

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

УТВЕРЖДАЮ

И. о. генерального директора

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



А.Н. Пронин

« 23 » июня 2020 г.
ЗАКРЕДИТОВАТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
КРИВЦОВ Е. П.
ДОВЕРЕННОСТЬ № 17
ОТ 30 ЯНВАРЯ 2020

Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТРЕХОСЕВОВОГО УСКОРЕНИЯ
g-Tester НИС

Методика поверки

МП 2520-095-2020

И. о. руководителя лаборатории 2520
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

« 22 » июня 2020 г. Козляковский А. А.

г. Санкт-Петербург

2020 г.

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на Систему измерения трехосевого ускорения g-Tester НИС (далее – система), фирмы «Weinmann GmbH», Германия и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Первичная поверка проводится:

- при вводе в эксплуатацию;
- после ремонта.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.2	да	да
Опробование	7.3	да	да
Определение диапазона рабочих частот	7.4	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд измеряемых ударных ускорений	7.5	да	да
Определение диапазона измерений ударного ускорения и относительной погрешности измерений ударного ускорения	7.6	да	да

2 Средства поверки

2.1 Перечень средств поверки представлен в таблице 2

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3, 7.4	- рабочий эталон 2-го разряда	в соответствии с ГПС приказа Росстандарта № 2772 от 27.12.18 г., диапазон воспроизводимых частот от 0,1 до $1 \cdot 10^4$ Гц, диапазон воспроизводимых амплитуд виброускорения от $5 \cdot 10^{-2}$ до 196 м/с ² , ПГ до ± 3 %
7.5	- рабочий эталон 1 разряда	в соответствии с ГОСТ 8.137-84 «Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерения ускорения при ударном движении», диапазон воспроизводимых амплитуд ударного ускорения от 50 до 10^6 м/с ² .
7.3-7.5	- термогигрометр ИВА-6Н-Д,	диапазон измерений температуры от -20 до +60 °С, диапазон относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ± 2 %, рег. № 46434-11 в Федеральном информационном фонде.

2.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке, а эталоны свидетельства об аттестации.

2.3 Допускается применение других средств измерений и вспомогательного оборудования, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

Поверка системы осуществляется лицами, прошедшими специальную подготовку, аттестованными в качестве поверителей и изучившими нормативные документы (далее НД) на поверяемые средства измерений.

4 Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования безопасности:

- средства измерений, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление;

- сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом. Не допускается использовать в качестве заземления корпус (коробку) силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления;

- персонал, осуществляющий поверку, должен иметь удостоверение на право работы с установками, имеющими напряжение до 1000 В.

5 Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
относительная влажность, %	от 30 до 80
атмосферное давление, кПа	от 96 до 104

6 Подготовка к поверке

Подготовка средств измерений к поверке должна производиться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на них.

При проведении поверки необходимо соблюдать требования раздела «Указания мер безопасности» инструкции по эксплуатации и других нормативных документов на средства измерений и испытательное оборудование.

Все операции поверки должны проводиться не менее чем двумя лицами, имеющими квалификационную группу по технике безопасности не ниже 3.

Все подключения и отключения кабелей к приборам системы можно производить только при отключенном напряжении питания.

Поверку в целях утверждения типа может проводить специалист, имеющий высшее профессиональное образование

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Проверка внешнего вида и маркировки приборов системы проводится путем сравнения с технической документацией, представленной заявителем.

7.1.2 Результат поверки считается положительным, если конструкция и маркировка приборов системы соответствует требованиям технической документации на систему.

7.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

7.2.1 Включить систему в соответствии с РЭ.

