

Федеральное автономное учреждение
«Центральный аэрогидродинамический институт
имени профессора Н.Е. Жуковского»
ФАУ «ЦАГИ»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отделения измерительной
техники и метрологии,
главный метролог ФАУ «ЦАГИ»

В.В. Петров

«20» 10 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Стенд для измерений массы и координат центра масс МЦ-500М1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 4.28.027-2022

Заместитель начальника НИО-7

А.И. Самойленко

И.о. начальника отдела № 2 НИО-7

С.В. Дыцков

Инженер 1 категории сектора № 3 НИО-7

В.Ю. Шевченко

Разработчик:

Начальник сектора № 4 НИО-7,
метролог-эксперт

О.В. Довыденко

г. Жуковский
2022 г.

1 Область применения

Настоящий документ распространяется на стенд для измерений массы и координат центра масс МЦ-500М1, заводской номер 008, (далее – стенд) и устанавливает методику его первичной и периодической поверки.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 34233.1-2017

Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования для указанной в эксплуатационных документах марки стали

3 Термины и определения

В настоящей методике поверки используются термины с соответствующими определениями, приведенные в Федеральном законе [1].

4 Общие положения

4.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки стенда, используемого в качестве рабочего средства измерений массы и координат центра масс в трехмерной ортогональной системе координат OXYZ.

4.2 Прослеживаемость стенда в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений массы, координат центра масс и момента инерции, утвержденной ФГУП «ЦАГИ», обеспечивается к государственному первичному эталону единицы массы ГЭТ 3-2020 и к государственному первичному эталону единицы длины ГЭТ 2-2021 методом прямых измерений.

4.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики стенда

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массы, кг	от 20 до 500
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений массы, кг: от 20 до 50 включ. св. 50 до 150 включ. св. 150 до 500 включ.	$\pm 0,10$ $\pm 0,15$ $\pm 0,35$
Диапазон измерений вертикальной координаты центра масс X, мм	от 100 до 1400
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений вертикальной координаты центра масс X, мм, в диапазоне значений массы (m) объекта: от 20 до 50 кг включ. св. 50 до 150 кг включ. св. 150 до 500 кг включ.	$\pm (0,8+0,01 \cdot (150-m))$ $\pm (0,8+0,00125 \cdot (850-m))$ $\pm (0,8+0,0005 \cdot (1900-m))$
Диапазон измерений горизонтальной координаты центра масс Y, Z, мм	± 300

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений горизонтальной координаты центра масс Y, Z, мм, в диапазоне значений массы (m) объекта: от 20 до 50 кг включ. св. 50 до 150 кг включ. Св. 150 до 500 кг включ.	$\pm (0,35+0,01 \cdot (150-m))$ $\pm (0,35+0,00125 \cdot (850-m))$ $\pm (0,35+0,0005 \cdot (1900-m))$

5 Перечень операций поверки

5.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.
Таблица 2 – Операции при поверке

Наименование операции	Проведение операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	10
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	11
Контроль условий поверки	Да	Да	11.3
Определение отклонения расположения посадочных отверстий и отклонения от плоскостности измерительной платформы стенда	Да	Нет	11.4
Определение диаметра гладких посадочных отверстий	Да	Да	11.5
Определение высоты измерительной платформы стенда	Да	Нет	11.6
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	12
Определение метрологических характеристик	Да	Да	13
Ступенчатое нагружение стенда конфигурациями, составленными из эталонных мер	Да	Да	13.1
Расчет погрешности измерений массы	Да	Да	13.2
Расчет погрешности измерений координат центра масс	Да	Да	13.3
Подтверждение соответствия стенда метрологическим требованиям	Да	Да	15

5.2 При получении отрицательного результата любой из операций по таблице 2 поверку стенда рекомендуется прекратить; последующие операции поверки проводят, если

отрицательный результат предыдущей операции не влияет на достоверность поверки последующего параметра.

6 Требования к условиям проведения поверки

6.1 При поверке соблюдают следующие условия:

Температура воздуха, °С	20 ± 5
Максимальное изменение температуры в процессе измерений, °С, не более	± 1
Допускаемая погрешность измерений температуры, °С	± 0,2
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 60
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106
Напряжение сети переменного тока, В	220 ± 15; 380 ± 38
Частота сети, Гц	50 ± 1

7 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

7.1 В качестве персонала, выполняющего поверку, допускаются лица с высшим образованием или среднетехническим и дополнительным образованием по профилю, соответствующему выполняемым измерениям.

7.2 Персонал, выполняющий поверку, должен иметь опыт поверки или калибровки аналогичных стендов, а также опыт практической работы с эталонами и средствами измерений, указанными в таблице 3, не менее трех лет.

8 Метрологические и технические требования к средствам поверки

8.1 При выполнении поверки по данной методике применяют средства поверки, приведенные в таблице 3 и соответствующие требованиям локальной поверочной схемы для средств измерений массы, координат центра масс и момента инерции [2]. Допускается применять средства поверки с метрологическими и техническими характеристиками, отличные от рекомендуемых, в том случае, если они обеспечивают требуемую точность передачи единиц величин поверяемому стенду.

