



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«05» ноября 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
МНОГОКАНАЛЬНАЯ УДАРНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИСУП-1**

Методика поверки

РТ-МП-6554-441-2019

г. Москва
2019 г.

Настоящая методика распространяется на систему измерительную многоканальную ударных параметров МИСУП-1 (далее – система) и устанавливает порядок и объем ее первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 2 года.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений длительности действия ударного ускорения	7.3	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений пикового ударного ускорения в диапазонах измерения длительности пикового ударного ускорения	7.4	Да	Да
Определение нелинейности амплитудной характеристики измерительных каналов	7.5	Да	Да
Измерение относительной погрешности измерений скорости перед ударом и после удара	7.6	Да	Да

2 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице 2. Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью.

Таблица 2 – Средства измерений

Номер пункта НД по поверке	Наименование и метрологические характеристики средств поверки
7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6	Установка для калибровки акселерометров ударом модели K9525C, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 45462-10);
	Генератор сигналов произвольной формы Agilent 33510B, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53565-13);
	Источник питания GPD-72303s, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 49221-12)

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки системы допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим инженерным образованием, имеющим опыт работы с аналогичным оборудованием, ознакомленный с эксплуатационной документацией и настоящей методикой поверки.

4 Требования безопасности

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

4.2 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и эксплуатационных документах применяемых приборов.

5 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха..... от +18 до +22°С

относительная влажность воздуха..... от 60 до 70 %

атмосферное давление от 86 до 106 кПа

6 Подготовка к поверке

6.1 Проверить наличие средств поверки, укомплектованность их эксплуатационными документацией (далее - ЭД) и необходимыми элементами соединений.

6.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями ЭД на указанные средства.

6.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произвести в соответствии с ЭД на указанные средства.

7 Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие системы следующим требованиям:

- комплектность согласно РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на работоспособность системы;
- четкость маркировок и целостность упаковки;
- чистота гнезд, разъемов.

В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеуказанных требований поверка прекращается.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если система удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность полная.

7.2. Опробование

Для опробования системы необходимо:

- подключить систему к источнику питания GPD-72303s (далее – ИП) в соответствии с п. 8 руководства по эксплуатации ГЕМА 402131.003 РЭ (далее - руководство по эксплуатации);
- в соответствии с п. 8 и п. 9 руководства по эксплуатации подготовить систему к проведению измерений;
- поместить акселерометр 3711B11200G, подключенный к измерительному каналу X, с

помощью крепления вибропреобразователя 080A152 на эталонный датчик установки для калибровки акселерометров ударом модели K9525C (далее - установка K9525C);

- подготовить установку K9525C для воспроизведения одиночного ударного импульса с амплитудой и длительностью согласно заявленным характеристикам измерительного канала системы;

- в соответствии с п.п. 3.5 - 3.6 руководства пользователя ГЕМА 402131.003 РП (далее - руководство пользователя) осуществить запуск измерений для канала X группы измерительных каналов I по нажатию кнопки "Ручной старт", одновременно с этим воспроизвести ударное воздействие на установке K9525C.

При появлении в соответствующем поле ПО MISUP (рис.1) графика полусинусоидальной формы измерительный канал X группы измерительных каналов I признается работоспособным.