7.2.2 Для проверки правильности функционирования программного обеспечения (ПО) системы выполнить следующие действия:

- запустить на компьютере Microsoft Windows. На экране ПК появиться ярлык приложения «DasyLab»;

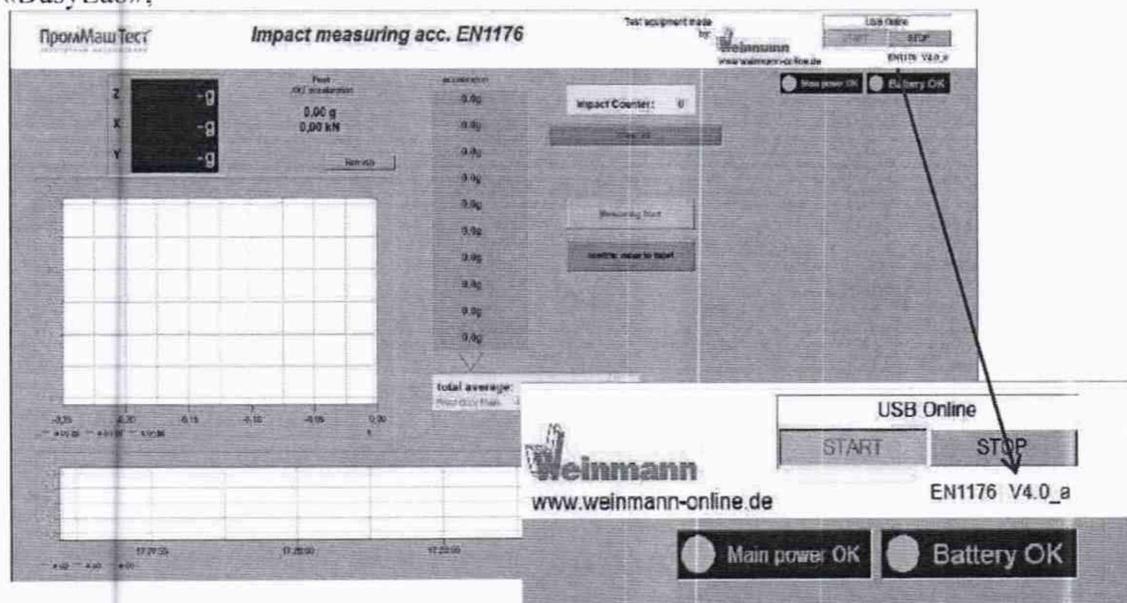


Рисунок 1. –Идентификация версии ПО DASYLab.

- дважды щёлкнув левой клавишей (ЛК) мышки по ярлыку «DasyLab» запустить программное обеспечение «DASYLab» для измерений;

- в открывшемся диалоговом окне «Impact measuring acc. EN1176» в его правом верхнем углу прочитать номер версии ПО «DasyLab»- EN1176 V4.0_a, как указано на рис. 1.

7.2.3 Для проверки правильности функционирования встроенного ПО системы аналогично дважды щёлкнув ЛК мышки по ярлыку «DasyLab_DSB» запустить программное обеспечение «DASYLab_DSB». В открывшемся диалоговом окне «EN1177:2018- HIC -g-Tester» в его левом нижнем углу прочитать номер версии встроенного ПО - V42, как указано на рис. 1А.