8.2 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в соответствии с пунктом 6 Положения об эталонах единиц величин [3] и аттестованы. Средства измерений должны быть утвержденного типа и поверены.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
11.3 Контроль условий поверки	Измерители температуры, влажности и атмосферного давления Диапазоны измерений: - атмосферного давления от 84 до 106 кПа; - температуры от +15 °С до +25 °С; - относительной влажности от 30 % до 60 %	Измеритель температуры и влажности ИВТМ-7 М-Д, регистрационный номер 15500-12 Диапазоны измерений: - атмосферного давления от 840 до 1060 гПа; - температуры от -20 °С до +60 °С; - относительной влажности от 0 % до 99 %

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Пределы допускаемой погрешности измерений: - атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа; - температуры $\pm 0,2$ °С; - относительной влажности ± 3 %	Пределы допускаемой погрешности измерений: - атмосферного давления ± 3 гПа; - температуры $\pm 0,2$ °С; - относительной влажности ± 2 %
11.4 Определение отклонения расположения посадочных отверстий и отклонения от плоскостности измерительной платформы стенда	Приборы для измерений наружных и внутренних размеров Диапазон измерений: от 0 до 1000 мм Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений: ± 30 мкм, не более	Машина координатная измерительная портативная CimCore5100 INFINITE 2.0 Plus, регистрационный номер 42764-09 Диапазон измерений от 0 до 2400 мм Пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,029$ мм
11.5 Определение диаметра гладких посадочных отверстий	Приборы для измерений наружных и внутренних размеров, нутромеры Диапазон измерений: от 10 до 18 мм Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений: ± 10 мкм, не более	Нутромер индикаторный повышенной точности с ценой деления 0,001 мм НИ 10-18 мм, регистрационный номер 36679-08 Диапазон измерений от 10 до 18 мм Предел допускаемой погрешности $\pm 3,5$ мкм
11.6 Определение высоты измерительной платформы стенда	Штангенциркули ШЦ-I Диапазоны измерений: от 0 до 300 мм Класс точности 2	Штангенциркуль VOGEL, модификация 20027, регистрационный номер 32664-08 Диапазон измерений от 0 до 300 мм Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,04$ мм
13 Определение метрологических характеристик	Меры массы и длины в области измерений координат центра масс (рабочие эталоны по локальной поверочной схеме для средств измерений массы, координат центра масс и момента инерции, утвержденной ФГУП «ЦАГИ») Масса конфигурации из мер от 10 до 500 кг. Вертикальная координата центра масс конфигурации из мер от 10 до 1400 мм. Горизонтальная координата центра масс конфигурации из мер от 0 до 300 мм. Пределы допускаемой погрешности воспроизведения - массы: ± 30 г;	Набор калибровочный мер массы и длины в области измерений координат центра масс НКМ-500, регистрационный номер 86973-22 Диапазон воспроизведения: - массы от 10 до 547 кг; - вертикальной координаты центра масс от 10 до 1767 мм; - горизонтальной координаты центра масс от 0 до L, где L – максимальное расстояние от начала координат измерительной платформы стенда до центра бокового модуля вдоль горизонтальной оси, мм; Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения:

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	- вертикальной координаты центра масс: $\pm 0,5$ мм; - горизонтальной координаты центра масс: $\pm 0,33$ мм.	- массы $\pm 5 \cdot 10^{-2}$ г; - вертикальной координаты центра масс $\pm 0,50$ мм; - горизонтальной координаты центра масс $\pm 0,33$ мм

9 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

9.1 При проведении поверки в помещении, где располагаются средства измерений, эталоны и другие технические средства, персоналу, надлежит соблюдать требования безопасности, указанные в следующих документах:

- эксплуатационные документы стенда и используемых средств поверки;
- инструкции по охране труда при эксплуатации персональных компьютеров и другого оборудования вычислительной техники;
- инструкции по охране труда для слесарей-сборщиков изделий;
- инструкции для стропальщиков по безопасному производству работ грузоподъемными машинами.

9.2 Персонал должен быть аттестован на право работы с напряжением до 1000 В и иметь действующие квалификационные группы по электробезопасности:

- II для операторов ПЭВМ;
- III для сотрудников, обслуживающих СИ.

10 Внешний осмотр

10.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие следующим требованиям:

- комплектность и состав стенда должны соответствовать его эксплуатационным документам (формуляр, руководство по эксплуатации);
- форма и маркировка стенда и его составных частей, заводской номер тензоизмерительной аппаратуры стенда АИСТ МС-6, должны соответствовать эксплуатационным документам стенда;
- соответствие указанного в эксплуатационных документах температурного коэффициента линейного расширения материала измерительной платформы стенда значению, приведенному в ГОСТ 34233.1-2017 для указанной в эксплуатационных документах марки стали, из которой она изготовлена.

10.2 Результаты внешнего осмотра регистрируют в протоколе поверки.

11 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

11.1 Эталонные меры подвергают обязательной температурной стабилизации - выдерживают в помещении, где будет производиться поверка, не менее 24 часов.

11.2 Подготавливают стенд к работе в соответствии с его эксплуатационными документами.

11.3 Осуществляют контроль условий поверки измерителем температуры и влажности.

11.4.2 Измеряют координаты расположения центров посадочных отверстий и их групп, приведенных в руководстве по эксплуатации стенда (рисунок 1, таблица 4).