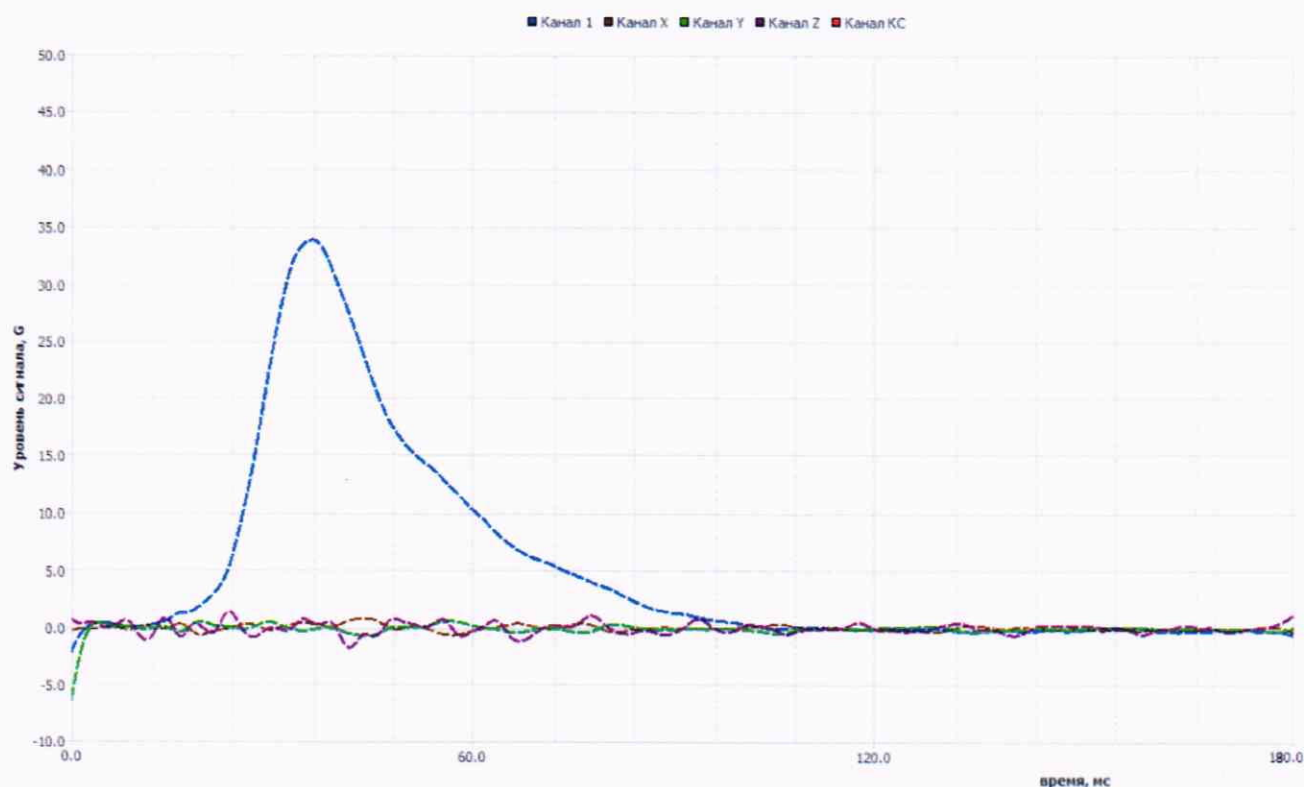


Рис. 1 График ударного импульса в окне "Измерение параметров ударного ускорения" ПО MISUP

Повторить вышеописанную процедуру для измерительных каналов 1, Y, Z группы измерительных каналов I и 1, X, Y, Z группы измерительных каналов II.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если для всех каналов системы предусмотренная процедура опробования выполняется успешно.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.3. Определение относительной погрешности измерений длительности действия ударного ускорения

Для определения основной относительной погрешности измерений длительности действия ударного ускорения системы необходимо:

- подключить систему к ИП в соответствии с п. 8 руководства по эксплуатации;
- в соответствии с п. 8 и п. 9 руководства по эксплуатации подготовить систему к проведению измерений;

- поместить акселерометр 3711B11200G, подключенный к измерительному каналу X, с помощью крепления вибропреобразователя 080A152 на эталонный датчик установки K9525C;

- подготовить установку K9525C для воспроизведения одиночного ударного импульса с амплитудой и длительностью согласно заявленным характеристикам измерительного канала

системы;

- произвести калибровку измерительного канала согласно п. 10.1 руководства по эксплуатации, в свидетельстве о поверке в дальнейшем указать коэффициенты преобразования измерительных преобразователей, полученные при выполнении калибровки в п.7.3 с указанием наименования измерительного канала и номера подключенного к нему измерительного преобразователя.