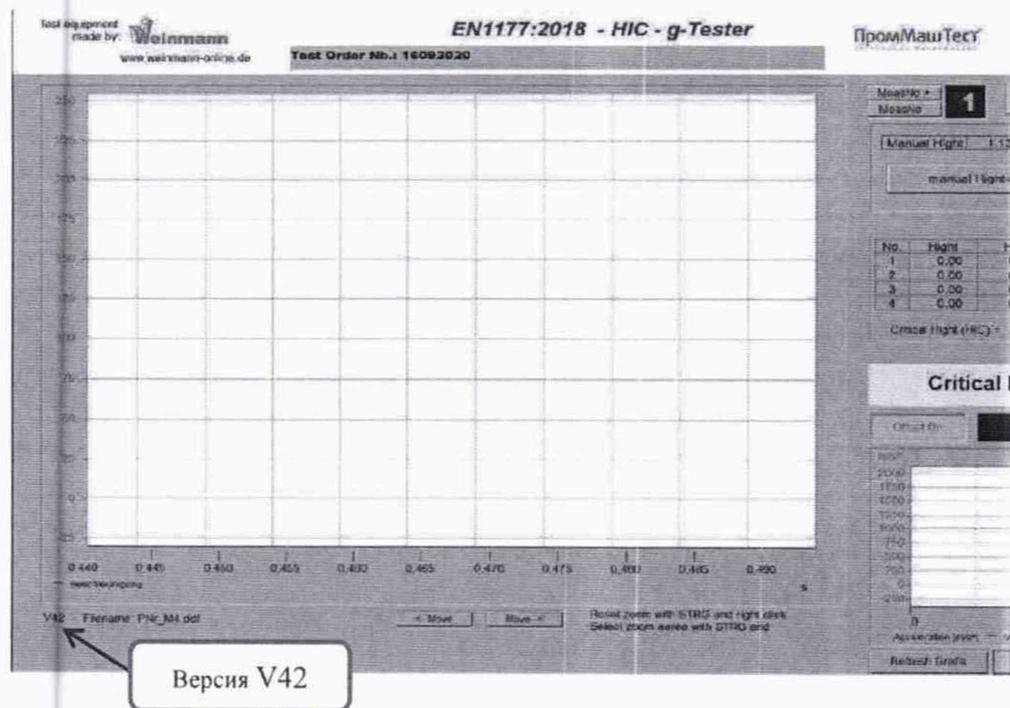


Рисунок 1А. – Идентификация версии ПО «DASYLab_DSB»

7.2.4 Результаты проверки считаются удовлетворительным, если номера версий автономного и встроенного ПО соответствуют указанным в РЭ.

7.3 Опробование

7.3.1 При проведении опробования проверяют работоспособность системы. Собрать схему испытания в соответствии с РЭ на систему и рисунком А.1 Приложения А

7.3.2 Выполнить действия в соответствии с п.п. 7.2.2 настоящей МП.

7.3.3 В диалоговом окне «Impact measuring acc. EN1176» ввести данные испытания в соответствии с РЭ на систему.

7.3.4 Щёлкнуть ЛК мышки по кнопке «Start» и произвести легкий удар деревянным предметом под углом от 30° до 60° относительно оси «Z» по ударнику установки.

7.3.5 При этом система регистрирует ускорения во всех трех направлениях X, Y и Z и отобразит их в левой верхней части диалогового окна.

7.3.6. Результаты проверки считаются удовлетворительным, если при воспроизведении удара экране ПК диалоговом окне индицируются соответствующие показания измеренного ударного ускорения.

7.4 Определение диапазона рабочих частот

7.4.1 Диапазон рабочих частот акселерометра мод. ASC5511LN, встроенного в тело ударника, определяется на виброустановке из состава рабочего эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС приказа Росстандарта № 2772 от 27.12.18 г и в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.4.2 В соответствии с рисунком А.2 Приложения А собрать измерительную схему.

Акселерометр мод. ASC5511LN демонтировать из-под крышки ударника и закрепить на измерительном столе виброустановки, учитывая, чтобы направление движения стола совпадало с осью Z в соответствии с технической документацией на акселерометр. Выход акселерометра с помощью соединительного кабеля соединить с блоком обработки сигналов «НПС g-TESTER», а его подключить к штатному ПК.

7.4.3 Воспроизвести виброускорение с амплитудой 20 м/с² на виброустановке последовательно на частотах рабочего диапазона акселерометра, включая крайние частоты.

7.4.4 Измерить с помощью системы измерительной трехосевой g-Tester НПС виброускорение и полученные результаты занести в таблицу 3.

7.4.5 Рассчитать относительную погрешность измеренного виброускорения от заданного по формуле (1), %:

$$\delta_{\alpha} = \frac{\alpha_{\text{эт.}i} - \alpha_{\text{изм.}i}}{\alpha_{\text{эт.}i}} \cdot 100 \quad (1)$$

Полученные значения δ_{α} занести в таблицу 3.