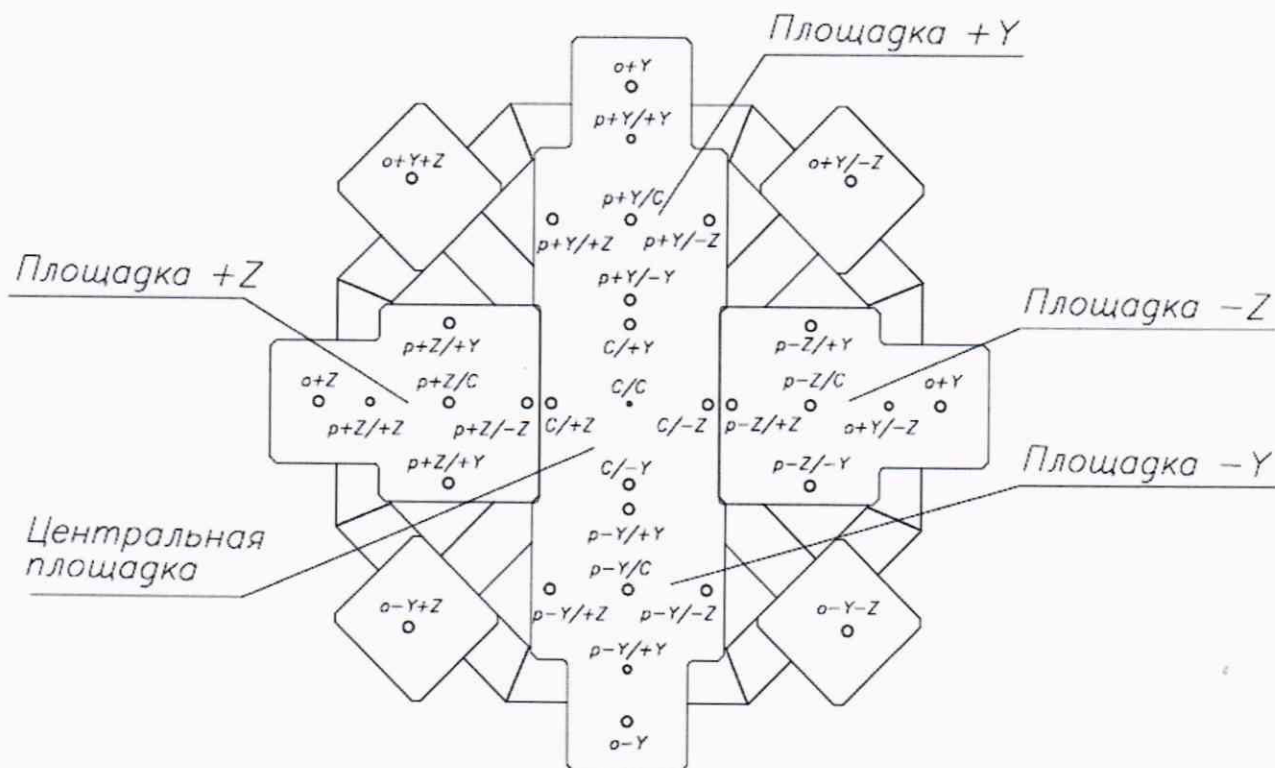


Рисунок 1 – Измерительная платформа стенда

Таблица 4 – Посадочные отверстия измерительной платформы станда

Группа отверстий	Номинальный диаметр группы, мм	Координаты центра группы, мм		Отверстия группы			
				Обозначение	Номинальный диаметр, мм	Координаты центра отверстия, мм	
		Y	Z			Y	Z
Центральная (С)	260	0	0	C/+Y	16	130	0
				C/-Z	16	0	-130
				C/-Y	16	-130	0
				C/+Z	16	0	130
				C/C	8 ¹⁾	0	0
Площадка +Y (p+Y)	260	305	0	p+Y/+Y	M14 ²⁾	435	0
				p+Y/-Z	16	305	-130
				p+Y/-Y	16	175	0
				p+Y/+Z	16	305	130
				p+Y/C	16	305	0

Группа отверстий	Номинальный диаметр группы, мм	Координаты центра группы, мм		Отверстия группы			
				Обозначение	Номинальный диаметр, мм	Координаты центра отверстия, мм	
		Y	Z			Y	Z
Площадка +Z (p+Z)	260	0	305	p+Z/+Y	16	130	305
				p+Z/-Z	16	0	175
				p+Z/-Y	16	-130	305
				p+Z/+Z	M14 ²⁾	0	435
				p+Z/C	16	0	305
Площадка -Y (p-Y)	260	-305	0	p-Y/+Y	16	-175	0
				p-Y/-Z	16	-305	-130
				p-Y/-Y	M14 ²⁾	-435	0
				p-Y/+Z	16	-305	130
				p-Y/C	16	-305	0
Площадка -Z (p-Z)	260	0	-305	p-Z/+Y	16	130	-305
				p-Z/-Z	M14 ²⁾	0	-435
				p-Z/-Y	16	-130	-305
				p-Z/+Z	16	0	-175
				p-Z/C	16	0	-305
Объект измерений (o)	1030	0	0	o+Y	16	515	0
				o+Y-Z	16	364	-364
				o-Z	16	0	-515
				o-Y-Z	16	-364	-364
				o-Y	16	-515	0
				o-Y+Z	16	-364	364
				o+Z	16	0	515
				o+Y+Z	16	364	364

¹⁾Технологическое отверстие, не подлежит измерениям
²⁾Резьбовые отверстия, не подлежат измерениям

11.4.3 При измерениях начало координат и оси координат совмещают с системой координат стенда: начало координат – центр центральной группы отверстий (рисунок 1) измерительной платформы стенда. Ось Z образована центром данной группы отверстий и отверстием o+Z группы отверстий под объект измерений; положительное направление в сторону данного отверстия. Ось Y направлена перпендикулярно оси Z; положительное направление – как показано на рисунке 1.

