлено в Приложении А ($I_{расчет i}$), мВ/В													
	0,8	4	6,4	10	16	28	40	-40	-28	-16	-10	-6,4	-4	-0,8

10.1.5 Считывают и регистрируют измеренные значения со специализированного внешнего ПО в каждой реперной точке и рассчитывают приведенную погрешность к верхнему значению диапазона измерения коэффициента преобразований отношения электрического напряжения (γ) в *i*-ой точке по формуле (1):

$$\gamma = \frac{|X_{изм i}| - (I_{расчет i})}{X_H} \cdot 100, \quad (1)$$

где:

γ – приведенная (к верхнему значению диапазона измерения отношения электрического напряжения) погрешность измерений коэффициента преобразования, %;

$I_{\text{расчет } i}$ – рассчитанное значение входного сигнала отношения электрического напряжения в i -ой точке, мВ/В, определяется по формуле (2):

$$I_{\text{расчет } i} = K_{\text{ном } (x)} \cdot X_{\text{ном } i}, \quad (2)$$

где:

$K_{\text{ном } (x)}$ – номинальный коэффициент преобразований измеряемой величины, значение которого указаны в описании типа на комплексы;

$X_{\text{ном } i}$ – заданное значение измеряемой величины в i -ой точке, в единицах измеряемой величины мВ/В.

$X_{\text{изм } i}$ – измеренное значение с коэффициентом преобразования, мВ/В;

$X_{\text{н}}$ – нормирующее значение, равное верхнему значению диапазона измерения коэффициента преобразований отношения электрического напряжения, мВ/В.

10.1.6 Результаты поверки по п. 10.1 считают положительными, если рассчитанные значения приведенной погрешности измерений в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа на комплексы.

10.2 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения в диапазоне измерений на базовой частоте для ИК с вибропреобразователем

10.2.1 Эталонное и вспомогательное оборудование подключают в соответствии со схемой, представленной на рисунке 2.

10.2.2 Подключают вибропреобразователь к комплексу и устанавливают на эталонную виброустановку согласно п. 8.3.2 настоящей методики.

10.2.3 Измерения проводят на эталонной виброустановке на базовой частоте 40 Гц поочередно по трем осям X, Y, Z.

10.2.4 При помощи программного обеспечения (далее – ПО) виброустановки воспроизводят виброускорения на базовой частоте 40 Гц в точках предельно близких к значениям

$$A_{\text{min}}; \quad 0,1 \cdot A_{\text{max}}; \quad 0,3 \cdot A_{\text{max}}; \quad 0,5 \cdot A_{\text{max}}; \quad 0,75 \cdot A_{\text{max}}; \quad A_{\text{max}},$$

(где A_{max} – максимальный диапазон измерений виброускорения, м/с²),

10.2.5 Выходные значения виброускорения и частоты, фиксируют с помощью ПК в рабочем окне специализированного ПО «Контроллер» во вкладке «Акселерометры» из колонки «СКЗ» и «Частота Гц» по советующим осям X, Y и Z в соответствии с ЭД.

Результаты измерения виброускорения выводятся на экран в значениях g. Пример рабочего окна приведен на рисунке 4.

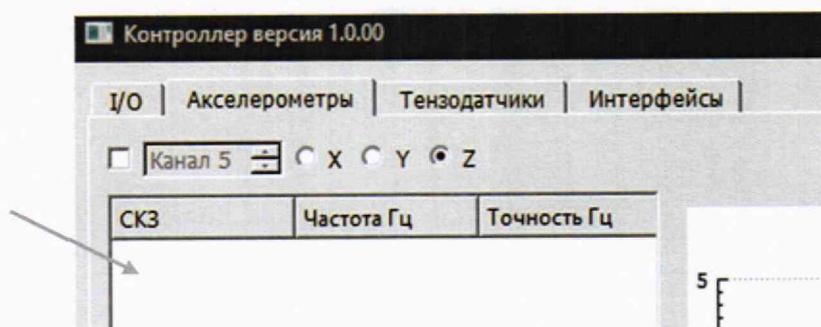


Рисунок 4 – Пример окна ПО «Контроллер» с местом вывода значения g измерения СКЗ виброускорения (отмечено стрелкой)

10.2.6 За результат измерений берут среднее арифметическое измеренное значение из 3-х показаний в каждой заданной точке.