7.4.6 Повторить операции по п. п 7.4.2 -7.4.5 настоящей МП для осей акселерометра X и Y и полученные результаты архивировать, распечатать и занести в таблицу 3.

Таблица 3

Ось измерения	Частота виброустановки, Гц	Заданное виброускорение $\alpha_{\text{эт.}}$, g	Измеренное виброускорение $\alpha_{\text{изм.}}$, g	Относительная погрешность δ_{α} , %
Z	100	20		
	125			
	160			
	200			
	250			
	315			
	400			
	500			
X	630			
	100	20		
	125			
	160			
	200			
	250			
	315			
	400			
500				
Y	630			
	100	20		
	125			
	160			
	200			
	250			
	315			
	400			
500				
	630			

7.4.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон рабочих частот составляет от 100 до 630 Гц, при относительной погрешности измерений виброускорения не превышающей $\pm 10\%$.

7.5 Определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд измеряемых ударных ускорений

7.5.1 Для определения нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд измеряемых ускорений от 10 g до 100 g собрать измерительную схему в соответствии с рисунком А.3 Приложения А

7.5.2 Акселерометр мод. ASC5511LN, демонтированный с ударника, закрепить на установке ударной УУП-2 из состава государственного рабочего эталон I разряда единицы ускорения при ударном движении, учитывая чтобы направление движения ударного стержня установки ударной УУП-2 совпадало с осью Z в соответствии с технической документацией на акселерометр. Выход акселерометра с помощью соединительного кабеля соединить с блоком обработки сигналов «НІС g-TESTER», а его подключить к штатному ПК.

7.5.3 На установке ударной УУП-2 воспроизвести удар с амплитудой 10 g (100 м/с^2).

7.5.4 Измерить с помощью системы измерения трехосевого ускорения g-Tester НІС ударное ускорение $\alpha_{\text{изм.}i}$ и полученные результаты занести в таблицу 4.

7.5.5 Повторить операции по п. п. 7.5.2 - 7.5.4 настоящей МП еще 2 раза.

Таблица 4

Ось измерения	Заданное ударн. скорение, g	Измеренное ударн. ускорение $\alpha_{\text{изм.}i}$, g	Среднее значение ударн. ускорения $\alpha_{\text{ср. изм.}}$	Нелинейность АХ ($\gamma_{\text{АХ ударн.}i}$), %
Z	10 g			
	20 g			
	50 g			
75 g				
X	710 g			
	20 g			
	50 g			
75 g				
100 g				

Продолжение таблицы 4

Ось измерения	Заданное ударн. ускорение, g	Измеренное ударн. ускорение $\alpha_{\text{изм.}i}$, g	Среднее значение ударн. ускорения $\alpha_{\text{ср. изм.}}$	Нелинейность АХ ($\gamma_{\text{АХ ударн.}i}$), %	
Y	710 g				
	20 g				
	50 g				
	75 g				
	100 g				

7.5.6 Среднее значение ударного ускорения из 3-х измерений $\alpha_{\text{ср. изм.}}$ определить по формуле (2), м/с²:

$$\alpha_{\text{ср.изм.}} = \frac{\sum_{i=1}^3 \alpha_{\text{изм.}i}}{3} \quad (2)$$

Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 4.

7.5.7 Рассчитать нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд измеряемого ударного ускорения по формуле (3), %:

$$\gamma_{\text{АХударн.}i} = \frac{\alpha_{\text{изм.}i} - \alpha_{\text{ср.изм.}}}{\alpha_{\text{ср.изм.}}} \cdot 100 \quad (3)$$

Полученные значения $\gamma_{\text{АХ ударн.}i}$ для 3-х ударов на значении 10 g занести в таблицу 4

7.5.8 Повторить операции по п. п 7.5.2 - 7.5.7 настоящей МП для остальных значений ударного ускорения, указанных в таблице 4.

7.5.9 Повторить операции по п. п 7.5.2 - 7.5.8 настоящей МП для осей акселерометра X и Y и полученные результаты занести в таблицу 4.