11.4.4 Измеряют отклонения от плоскостности верхней поверхности измерительной платформы стенда. Количество измерительных точек – не менее 90.

11.4.5 Приводят измеренные значения координат расположения посадочных отверстий измерительной платформы стенда к температуре 20 °C по формулам:

$$y_{20} = y \cdot q_{t20} \quad (1)$$

$$z_{20} = z \cdot q_{t20} \quad (2)$$

где q_{t20} – температурная поправка (вводится, если температура при измерениях геометрических размеров отклоняется от нормального значения 20 °C более, чем на установленное значение – см. п. 11.4.6).

11.4.6 Правила введения температурных поправок:

$$\begin{cases} q_{t20} = 1 - \alpha_{cm} \cdot \Delta t & \text{при } |\Delta t| \geq 1 \text{ } ^\circ\text{C} \\ q_{t20} = 1 & \text{при } |\Delta t| < 1 \text{ } ^\circ\text{C} \end{cases}; \quad (3)$$

$$\Delta t = t - 20 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (4)$$

где Δt – отклонение, $^\circ\text{C}$, температуры при измерениях геометрических размеров измерительной платформы станда t от нормального значения ($20 \text{ } ^\circ\text{C}$).

11.4.7 Результаты измерений регистрируют в протоколе поверки в миллиметрах с точностью до трех знаков после запятой.

11.5 При первичной и периодической поверке определяют диаметр гладких посадочных отверстий в следующем порядке:

11.5.1 Измерения диаметра гладких посадочных отверстий измерительной платформы станда проводят с помощью нутромера.

11.5.2 Измерениям подлежат 28 гладких отверстий диаметром 16 мм под посадку эталонных мер и объекта измерений (рисунок 1, таблица 4).

11.5.3 Результаты измерений регистрируют в протоколе поверки в миллиметрах с точностью до трех знаков после запятой.

11.6 При первичной поверке определяют высоту измерительной платформы станда в следующем порядке:

11.6.1 Измерения высоты измерительной платформы станда проводят с помощью штангенциркуля.

11.6.2 Измерениям подлежит высота платформы в непосредственной близости от 28 гладких отверстий диаметром 16 мм под посадку эталонных мер (таблица 4).

11.6.3 Результаты измерений регистрируют в протоколе поверки в миллиметрах с точностью до двух знаков после запятой.

11.7 Определяют характеристики (массу и координаты центра масс) конфигураций эталонных мер в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации на применяемые эталонные меры. Значения характеристик конфигураций эталонных мер, определенные на данном этапе, регистрируют в протоколе поверки.

11.7.1 Для первичной поверки выбирают конфигурации, которые обеспечивают воспроизведение следующих контрольных точек:

- не менее десяти точек по массе равномерно расположенных во всем диапазоне измерений, при этом каждый поддиапазон должен содержать не менее трех точек, включая верхний и нижний пределы измерений;

- не менее десяти точек по вертикальной координате центра масс, равномерно расположенных во всем диапазоне измерений, включая верхний и нижний пределы измерений, при этом каждый поддиапазон должен содержать не менее трех точек, включая координаты центра масс для верхнего и нижнего предела диапазона значений массы;

- не менее пяти точек для каждой оси по горизонтальным координатам центра масс, равномерно расположенных во всем диапазоне измерений, включая верхний и нижний пределы измерений, при этом каждый поддиапазон должен содержать не менее двух точек, включая координаты центра масс для верхнего и нижнего предела диапазона значений массы.

11.7.2 Для периодической поверки выбирают конфигурации, которые обеспечивают воспроизведение следующих контрольных точек:

- не менее семи точек по массе равномерно расположенных во всем диапазоне измерений, при этом каждый поддиапазон должен содержать не менее трех точек, включая верхний и нижний пределы измерений;

- не менее пяти точек по вертикальной координате центра масс, равномерно расположенных во всем диапазоне измерений, включая верхний и нижний пределы измерений, при этом каждый поддиапазон должен содержать не менее двух точек, включая координаты центра масс для верхнего и нижнего предела диапазона значений массы;

- не менее трех точек для каждой оси по горизонтальным координатам центра масс, равномерно расположенных во всем диапазоне измерений, включая верхний и нижний пределы измерений, при этом каждый поддиапазон должен содержать не менее двух точек, включая координаты центра масс для верхнего и нижнего предела диапазона значений массы.

11.7.3 При первичной и периодической поверке выбранные конфигурации должны включать конфигурацию, обеспечивающую проверку погрешности стенда на режиме максимальная масса ($M_{\max}$) - максимальная вертикальная координата центра масс ($X_{\max}$) и для такого сочетания ($M_{\max}$ - $X_{\max}$):

- при первичной поверке – не менее пяти значений горизонтальных координат центра масс для каждой оси, которые должны включать верхний и нижний предел измерений, точку, близкую к нулю (± 5 мм) и две точки, близкие к середине диапазона для каждой полуоси: $\pm(150 \pm 50)$ мм;

- при периодической поверке – не менее трех значений горизонтальных координат центра масс для каждой оси, которые должны включать верхний и нижний предел измерений и точку, близкую к нулю (± 5 мм).

