

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

УТВЕРЖДАЮ
И. о. директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
А. Н. Пронин
«22» октября 2018 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

СТЕНД ЛИНЕЙНЫХ УСКОРЕНИЙ И УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ

ТЕМП-2

Методика поверки

МП 253-1107-2018



Руководитель НИО

А. А. Янковский



Заместитель
руководителя НИО

Д. Б. Пухов

г. Санкт-Петербург

2018 г.

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
5.1 Внешний осмотр	5
5.2 Проверка комплектности и маркировки	5
5.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения.....	5
5.4 Определение относительной погрешности воспроизведения угловой скорости	6
5.5 Проверка диапазона воспроизведения угловых скоростей.....	7
5.6 Определение относительной погрешности воспроизведения линейного ускорения.....	7
5.7 Определение диапазона воспроизводимых линейных ускорений.....	10
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А	11

ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на стенд линейных ускорений и угловых скоростей ТЕМП-2 (далее по тексту – стенд), изготовленный АО «НИИФИ», и устанавливает объём и порядок проведения его первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

1.2 Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой поверки, эксплуатационной документацией на стенд, средства измерения и оборудование, используемые при проведении поверки.

1.3 Допускается проводить периодическую поверку стенда в диапазонах угловых скоростей и линейных ускорений в соответствии с заявлением владельца средства измерения, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объёме проведенной поверки.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1	2	3	4
1. Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2. Проверка комплектности и маркировки	5.2	Да	Да
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.3	Да	Да
4. Определение относительной погрешности воспроизведения угловой скорости	5.4	Да	Да
5. Проверка диапазона воспроизведения угловых скоростей	5.5	Да	Да
6 Определение относительной погрешности воспроизведения линейного ускорения	5.6	Да	Да
7 Проверка диапазона воспроизведения линейных ускорений	5.7	Да	Да
6. Оформление результатов поверки	6	Да	Да

1.2 При получении отрицательного результата при выполнении любой из операций поверки, приведённой в таблице 1, стенд бракуется и на него оформляется извещение о непригодности.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2, имеющие свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5.6 – 5.7	Рабочий эталон 1 разряда единицы линейного ускорения по ГОСТ 8.577-2002	Диапазон измерений линейного ускорения от -20 до 20 м/с ² , ПГ ±0,01%
5.4 – 5.7	Мультиметр цифровой 34411А	рег. № 47717-11
5.6 – 5.7	Меры длины концевые плоскопараллельные, набор № 1	рег. № 62321-15
5.6 – 5.7	Меры длины концевые плоскопараллельные, набор № 8	рег. № 62321-15
5.6 – 5.7	Скоба рычажная СР 100	рег. № 32516-06
5.6 – 5.7	Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ	рег. № 69534-17
5.4 – 5.7	Прибор комбинированный Testo 622	рег. № 44744-10

Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик стенда с требуемой точностью, со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При поверке должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на стенд и эксплуатационных документов (ЭД) применяемых средств поверки.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, имеющие право на проведение поверки, изучившие эксплуатационную документацию на стенд и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +35;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 85;
- атмосферное давление, кПа от 96,6 до 104,6

4.2 При подготовке к поверке, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие дефектов, влияющих на работу стенда;
- наличие эксплуатационной документации;
- наличие маркировки;
- исправность всех органов управления.

5.2 Проверка комплектности и маркировки

Проверка комплектности и маркировки выполняется визуально.

При проверке маркировки должно быть установлено наличие информационной таблички на составляющих частях стенда.

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.2, если комплектность и маркировка соответствуют требованиям, приведённым в ЭД.

5.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

5.3.1 Включить стенд и запустить программное обеспечение дистанционного управления. После установления связи со стендом на дисплее ноутбука отобразится информация о встроенном ПО:

- идентификатор встроенного ПО;
- номер версии встроенного ПО;
- номер сборки встроенного ПО.

5.3.2 Сличить идентификационные данные встроенного ПО с данными, приведёнными в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные признаки	Значение	
	встроенное	автономное
Идентификационное наименование ПО	783.00462	783.00463
Номер версии ПО (идентификационный номер)	v1.1.8 и выше	v1.2.3 и выше

5.3.3 На вкладке «О программе» отображается информация об ПО:

- идентификатор автономного ПО;
- номер версии автономного ПО;
- номер сборки автономного ПО.