7.5.10 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если максимальное значение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд измеряемых ускорений не более 5 %.

7.6 Определение диапазона измерений ударного ускорения и относительной погрешности измерений ударного ускорения

7.6.1 В соответствии с рисунками А.4 Приложения А собрать измерительную схему. Ударник системы подвесить на цепочки в соответствии с РЭ на систему. Эталонный преобразователь виброизмерительный 4371 установить внутри ударника под крышкой на одной

плоскости с акселерометром ASC5511LN с помощью специальной мастики таким образом, чтобы ось чувствительности Z преобразователя виброизмерительного 4371 совпадала с направлением импульса ударного ускорения и осью чувствительности Z акселерометра ASC5511LN.

4.6.2 Включить приборы установки и измерительные приборы. Выполнить подготовительные действия в соответствии с РЭ на систему.

7.6.3 Произвести настройки осциллографа TDS 1012B для работы в ждущем режиме на соответствующем диапазоне ускорения и подключить его к многоканальному усилителю сигналов мод. 482С54 и далее к ПК, (входят в состав рабочего эталона 1 разряда единицы ускорения при ударном движении).

7.6.4 Произвести легкий удар молотком (весом ~200 г) по ударнику системы в направлении оси Z через войлочную прокладку толщиной 12 - 20 мм амплитудой ударного ускорения, равной 100 м/с^2 .

7.6.5 На экране ПК эталонного канала в окне виртуального прибора «УДАР ПОВЕРКА АКСЕЛЕРОМЕТРОВ» по каналу «А» отобразиться форма ударного импульса и действительная величина ударного ускорения $A_{\text{эт.}i}$, (м/с^2) от эталонного виброизмерительного преобразователя 4371. Полученные значения $A_{\text{эт.}i}$, (м/с^2) занести в таблицу 5

7.6.6 По каналу системы измерения трехосевого ускорения g-Tester НИС на экране ПК системы в окне «DASYLab» будет отображен ударный импульс и значение измеренного ударного ускорения $A_{\text{изм.}i}$, (g) от встроенного в систему акселерометра ASC 5511LN. Полученные значения $A_{\text{изм.}i}$ в g и в м/с^2 занести в таблицу 5.

7.6.7 Рассчитать относительную погрешность измерений ударного ускорения системой по формуле (4), %:

$$\delta_a = \frac{\alpha_{\text{эт.}i} - \alpha_{\text{изм.}i}}{\alpha_{\text{эт.}i}} \cdot 100 \quad (4)$$

где $A_{\text{эт.}i}$ - ударное ускорение, определенное по эталонному каналу рабочего эталона 1 разряда единицы ускорения при ударном движении, м/с^2

$A_{\text{изм.}i}$ - ударное ускорение, определенное системой измерения трехосевого ускорения g-Tester НИС

Полученное значение δ_a занести данные в таблицу 5.

7.6.8 Повторить действия, указанные в п.7.6.4-7.6.7 настоящей МП еще 2 раза и занести данные в таблицу 5.

Таблица 5 Направление удара по оси Z

Задан. ускор., м/с ²	№ измерения	Изм. знач. ускор. $A_{изм.i}$, м/с ²	Знач. ускор., измер. системой $A_{изм.i}$,		Относит. погр. измерений ударн. ускорения δ_{α} , %
			g	м/с ²	
100	1				
	2				
	3				
200	1				
	2				
	3				
500	1				
	2				
	3				
700	1				
	2				
	3				
1000	1				
	2				
	3				

7.6.9 Произвести действия, указанные в п.7.6.4 - 7.6.8 настоящей МП для ударных ускорений амплитудой 200, 500, 700 и 1000 м/с².

7.6.10 Для определения диапазона измерений ударного ускорения и его относительной погрешности по оси чувствительности X в соответствии с рисунком А5 Приложения А собрать измерительную схему. Ударник системы подвесить на цепочку в соответствии с РЭ на систему. Эталонный преобразователь виброизмерительный 4371 установить с помощью специальной мастики снаружи ударника сбоку под углом 90° относительно оси чувствительности Z акселерометра ASC5511LN.