12 Проверка программного обеспечения средства измерений

12.1 Устанавливают идентификационные данные программного обеспечения (далее – ПО) стенда, к которым относятся наименование, идентификационный номер (номер версии) и цифровой идентификатор (хэш-сумма) метрологически значимых файлов, указанных в описании типа стенда.

12.2 В папке C:\EXP персонального компьютера, входящего в состав рабочего места оператора стенда, проверяют наличие и наименование метрологически значимых файлов.

12.3 Нажатием правой клавиши мыши в контекстном меню открывают свойства метрологически значимого файла и проверяют номер его версии (идентификационный номер).

12.4 Проверяют цифровой идентификатор ПО (хэш-сумму) метрологически значимых файлов, для чего:

- вызывают командную строку нажатием клавиш «Win+R», затем cmd и «Enter»;
- меняют директорию на C:\EXP;
- в командной строке вводят «certUtil -hashfile [имя файла с расширением] MD5»;
- проверяют хэш-сумму, отобразившуюся на экране монитора.

12.5 Допускается выполнять определение хэш-суммы любым другим способом, в том числе и использованием внешнего программного обеспечения.

12.6 Сравнивают полученные идентификационные данные (наименование, идентификационный номер и цифровой идентификатор) ПО стенда с указанными в описании типа.

12.7 Результаты проверки ПО регистрируют в протоколе поверки.

13 Определение метрологических характеристик средства измерений

13.1 Проводят ступенчатое нагружение стенда конфигурациями, составленными из эталонных мер (п.11.7), и регистрируют измеренные стендом значения массы и координат центра масс. Нагружение проводят по мере увеличения массы конфигураций прямым и обратным ходом.

13.2 Для каждой проверяемой точки рассчитывают погрешность измерений массы на стенде $\Delta(M)$, кг, по формуле:

$$\Delta(M) = M - M_0, \quad (5)$$

где M – показания стенда, кг;

M_0 – действительное значение массы, кг, установленной на стенд конфигурации эталонных мер.

13.3 Для каждой проверяемой точки рассчитывают погрешность измерений координат центра масс на стенде $\Delta(X, Y, Z)$, мм, по формулам:

$$\Delta(X) = X - X_o \quad (6)$$

$$\Delta(Y) = Y - Y_o \quad (7)$$

$$\Delta(Z) = Z - Z_o \quad (8)$$

где X, Y, Z – показания стенда, мм;

X_o, Y_o, Z_o – действительное значение координат центра масс, мм, установленной на стенд конфигурации эталонных мер.

14 Порядок поверки в сокращенном объеме

14.1 Допускается проводить периодическую поверку в сокращенном объеме для части воспроизводимых величин и (или) для отдельных поддиапазонов измерений. В этом случае поверка проводится в соответствии со всеми положениями данной методики, за исключением тех, которые имеют отношение к определению величин и (или) поддиапазонов измерений, не подвергающихся поверке, при этом в записях о результатах поверки указываются наименования величин и (или) поддиапазонов, для которых осуществлена поверка.

14.2 Поверка в сокращенном объеме проводится на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, оформленного в произвольной форме.

15 Подтверждение соответствия стенда метрологическим требованиям

15.1 При первичной поверке стенд признается соответствующим установленным метрологическим требованиям и пригодным к дальнейшему применению, если комплектность и состав стенда, форма и маркировка стенда и его составных частей соответствуют его эксплуатационным документам; указанный в эксплуатационных документах температурный коэффициент линейного расширения материала измерительной платформы стенда соответствует значению, приведенному в ГОСТ 34233.1-2017 для указанной в эксплуатационных документах марки стали, из которой она изготовлена, идентификационные данные ПО стенда соответствуют указанным в описании его типа, геометрические размеры и погрешности стенда не выходят за пределы, указанные в описании типа:

- отклонения координат посадочных отверстий измерительной платформы стенда от номинальных значений при температуре 20 °С не выходят за пределы $\pm 0,5$ мм;
- отклонение от плоскостности верхней поверхности измерительной платформы стенда не превышает 0,1 мм;
- высота измерительной платформы не выходит за пределы $(10,0 \pm 0,5)$ мм;
- диаметры гладких посадочных отверстий не выходят за пределы $(16^{+0,1})$ мм;
- для каждой воспроизводимой величины A (масса M , координаты центра масс X, Y, Z) выполняются следующие условия:

$$|\Delta(A)| \leq |\Delta(A)^{\text{доп}}| - |\Delta(A)^{\text{эт}}| \quad (9)$$

где $\Delta(A)$ – погрешность измерений величины A стендом (п. 13.2, 13.3);

$\Delta(A)^{\text{доп}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения величины A , указанные в описании типа стенда (таблица 1);

$\Delta(A)^{\text{эт}}$ – погрешность эталонных мер, воспроизводящих данную величину.