10.2.7 Для каждого результата измерений рассчитать полученное значение виброускорения g в единицу измерения m/c^2 по формуле (3):

$$A_{изм\ i} = A_{изм(g)i} \cdot 9,8154, \quad (3)$$

где:

$A_{изм(g)i}$ – измеренное значение виброускорения на i – ом значении, g
 $A_{изм\ i}$ – измеренное значение виброускорения на i – ом значении, m/c^2

10.2.8 Значения относительной погрешности рассчитывают по формуле (4):

$$\delta A_i = \frac{A_{эт\ i} - A_{изм\ i}}{A_{эт\ i}} \cdot 100 \quad , \quad (4)$$

где:

δA_i – рассчитанная относительная погрешность измерений виброускорения на i – ом значении, %;

$A_{эт\ i}$ – заданное поверочной виброустановкой значение виброускорения на i – ом значении, m/c^2 ;

$A_{изм\ i}$ – измеренное значение виброускорения на i – ом значении, m/c^2 .

Примечание: *допускается отклонение выбранных точек относительно рассчитанного значения. на $A_{min}(\pm 10 \%)$; $0,1 \cdot A_{max}(\pm 10 \%)$; $0,3 \cdot A_{max}(\pm 10 \%)$; $0,5 \cdot A_{max}(\pm 10 \%)$; $0,75 \cdot A_{max}(\pm 10 \%)$; $A_{max}(\pm 10 \%)$.*

10.2.9 Результаты поверки по п. 10.2 считают положительными, если рассчитанные значения относительной погрешности измерения СКЗ виброускорения в диапазоне измерений на базовой частоте в каждой контрольной точке не превышает установленных предельных значений, указанных в описании типа на комплексы.

10.3 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения в рабочем диапазоне частот для ИК с вибропреобразователем

10.3.1 Подготавливают виброустановку в соответствии с эксплуатационной документацией

10.3.2 Подключают вибропреобразователь к комплексу и устанавливают на эталонную виброустановку согласно п. 8.3.2 настоящей методики.

10.3.3 Измерения проводят на эталонной виброустановке поочередно по трем осям X, Y, Z.

10.3.4 С помощью установки воспроизводят значение СКЗ виброускорения предельно равное $1,2 m/c^2$, не менее чем при десяти значениях рабочего диапазона частоты, при этом обязательно наличие нижнего и верхнего значений рабочего диапазона. Значения частоты рекомендуется выбирать из ряда: 1; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 80; 100 Гц. На частотах, где технически невозможно получить указанное значение СКЗ виброускорения, относительную погрешность определяют при значениях СКЗ виброускорения достижимых для виброустановки.

10.3.5 Выходные значения виброускорения и рабочих частот, фиксируют согласно п. 10.2.5 настоящей методики. За результат измерений берут среднее арифметическое измеренное значение из 3-х показаний в каждой заданной точке

10.3.6 Для каждого результата измерений рассчитать полученное значение виброускорения g в единицу измерения m/c^2 по формуле (3).

10.3.7 По результатам каждого измерения рассчитывают относительную погрешность измерения СКЗ виброускорения в рабочем диапазоне частот по формуле (5):

$$\delta_{fi} = \frac{A_{Вfi} - A_{Дfi} - (A_{Вбаз} - A_{Дбаз})}{A_{Дfi}} \cdot 100 \quad , \quad (5)$$

где:

δ_{fi} – рассчитанная относительная погрешность измерения СКЗ виброускорения в рабочем диапазоне частот, %;

$A_{Вfi}$ – значения СКЗ виброускорения, измеренные прибором в i -ой точке, m/c^2 ;

$A_{Дfi}$ – значения СКЗ виброускорения в i -ой точке, воспроизводимого поверочной виброустановкой, m/c^2 ;

$A_{Вбаз}$ – значения СКЗ виброускорения, измеренные прибором в i -ой точке на базовой частоте 40 Гц, m/c^2 ;

$A_{Дбаз}$ – значения СКЗ виброускорения в i -ой точке на базовой частоте 40 Гц, воспроизводимого поверочной виброустановкой, m/c^2 ;

10.3.8 Результаты поверки по п.10.3 считают положительными, если рассчитанные значения относительной погрешности измерения СКЗ виброускорения в рабочем диапазоне частот в каждой контрольной точке не превышает установленных предельных значений, указанных в описании типа на комплексы.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки комплекса или отдельных его каналов, прибор признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений с указанием объема, проведенной поверки, а знак поверки наносится на свидетельство о поверке в соответствии с действующим Порядком проведения поверки.

11.3 При отрицательных результатах поверки комплекса или отдельные его каналы признаются (-ются) непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на комплекс выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.