7.6.11 Выполнить операции в соответствии с п. 7.6.2 - 7.6.9 настоящей МП и полученные значения занести данные в таблицу 6.

7.6.12 Для определения диапазона измерений ударного ускорения и его относительной погрешности по оси чувствительности Y в соответствии с рисунками А.2 и А5 Приложения А собрать измерительную схему. Ударник системы подвесить на цепочки в соответствии с РЭ на систему. Эталонный преобразователь виброизмерительный 4371 установить с помощью специальной мастики снаружи ударника сверху под углом 90° относительно осей чувствительности Z и X акселерометра ASC5511LN.

7.6.13 Выполнить операции в соответствии с п. 7.6.2 - 7.6.9 настоящей МП и полученные значения занести данные в таблицу 7

Таблица 6 Направление удара по оси X

Задан. ускор., м/с ²	№ измерения	Изм. знач. ускор. $a_{эм.i}$, м/с ²	Знач. ускор., измер. системой, $a_{изм.i}$		Относит. погрешности измерений ударн. ускорения, %
			g	м/с ²	
100	1				
	2				
	3				
200	1				
	2				
	3				
500	1				
	2				
	3				
700	1				
	2				
	3				
1000	1				
	2				
	3				

Таблица 7 Направление удара по оси Y

Задан. ускор., м/с ²	№ измерения	Изм. знач. ускор. $a_{эм.i}$, м/с ²	Знач. ускор., измер. системой, $a_{изм.i}$		Относит. погрешности измерений ударн. ускорения, %
			g	м/с ²	
100	1				
	2				
	3				
200	1				
	2				
	3				
500	1				
	2				
	3				
700	1				
	2				
	3				
1000	1				
	2				
	3				

7.6.14 За относительную погрешность измерений ударного ускорения системы принимается максимальное ее значение по результатам расчетов по всем трем осям чувствительности Z, X и Y из формулы (5):

$$\delta_a = |\delta_{ai}|_{\max} \quad (5)$$

7.6.15 Результаты поверки считают удовлетворительными, если по осям чувствительности Z, X и Y диапазон измерений ударного ускорения составил от 100 до 1000 м/с² при значении относительной погрешности измерений, не превышающей $\pm 10\%$.

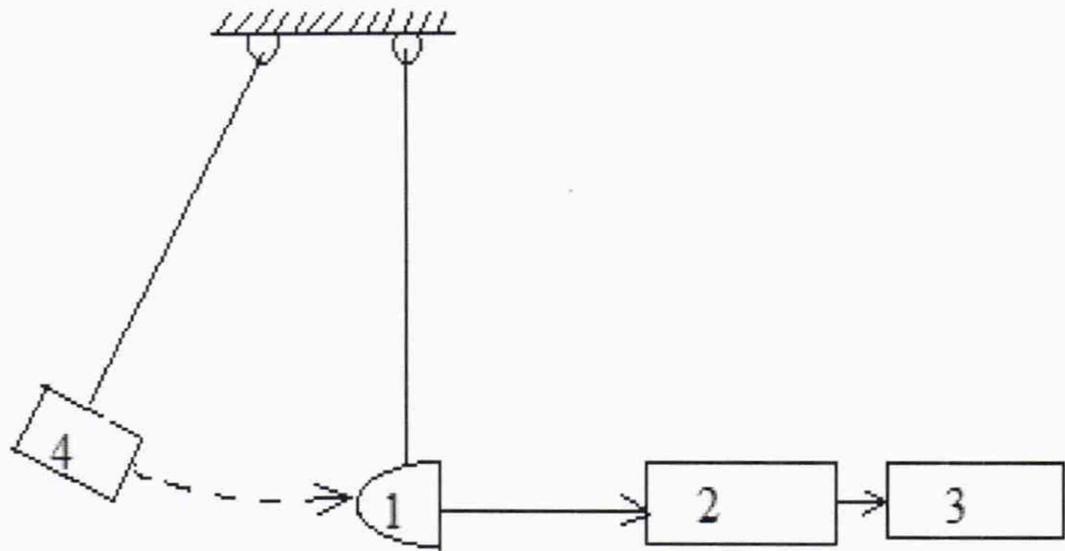
8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки считаются положительными, если метрологические характеристики системы удовлетворяют всем требованиям данной методики. В этом случае результаты на систему оформляются в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации.