15.2 При периодической поверке стенд признается соответствующим установленным метрологическим требованиям и пригодным к дальнейшему применению, если комплектность и состав стенда, форма и маркировка стенда и его составных частей соответствуют его эксплуатационным документам; идентификационные данные ПО стенда соответствуют

указанным в описании его типа, геометрические размеры и погрешности станда не выходят за пределы, указанные в описании типа:

- диаметры гладких посадочных отверстий не выходят за пределы $(16^{+0,1})$ мм;
- для каждой воспроизводимой величины (А) выполняется следующее условие:

$$|\Delta(A)| \leq |\Delta(A)^{\text{доп}}| - |\Delta(A)^{\text{эт}}| \quad (10)$$

где $\Delta(A)$ – погрешность измерений величины А стандом (п. 13.2, 13.3);

$\Delta(A)^{\text{доп}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения величины А, указанные в описании типа станда (таблица 1);

$\Delta(A)^{\text{эт}}$ – погрешность эталонных мер, воспроизводящих данную величину.

15.3 Стенд признается не соответствующим установленным метрологическим требованиям и непригодным к дальнейшему применению, если не выполняются условия, указанные в п. 15.1 и 15.2.

16 Оформление результатов поверки

16.1 Результаты поверки станда оформляют установленным порядком.

16.2 Протокол первичной поверки оформляют по форме приложения А, периодической – по форме приложения Б.

16.3 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке. Знак поверки наносят в формуляр станда и на свидетельство о поверке (в случае его оформления).

16.4 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности к применению.

16.5 При поверке в сокращенном объеме в свидетельстве о поверке указывают, для каких величин и (или) поддиапазонов измерений была проведена поверка.

16.6 Результаты поверки установленным порядком передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единств измерений.

16.7 Для ограничения доступа к местам настройки (регулировки), расположенным в цепи нагрузки каждого из четырех весоизмерительных датчиков, на тендерную гайку и ее контргайку наносят наклейки с подписью поверителя и указанием даты поверки. Допускается не наносить новые наклейки при сохранности наклеек от предыдущей поверки.

Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола первичной поверки

**Протокол первичной поверки стэнда для измерений массы и координат центра масс
МЦ-500М1, заводской номер 008**

№ _____

Дата: _____

1 Применяемая методика поверки: МП 4.28.027-2022

2 Применяемые средства поверки:

3 Условия поверки:

4 Внешний осмотр показал:

4.1 Комплектность и состав стэнда соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов.

4.2 Форма и маркировка стэнда и его составных частей соответствует/не соответствует эксплуатационным документам.

4.3 Указанный в эксплуатационных документах температурный коэффициент линейного расширения материала измерительной платформы стэнда соответствует/не соответствует значению, приведенному в ГОСТ 34233.1-2017 для указанной в эксплуатационных документах марки стали _____, из которой она изготовлена.

5 При подготовке к поверке и опробовании установлено:

5.1 Эталонные меры выдержаны в помещении, где производится поверка, в течение _____ ч.

5.2 Стэнд подготовлен к работе в соответствии с его эксплуатационными документами.

5.3 Условия поверки соответствуют требованиям методики поверки (см. п. 3).

5.4 Измерения геометрических размеров стэнда показали:

- отклонения координат посадочных отверстий измерительной платформы стэнда от номинальных значений при температуре 20 °С не выходят за пределы $\pm 0,5$ мм (п. 5.4.1);
- отклонение от плоскостности верхней поверхности измерительной платформы стэнда не превышает 0,1 мм (п. 5.4.2);
- высота измерительной платформы не выходит за пределы $(10,0 \pm 0,5)$ мм (п. 5.4.3);
- диаметры гладких посадочных отверстий не выходят за пределы $(16^{+0,1})$ мм (п. 5.4.1).

5.4.1 Определение отклонений расположения посадочных отверстий измерительной платформы стэнда и диаметра гладких посадочных отверстий под эталонные меры и объект измерений

Группа отверстий	Номинальны й диаметр группы, мм	Координаты центра группы, мм		Отверстия группы			
				Обозна чение	Номинальный диаметр, мм	Координаты центра, мм	
		Y	Z			Y	Z
Номинальные значения							
Центральн ая (С)	260	305	0	C/+Y	M14 ²⁾	435	0
				C/-Z	16	305	-130
				C/-Y	16	175	0
				C/+Z	16	305	130
				C/C	16	305	0

Группа отверстий	Номинальны й диаметр группы, мм	Координаты центра группы, мм		Отверстия группы			
				Обозна чение	Номинальный диаметр, мм	Координаты центра, мм	
Y	Z	Y	Z				
Площадка +Y (p+Y)	260	0	305	p+Y/+Y	16	130	305
				p+Y/-Z	16	0	175
				p+Y/-Y	16	-130	305
				p+Y/+Z	M14 ²⁾	0	435
				p+Y/C	16	0	305
Площадка +Z (p+Z)	260	-305	0	p+Z/+Y	16	-175	0
				p+Z/-Z	16	-305	-130
				p+Z/-Y	M14 ²⁾	-435	0
				p+Z/+Z	16	-305	130
				p+Z/C	16	-305	0
Площадка -Y (p-Y)	260	0	-305	p-Y/+Y	16	130	-305
				p-Y/-Z	M14 ²⁾	0	-435
				p-Y/-Y	16	-130	-305
				p-Y/+Z	16	0	-175
				p-Y/C	16	0	-305
Площадка -Z (p-Z)	1030	0	0	p-Z/+Y	16	130	-305
				p-Z/-Z	M14 ²⁾	0	-435
				p-Z/-Y	16	-130	-305
				p-Z/+Z	16	0	-175
				p-Z/C	16	0	-305
Объект измерений (o)				o+Y	16	515	0
				o+Y-Z	16	364	-364
				o-Z	16	0	-515
				o-Y-Z	16	-364	-364
				o-Y	16	-515	0
				o-Y+Z	16	-364	364
				o+Z	16	0	515
				o+Y+Z	16	364	364
Измеренные значения							
Центральн ая (C)				C/+Y			
				C/-Z			
				C/-Y			
				C/+Z			
				C/C			
Площадка +Y (p+Y)				p+Y/+Y			
				p+Y/-Z			
				p+Y/-Y			
				p+Y/+Z			
				p+Y/C			
Площадка +Z (p+Z)				p+Z/+Y			
				p+Z/-Z			
				p+Z/-Y			
				p+Z/+Z			
				p+Z/C			
Площадка -Y (p-Y)				p-Y/+Y			
				p-Y/-Z			
				p-Y/-Y			
				p-Y/+Z			
				p-Y/C			