5.3.4 Сличить идентификационные данные автономного ПО с данными, приведёнными в таблице 3.

Стенд считается прошедшим поверку по п. 5.3, если идентификационные признаки ПО соответствуют требованиям, приведённым в таблице 3.

5.4 Определение относительной погрешности воспроизведения угловой скорости

5.4.1 Подготовить стенд к работе в режиме воспроизведения угловой скорости в соответствии с ЭД.

5.4.2 Подать на вход частотомера сигнал последовательности с выхода «Выход с энкодера ЛИР» со стойки управления стенда. Установить режим работы частотомера в режим измерения частоты.

5.4.3 С помощью системы управления стенда задать первое значение угловой скорости из номинальных значений ($\omega_{ном i}$), приведённых в таблице 2.

Таблица 2

	$\omega_{ном i}, \text{ рад/с}$									
	3	5	10	15	60	30	40	50	60	70
$f_{изм ij}, \text{ Гц}$										
$\omega_{изм i}, \text{ рад/с}$										
$\delta\omega_i, \%$										

5.4.4 С помощью частотомера провести 10 измерений частоты выходного сигнала с энкодера $f_{изм 1j}$. Результаты измерений занести в таблицу 2.

5.4.5 Вычислить значение измеренной угловой скорости по формуле 1:

$$\omega_{изм 1} = \frac{2 \cdot \pi}{9000} \cdot \left(\frac{1}{10} \cdot \sum_j f_{изм 1j} \right) \quad (1)$$

5.4.6 Выполнить операции пунктов 5.4.3 – 5.4.5 МП для всех значений угловых скоростей, приведённых в таблице 2.

5.4.7 По результатам измерений определить относительную погрешность воспроизведения угловой скорости для каждого заданного значения угловой скорости по формуле 2:

$$\delta\omega_i = \frac{(\omega_{ном i} - \omega_{изм i})}{\omega_{изм i}} \cdot 100 \quad (2)$$

5.4.8 Из всех полученных значений $\delta\omega_i$ выбрать максимальное из условия:

$$\delta\omega = \max|\delta\omega_i| \quad (3)$$

отдельно для диапазона угловых скоростей от 3 до 15 рад/с включительно и для диапазона угловых скоростей свыше 15 до 70 рад/с.

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.4, если относительная погрешность воспроизведения угловой скорости не превышает:

- в диапазоне от 3 до 15 рад/с включительно 0,05 %;
- в диапазоне свыше 15 до 70 рад/с 0,01 %.

5.5 Проверка диапазона воспроизведения угловых скоростей

При выполнении требований пункта 5.4 МП за диапазон воспроизводимых угловых скоростей принять диапазон от 3 до 70 рад/с.

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.5, если относительная погрешность воспроизведения угловой скорости не превышает:

- в диапазоне от 3 до 15 рад/с включительно 0,05 %;
- в диапазоне свыше 15 до 70 рад/с 0,01 %.

5.6 Определение относительной погрешности воспроизведения линейного ускорения

5.6.1 Подготовить стенд к работе в режиме воспроизведения линейного ускорения в соответствии с ЭД.

5.6.2 Определение расстояние между осью вращения центрифуги и контрольной точкой установочной площадки стенда

Определение расстояния между осью вращения центрифуги стенда и контрольной точкой установочной площадки может производиться двумя методами:

- метод 1 – с применением рабочего эталона 1 разряда единицы линейного ускорения по ГОСТ 8.577-2002;
- метод 2 – с применением мер длины концевых.

5.6.2.1 Метод 1

5.6.2.1.1 Подготовить рабочий эталон 1 разряда единицы линейного ускорения по ГОСТ 8.577-2002 (далее по тексту – акселерометр) к работе в соответствии с ЭД.

5.6.2.1.2 Установить акселерометр на установочную площадку центрифуги стенда так, чтобы его измерительная ось была параллельна вектору ускорения свободного падения (угол рассогласования между измерительной ось акселерометра и вектором ускорения свободного падения должен быть не более 20").

5.6.2.1.3 Провести измерение выходного сигнала акселерометра U_{g+} , соответствующее ускорению свободного падения.

5.6.2.1.4 Установить акселерометр на установочную площадку центрифуги стенда так, чтобы его измерительная ось была параллельна и противоположна вектору ускорения свободного падения (угол рассогласования между измерительной ось акселерометра и вектором ускорения свободного падения должен быть не более 20").