8.2. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и на корпус ударника системы.

8.3. При отрицательных результатах система к применению не допускается и результаты оформляются в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации с указанием причин о непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А



- 1- Ударник со встроенным в него акселерометром;
- 2- блок обработки сигналов q-тестер;
- 3- ПК с ПО «DASYLab»;
- 4- Испытуемый деревянный предмет.

Рисунок А.1 – Схема подключения системы при проведении опробования

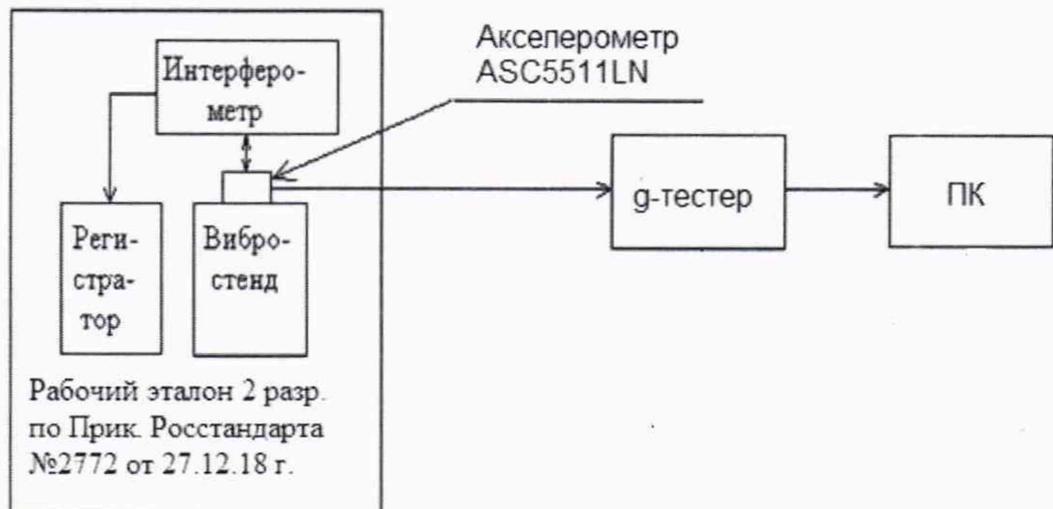
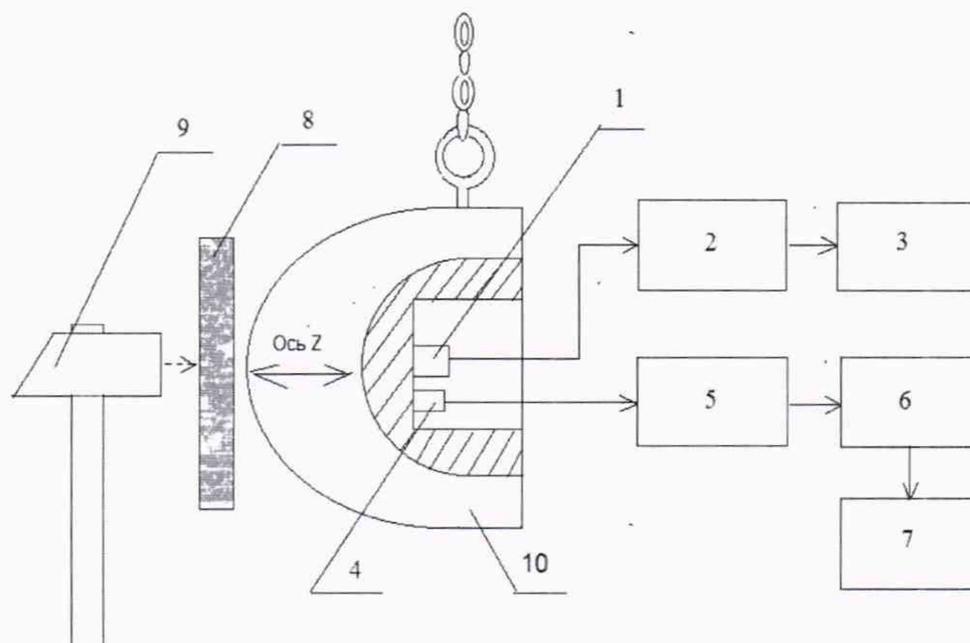