Группа отверстий	Номинальный диаметр группы, мм	Координаты центра группы, мм		Отверстия группы			
		Y	Z	Обозначение	Номинальный диаметр, мм	Координаты центра, мм	
						Y	Z
Площадка -Z (p-Z)				p-Z/+Y			
				p-Z/-Z			
				p-Z/-Y			
				p-Z/+Z			
				p-Z/C			
Объект измерений (o)				o+Y			
				o+Y-Z			
				o-Z			
				o-Y-Z			
				o-Y			
				o-Y+Z			
				o+Z			
				o+Y+Z			
Значения, приведенные к 20 °C							
Центральная (C)				C/+Y			
				C/-Z			
				C/-Y			
				C/+Z			
				C/C			
Площадка +Y (p+Y)				p+Y/+Y			
				p+Y/-Z			
				p+Y/-Y			
				p+Y/+Z			
				p+Y/C			
Площадка +Z (p+Z)				p+Z/+Y			
				p+Z/-Z			
				p+Z/-Y			
				p+Z/+Z			
				p+Z/C			
Площадка -Y (p-Y)				p-Y/+Y			
				p-Y/-Z			
				p-Y/-Y			
				p-Y/+Z			
				p-Y/C			
Площадка -Z (p-Z)				p-Z/+Y			
				p-Z/-Z			
				p-Z/-Y			
				p-Z/+Z			
				p-Z/C			
Объект измерений (o)				o+Y			
				o+Y-Z			
				o-Z			
				o-Y-Z			
				o-Y			
				o-Y+Z			
				o+Z			
				o+Y+Z			
Отклонения от номинальных значений							
				C/+Y			
				C/-Z			

Группа отверстий	Номинальн ый диаметр группы, мм	Координаты центра группы, мм		Отверстия группы			
				Обозна чение	Номинальный диаметр, мм	Координаты центра, мм	
		Y	Z			Y	Z
Центральн ая (C)				C/-Y			
				C/+Z			
				C/C			
Площадка +Y (p+Y)	260	0	305	p+Y/+Y			
				p+Y/-Z			
				p+Y/-Y			
				p+Y/+Z			
				p+Y/C			
Площадка +Z (p+Z)	260	-305	0	p+Z/+Y			
				p+Z/-Z			
				p+Z/-Y			
				p+Z/+Z			
				p+Z/C			
Площадка -Y (p-Y)	260	0	-305	p-Y/+Y			
				p-Y/-Z			
				p-Y/-Y			
				p-Y/+Z			
				p-Y/C			
Площадка -Z (p-Z)	1030	0	0	p-Z/+Y			
				p-Z/-Z			
				p-Z/-Y			
				p-Z/+Z			
				p-Z/C			
Объект измерений (o)				o+Y			
				o+Y-Z			
				o-Z			
				o-Y-Z			
				o-Y			
				o-Y+Z			
				o+Z			
				o+Y+Z			

¹⁾Технологическое отверстие

²⁾Резьбовые отверстия

5.4.2 Определение отклонения от плоскостности верхней поверхности измерительной платформы станда

Отклонение от плоскостности верхней поверхности измерительной платформы станда: ____ мм.

5.4.3 Определение высоты измерительной платформы станда

Группа отверстий	Отверстия группы	
	№	Высота, мм
Центральная (C)	C/+Y	
	C/-Z	
	C/-Y	
	C/+Z	
	C/C	
Площадка +Y (p+Y)	p+Y/+Y	
	p+Y/-Z	
	p+Y/-Y	

6 Проверка программного обеспечения показала: идентификационные данные ПО стенда соответствуют / не соответствуют указанным в описании его типа:

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационные данные, указанные в описании типа			
Идентификационное наименование программного обеспечения	LavMassCalcer.dll	LavMomentCalcer.dll	CalcMassAndMassCenter.dll
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	2.0	2.0	2.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	5564668AD32E0F2C CADD A26AB7BBB 5B7	B13715CC91337D0 CFFBACBD407C93 704	FF13DCC7F88E112 FFC74051B812BEB F8
Идентификационные данные, установленные при поверке			
Идентификационное наименование программного обеспечения			
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения			
Цифровой идентификатор программного обеспечения			

7 Определены следующие метрологические характеристики стенда:

7.1 Погрешность измерений массы

Номер конфигурации	Масса, кг		Абсолютная погрешность измерений ΔM , кг		Выполнение установленных в описании типа требований (да, нет)
	измеренная на стенде	действительное значение, заданное эталоном	установленная при поверке	допускаемая	