5.6.2.1.5 Провести измерение выходного сигнала акселерометра U_{g-} , соответствующее ускорению свободного падения.

5.6.2.1.6 Установить акселерометр на установочную площадку центрифуги стенда в положение 1 (см. рис. 1) так, чтобы его измерительная ось была параллельна и направлена по вектору ускорения, воспроизводимого стендом, (угол рассогласования между измерительной ось акселерометра и вектором воспроизводимого стендом ускорения должен быть не более 20"). Провести измерение выходного сигнала акселерометра U_{0+} .

5.6.2.1.7 С помощью системы управления стенда задать угловую скорость ω_{g+} при которой выходной сигнал с акселерометра U_{+} будет равен U_{g+} , что соответствует

воздействию на акселерометр ускорения свободного падения g . Допустимое расхождение сигналов U_+ и U_{g+} не более ± 5 мВ.

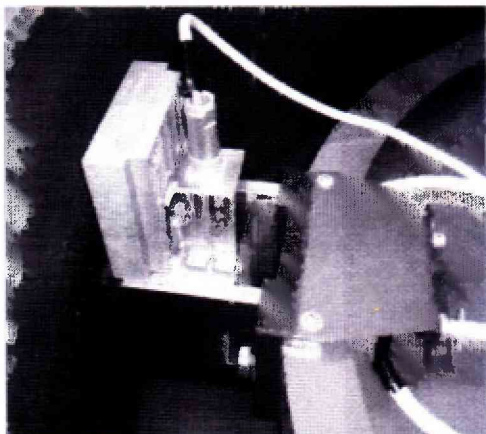


Рисунок 1 – Положение акселерометра 1, измерительная ось направлена по вектору воспроизводимого ускорения

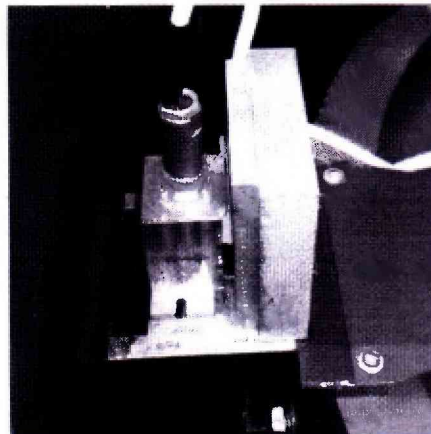


Рисунок 2 – Положение акселерометра 2, измерительная ось направлена противоположно вектору воспроизводимого ускорения

5.6.2.1.8 Установить акселерометр на установочную площадку центрифуги стенда в положение 2 (см. рис. 2) так, чтобы его измерительная ось была параллельна и направлена противоположно вектору ускорения, воспроизводимого стендом, (угол рассогласования между измерительной осью акселерометра и вектором воспроизводимого стендом ускорения должен быть не более 20°). Провести измерение выходного сигнала акселерометра U_0 .

5.6.2.1.9 С помощью системы управления стенда задать угловую скорость ω_{g-} при которой выходной сигнал с акселерометра U будет равен U_{g-} , что соответствует воздействию на акселерометр ускорения свободного падения g . Допустимое расхождение сигналов U и U_{g-} не более ± 5 мВ.

5.6.2.1.10 Определить расстояние между осью вращения стенда и контрольной точкой установочной площадки центрифуги стенда (R_6) по формуле:

$$R_6 = \frac{1}{2} \left(\frac{g}{\omega_{g+}^2} \frac{U_+ - U_{0+}}{U_{g+} - K_0} + \frac{g}{\omega_{g-}^2} \frac{U_- - U_{0-}}{U_{g-} - K_0} \right), \quad (4)$$

где $K_0 = \frac{1}{2} (U_{g+} + U_{g-})$ - смещение нуля акселерометра.

5.6.2.2 Метод 2

5.6.2.2.1 Установить на неподвижную часть центрифуги индикатор часового типа и обеспечить его соприкосновение с боковой поверхностью центрального фланца планшайбы центрифуги в районе линии, соединяющей ось вращения центрифуги и середину установочной площадки стенда. Обнулить показания индикатора. Слегка поворачивая планшайбу, убедиться, что вариации показаний индикатора не превышают 0,25 цены деления.