- в соответствии с п.п. 3.5 - 3.6 руководства пользователя осуществить запуск измерений для канала X группы измерительных каналов I по нажатию кнопки "Ручной старт", одновременно с этим воспроизвести ударное воздействие на установке K9525C с длительностью, равной нижнему значению диапазона измеряемых длительностей действия ударного ускорения;

- в графе "длительность действия ударного ускорения, мс" (рис. 2) зафиксировать показания системы $T_{изм}$;

- зафиксировать длительность ударного импульса T_3 по показаниям установки K9525C.

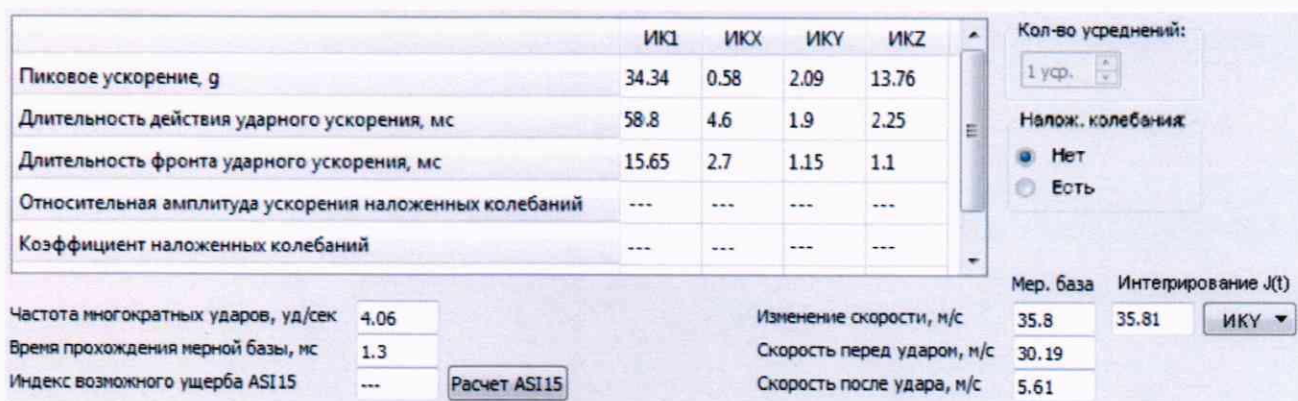


Рис. 2 Графы с показаниями системы в окне "Измерение параметров ударного ускорения" ПО MISUP

Вышеописанную процедуру повторить для измерительных каналов 1, X, Y, Z группы измерительных каналов I и II не менее чем при пяти значениях длительности ударного импульса, равномерно распределённых в диапазоне измеряемых длительностей действия ударного ускорения для каждой группы каналов, включая нижнее и верхнее значение диапазона.

При невозможности воспроизведения ударного импульса необходимой длительности допускается использование генератора сигналов произвольной формы Agilent 33510B (далее - генератор) для воспроизведения синусоидального сигнала с периодом $T_{ген}$ и амплитудой $U_{ген}$, при этом значение заданной длительности ударного импульса T_3 будет вычисляться по формуле 1:

$$T_3 = \frac{T_{ген}}{2} - 2 \cdot \frac{\arcsin 0,1}{\pi} \cdot \frac{T_{ген}}{2} = 0,46812 \cdot T_{ген} \quad (1),$$

где T_3 - заданная длительность ударного импульса, мс;

$T_{ген}$ - период воспроизводимого генератором синусоидального сигнала, мс;

Относительную погрешность измерений длительности действия ударного ускорения δ_T рассчитать по формуле 2:

$$\delta_T = \frac{T_{изм} - T_3}{T_3} \cdot 100 \% \quad (2),$$

где $T_{изм}$ - измеренная длительность ударного импульса по показаниям системы, мс;

T_3 - заданная длительность ударного импульса по показаниям установки или рассчитанная по формуле 1, мс;

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерений длительности действия ударного ускорения δ_T не превышает $\pm 0,5 \%$.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.4. Определение относительной погрешности измерений пикового ударного ускорения в диапазонах измерения длительности пикового ударного ускорения.