Рисунок А.2 – Схема подключения системы при определении диапазона рабочих частот



Рисунок А.3 – Схема подключения системы при определении нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд ударного ускорения от 10 g до 100 g



- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1- акселерометр ASC5511LN, встроенный в ударник; | 6- осциллограф цифровой TDS 1012B*; |
| 2- блок обработки сигналов q-тестер; | 7- ПК* |
| 3- ПК с ПО «DASYLab»; | 8- прокладка войлочная; |
| 4- преобразователь виброизмерительный 4371*; | 9- молоток; |
| 5- усилитель сигналов 482C54*; | 10- ударник, подвешенный на цепочке |

* Приборы входят в состав Государственного рабочего эталона 1 разряда единицы ускорения при ударном движении

Рисунок А.4 – Схема подключения системы при определении диапазона измеряемых ускорений и относительной погрешности измерений ударного ускорения по оси Z



Рисунок А.5 – Схема подключения системы при определении диапазона измеряемых ускорений и относительной погрешности измерений ударного ускорения по оси X

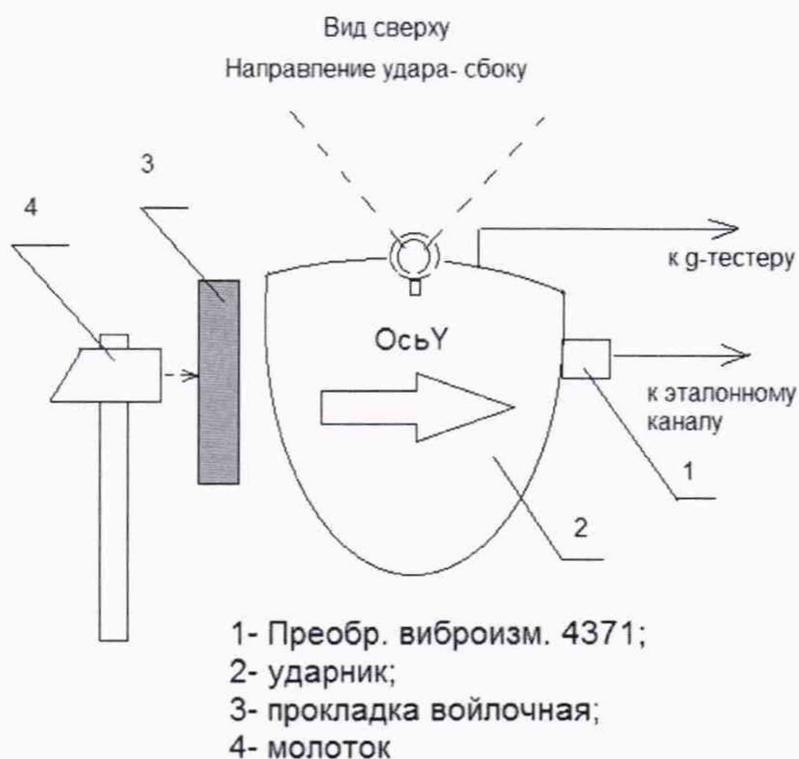


Рисунок А.6– Схема подключения системы при определении диапазона измеряемых ускорений и относительной погрешности измерений ударного ускорения по оси Y