5.6.2.2.2 Повернуть планшайбу на 180° . Слегка поворачивая планшайбу, убедиться, что вариации показаний индикатора не превышают 0,25 цены деления. Зафиксировать изменение показаний индикатора dI .

5.6.2.2.3 Измерить диаметр центрального фланца планшайбы D на линии, соединяющей ось вращения центрифуги и середину установочной площадки стенда? С помощью скобы рычажной СР-100.

5.6.2.2.4 Установить на установочной площадке стенда приспособление установочное МКНИ.441554.017.

5.6.2.2.5 Установить на планшайбу основную концевую меру из набора № 8 длиной $L_{осн}=300$ мм, прижать ее к боковой поверхности центрального фланца планшайбы и выровнять ее в горизонтальной плоскости.

5.6.2.2.6 Подобрать размер $L_{доп}$ дополнительной концевой меры из набора № 1 по принципу «максимальная проходная» между основной мерой и поверхностью установочного приспособления МКНИ.441554.017.

5.6.2.2.7 Рассчитать расстояние между осью вращения стенда и контрольной точкой установочной площадки стенда ($R_б$) по формуле:

$$R_б = L_{осн} + L_{доп} + \frac{1}{2}(D + dl), \quad (5)$$

5.6.3 С помощью системы управления стенда задать первое значение линейного ускорения ($a_{зад,1}$) из ряда номинальных значений 5, 10, 15, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 и 1500 м/с².

5.6.4 Для заданного ускорения с помощью измерительной системы стенда провести 10 измерений воспроизведенного ускорения $a_{изм,1j}$. Рассчитать значение $a_{изм,1}$ по формуле

$$a_{изм,1} = \frac{1}{10} \cdot \sum_j a_{изм,1j} \quad (6)$$

Результаты измерений занести в таблицу 3.

Для заданного ускорения измерить и рассчитать угловую скорость $\omega_{изм,1}$ по п. 5.4.4 – 5.4.5, полученный результат занести в таблицу 3.

5.6.5 Определить относительную погрешность воспроизведения линейного ускорения по формуле

$$\Delta_1 = \frac{(a_{изм,1} - a_{расч,1})}{a_{расч,1}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $a_{расч,1}$ определяется из соотношения

$$a_{расч,1} = \omega_{изм,1}^2 \cdot R_б \quad (8)$$

Таблица 3

j	$a_{зад,i}, \text{ м/с}^2$									
	5		10		...		1000		1500	
	$a_{изм,ij}, \text{ м/с}^2$	$f_{изм,ij}, \text{ Гц}$	$a_{изм,ij}, \text{ м/с}^2$	$f_{изм,ij}, \text{ Гц}$	$a_{изм,ij}, \text{ м/с}^2$	$f_{изм,ij}, \text{ Гц}$	$a_{изм,ij}, \text{ м/с}^2$	$f_{изм,ij}, \text{ Гц}$	$a_{изм,ij}, \text{ м/с}^2$	$f_{изм,ij}, \text{ Гц}$
1										
2										
...										
9										
10										
$a_{изм,i}, \text{ м/с}^2$										
$\omega_{изм,i}, \text{ рад/с}$										
$a_{расч,i}, \text{ м/с}^2$										
$\delta_i, \%$										

5.6.6 Выполнить операции пунктов 5.6.12 – 5.6.14 МП для всех номинальных значений линейного ускорения, приведённых в п. 5.6.12.

5.6.7 Из всех полученных значений δ_i выбрать максимальное из условия:

$$\delta = \max|\delta_i| \quad (9)$$

отдельно для каждого из поддиапазонов линейных ускорений: от 5 до 10 м/с² включительно, свыше 10 до 100 м/с² включительно, свыше 100 до 1500 м/с².

5.6.8 Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.6, если относительная погрешность воспроизведения линейного ускорения не превышает:

- 1% в диапазоне значений линейного ускорения от 5 до 10 м/с² включительно;
- 0,2% в диапазоне значений линейного ускорения свыше 10 до 100 м/с² включительно;
- 0,03% в диапазоне значений линейного ускорения свыше 100 до 1500 м/с².

5.7 Определение диапазона воспроизводимых линейных ускорений

5.7.1 При выполнении требований пункта 5.6 МП за диапазон воспроизводимых линейных ускорений принять диапазон от 5 до 1500 м/с².