Для определения приведенной погрешности измерений пикового ударного ускорения свыше 196 м/с^2 применять установку K9525C, для значений менее 196 м/с^2 применять генератор.

Для выполнения процедуры необходимо:

- подключить систему к ИП в соответствии с п. 8 руководства по эксплуатации;
- в соответствии с п. 8 и п. 9 руководства по эксплуатации подготовить систему к проведению измерений;
- поместить акселерометр 3711B11200G, подключенный к измерительному каналу X, с помощью крепления вибропреобразователя 080A152 на эталонный датчик установки K9525C;
- подготовить установку K9525C для воспроизведения одиночного ударного импульса с амплитудой и длительностью согласно заявленным характеристикам измерительного канала системы;
- в соответствии с п.п. 3.5 - 3.6 руководства пользователя осуществить запуск измерений для канала X группы измерительных каналов I по нажатию кнопки "Ручной старт", одновременно с этим воспроизвести ударное воздействие на установке K9525C с амплитудой, равной нижнему значению диапазона измерения пикового ударного ускорения;
- в графе "пиковое ускорение, g" (рис.2) зафиксировать показания системы;
- зафиксировать амплитуду ударного импульса по показаниям установки K9525C..

Вышеописанную процедуру повторить для измерительных каналов 1, X, Y, Z группы измерительных каналов I и II не менее чем при десяти значениях амплитуды ударного импульса, распределенных в диапазоне измеряемых пиковых ударных ускорений так, чтобы были исследованы все поддиапазоны измерений поверяемого измерительного канала, а также нижнее и верхнее значение диапазона.

При использовании генератора для воспроизведения синусоидального сигнала с периодом $T_{\text{ген}}$ (мс) и амплитудой $U_{\text{ген}}$ (мВ) значение амплитуды переменного напряжения $U_{\text{ген}}$ будет вычисляться по формуле 3:

$$U_{\text{ген}} = K_{\text{ИК}} \cdot A_3 \quad (3),$$

где $U_{\text{ген}}$ - амплитуда синусоидального сигнала, воспроизводимого генератором, мВ;

$K_{\text{ИК}}$ - коэффициент преобразования поверяемого измерительного канала, указанный в режиме "Установки", мВ/g;

A_3 - заданное значение пикового ударного ускорения, g;

Рассчитать относительную погрешность измерений пикового ударного ускорения δ_A по формуле 3.

$$\delta_A = \frac{A_{\text{изм}} - A_3}{A_3} \cdot 100\% \quad (4),$$

где $A_{\text{изм}}$ - измеренное пиковое ускорение по показаниям системы с учетом значения ускорения свободного падения g, м/с^2 ;

A_3 - заданное пиковое ускорение по показаниям установки, м/с^2 ;

Для точек, где для воспроизведения ударного импульса использовался генератор рассчитать относительную погрешность измерений пикового ударного ускорения δ_A по формуле 5:

$$\delta_A = \sqrt{\delta_B^2 + \left(\frac{A_{\text{изм}} - A_3}{A_3}\right)^2} \cdot 100\%; \quad (5),$$

где δ_B - относительная погрешность измерительного преобразователя в диапазоне частот от 0 до 600 Гц по данным из паспорта на измерительный преобразователь;

$A_{\text{изм}}$ - измеренное пиковое ускорение по показаниям системы с учетом значения ускорения свободного падения g, м/с^2 ;

A_3 - заданное значение пикового ударного ускорения с учетом значения ускорения свободного падения g, м/с^2 ;

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерений пикового ударного ускорения δ_A не превышает $\pm 10,0 \%$ для группы измерительных каналов I в диапазоне измеряемых длительностей ударного

ускорения от 10,0 до 30,0 мс, $\pm 3,0\%$ для группы измерительных каналов I в диапазоне измеряемых длительностей ударного ускорения от 30,0 до 500,0 мс и $\pm 10,0\%$ для группы измерительных каналов II.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.5. Определение нелинейности амплитудной характеристики измерительных каналов

Для определения нелинейности амплитудной характеристики необходимо:

- по результатам исследований по п 7.4, пользуясь формулой 6 рассчитать для каждого i -го значения ускорения коэффициент преобразования измерительного канала $K_{ИК i}$, мВ/г;

$$K_{ИК i} = \frac{A_{изм i}}{A_{обр i}} * K_{уст} \quad (6),$$

где $A_{изм i}$ - измеренное значение ускорения в i -ой точке с учётом значения ускорения свободного падения g , $м \cdot с^{-2}$;

$A_{обр i}$ - заданное значение ускорения в i -ой точке, $м/с^2$;

$K_{уст}$ - коэффициент преобразования измерительного канала, установленный в режиме "Установки" для данного измерительного канала с учётом значения ускорения свободного падения g , мВ/($м \cdot с^{-2}$);

- рассчитать среднее значение коэффициента преобразования $K_{ИК ср}$ в диапазоне измеряемых ускорений, пользуясь формулой 7:

$$K_{ИК ср} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ИК i}}{n} \quad (7),$$

где $K_{ИК i}$ - коэффициент преобразования измерительного канала для i -го значения амплитуды ударного ускорения, мВ/г;

n - количество исследованных значений амплитуд;

За нелинейность АХ принять наибольшее из отклонений коэффициента преобразования измерительного канала $K_{ИК i}$ от среднего значения коэффициента преобразования $K_{ИК ср}$ в диапазоне измеряемых ускорений:

$$\delta_{АХ} = \left(\frac{K_{ИК i} - K_{ИК ср}}{K_{ИК ср}} * 100\% \right)_{МАХ} \quad (8),$$

где $K_{ИК i}$ - коэффициент преобразования измерительного канала для i -го значения амплитуды ударного ускорения с учётом значения ускорения свободного падения g , мВ/($м \cdot с^{-2}$);

$K_{ИК ср}$ - средний коэффициент преобразования измерительного канала, рассчитанный по формуле 6, мВ/($м \cdot с^{-2}$);

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если нелинейность АХ не превышает $\pm 2,5\%$ для группы измерительных каналов I и $\pm 5,0\%$ для группы измерительных каналов II.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

7.6. Определение относительной погрешности измерений скорости перед ударом и после удара.

Для определения относительной погрешности измерений скорости перед ударом и после удара необходимо:

- подключить систему к ИП в соответствии с п. 8 руководства по эксплуатации;

- в соответствии с п. 8 и п. 9 руководства по эксплуатации подготовить систему к проведению измерений в режиме "Внешний старт";

- ко входу SYNC кабеля № 8 подключить генератор сигналов произвольной формы Agilent 33510B, форма сигнала - импульсы, длительность 10 нс, амплитудой 2,0 В, периодом $T_{имп}$, с, равным:

$$T_{\text{имп}} = \frac{L}{V_i} \quad (9),$$

где L - длина мерной базы (форма - прямоугольная, вариант "1"), м;
 V_i - исследуемая точка диапазона измерения скорости, м/с.
- в соответствии с п.п. 3.5 - 3.6 руководства пользователя осуществить запуск измерений для канала X группы измерительных каналов I по нажатию кнопки " Внешний старт ",
- в графе "скорость перед ударом, м/с" (рис. 2) зафиксировать показания системы;
Относительную погрешность измерений скорости перед ударом и после удара δ_v рассчитать по формуле 10:

$$\delta_v = \frac{V_{\text{изм}} - V_i}{V_i} \cdot 100 \% \quad (10),$$

где $V_{\text{изм}}$ - измеренная скорость по показаниям системы, м/с;
 V_i - заданная скорость в исследуемой точке диапазона, м/с;
Вышеописанную процедуру провести для десяти значений скорости V_i , равномерно распределённых в диапазоне измерения скорости включая верхний и нижние пределы.
Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерений скорости перед ударом и после удара не превышает $\pm 2,5$ %.

При неудовлетворительных результатах поверка прекращается и выписывается извещение о непригодности по установленной форме.

8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующими правовыми нормативными документами.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде оттиска поверительного клейма.

8.2 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест - Москва»



А.С. Фефилов