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.7, если относительная погрешность линейного ускорения не превышает:

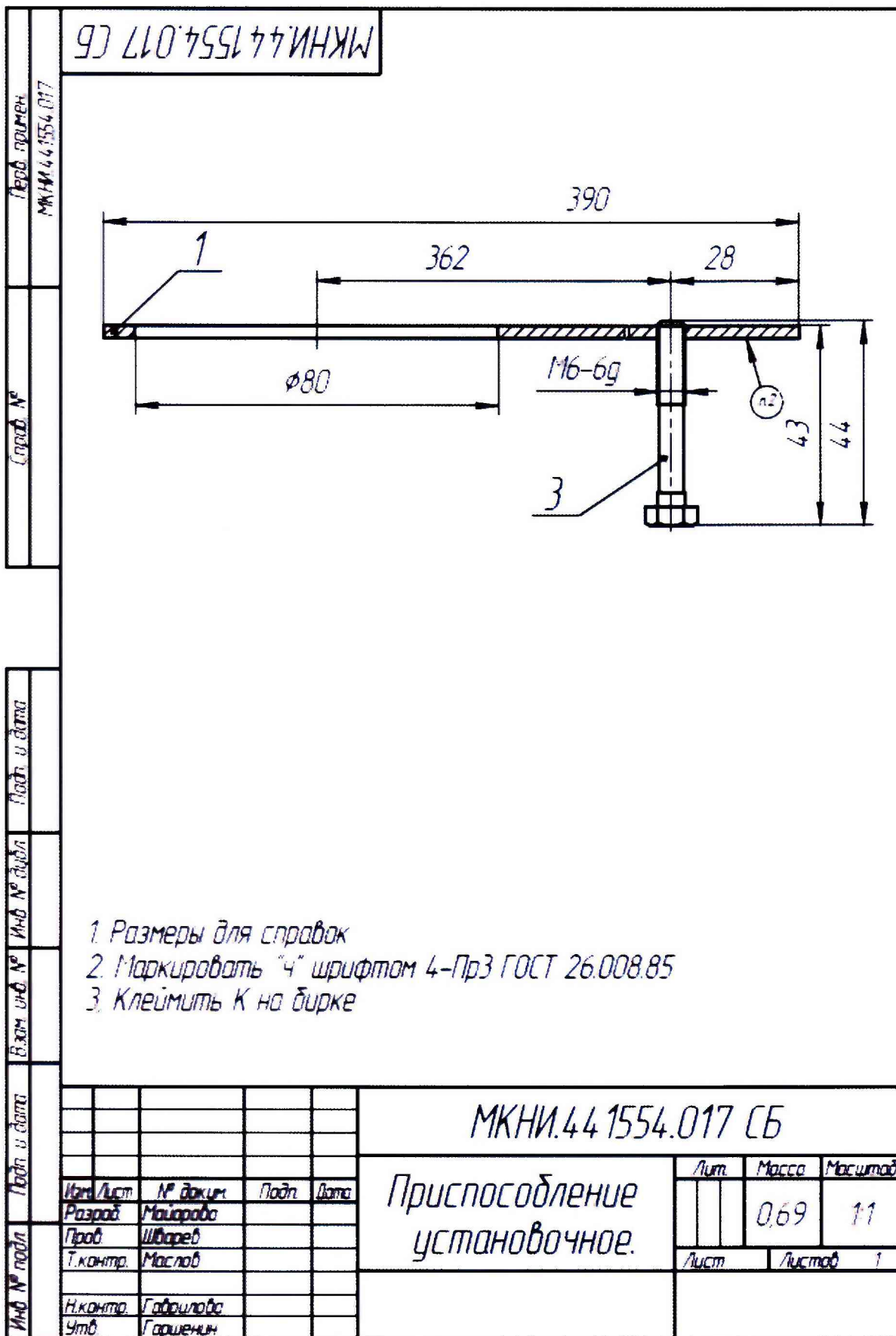
- 1% в диапазоне значений линейного ускорения от 5 до 10 м/с² включительно;
- 0,2% в диапазоне значений линейного ускорения свыше 10 до 100 м/с² включительно;
- 0,03% в диапазоне значений линейного ускорения свыше 100 до 1500 м/с².

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на лицевую панель стойки управления

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А



Копировал

Формат А4