7.2 Погрешность измерений вертикальной координаты центра масс X

Номер конфигурации	X, мм		Абсолютная погрешность измерений ΔX , мм		Выполнение установленных в описании типа требований (да, нет)
	измеренная на стенде	действительное значение, заданное эталоном	установленная при поверке	допускаемая	

7.3 Погрешность измерений горизонтальной координаты центра масс Y

Номер конфигурации	Масса, кг		Абсолютная погрешность измерений ΔM , кг,		Выполнение установленных в описании типа требований (да, нет)
	измеренная на стенде	действительное значение, заданное эталоном	установленная при поверке	допускаемая	

7.4 Погрешность измерений горизонтальной координаты центра масс Z

Номер конфигурации	Масса, кг		Абсолютная погрешность измерений ΔM , кг,		Выполнение установленных в описании типа требований (да, нет)
	измеренная на стенде	действительное значение, заданное эталоном	установленная при поверке	допускаемая	

8 Проверка соответствия стенда метрологическим требованиям показала:

8.1 Результаты внешнего осмотра положительные/отрицательные.

8.2 Результаты измерений геометрических размеров измерительной платформы стенда положительные/отрицательные.

8.3 Результаты проверки программного обеспечения стенда положительные/отрицательные.

8.4 Результаты проверки метрологических характеристик стенда положительные/отрицательные.

8.4.1 Подтверждены следующие поддиапазоны измерений массы:

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ кг, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ кг, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ кг, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа.

8.4.2 Подтвержден диапазон измерений вертикальной координаты центра масс X от _____ до _____ мм для следующих поддиапазонов значений массы:

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа.

8.4.3 Подтвержден диапазон измерений горизонтальной координаты центра масс Y от _____ до _____ мм для следующих поддиапазонов значений массы:

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа.

8.4.4 Подтвержден диапазон измерений горизонтальной координаты центра масс Z от _____ до _____ мм для следующих поддиапазонов значений массы:

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа.

8.5 По результатам первичной поверки стенд признается соответствующим установленным метрологическим требованиям и пригодным к дальнейшему применению / несоответствующим установленным метрологическим требованиям и непригодным к дальнейшему применению.

Исполнители:

_____	_____	_____
(Должность)	(Подпись)	(Расшифровка подписи)
_____	_____	_____
(Должность)	(Подпись)	(Расшифровка подписи)

Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола периодической поверки

**Протокол периодической поверки стенда для измерений массы и координат центра масс
МЦ-500М1, заводской номер 008**

№ _____

Дата: _____

1 Применяемая методика поверки: МП 4.28.027-2022

2 Применяемые средства поверки: см. протоколы измерений № _____ от _____

3 Условия поверки: см. протоколы измерений № _____ от _____

4 Внешний осмотр показал:

4.1 Комплектность и состав стенда соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов.

4.2 Форма и маркировка стенда и его составных частей соответствует/не соответствует эксплуатационным документам.

5 При подготовке к поверке и опробовании установлено:

5.1 Эталонные меры выдержаны в помещении, где производится поверка, в течение _____ ч.

5.2 Стенд подготовлен к работе в соответствии с его эксплуатационными документами.

5.3 Условия поверки соответствуют требованиям методики поверки (см. п. 3).

5.4 Измерения геометрических размеров стенда показали:

- диаметры гладких посадочных отверстий не выходят за пределы ($16^{+0,1}$) мм (п. 5.4.1).

5.4.1 Определение диаметра гладких посадочных отверстий под эталонные меры и объект измерений

Группа отверстий	Отверстия группы	
	№	Диаметр
Центральная (С)	C/+Y	
	C/-Z	
	C/-Y	
	C/+Z	
	C/C	-
Площадка +Y (p+Y)	p+Y/+Y	-
	p+Y/-Z	
	p+Y/-Y	
	p+Y/+Z	
	p+Y/C	
Площадка +Z (p+Z)	p+Z/+Y	
	p+Z/-Z	
	p+Z/-Y	
	p+Z/+Z	-
	p+Z/C	
Площадка -Y (p-Y)	p-Y/+Y	
	p-Y/-Z	
	p-Y/-Y	-
	p-Y/+Z	

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационные данные, установленные при поверке			
Идентификационное наименование программного обеспечения			
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения			
Цифровой идентификатор программного обеспечения			

7 Определены следующие метрологические характеристики стенда:

7.1 Погрешность измерений массы

Номер конфигурации	Масса, кг		Абсолютная погрешность измерений ΔM , кг		Выполнение установленных в описании типа требований (да, нет)
	измеренная на стенде	действительное значение, заданное эталоном	установленная при поверке	допускаемая	

7.2 Погрешность измерений вертикальной координаты центра масс X

Номер конфигурации	X, мм		Абсолютная погрешность измерений ΔX , мм		Выполнение установленных в описании типа требований (да, нет)
	измеренная на стенде	действительное значение, заданное эталоном	установленная при поверке	допускаемая	

7.3 Погрешность измерений горизонтальной координаты центра масс Y

Номер конфигурации	Масса, кг		Абсолютная погрешность измерений ΔM , кг,		Выполнение установленных в описании типа требований (да, нет)
	измеренная на стенде	действительное значение, заданное эталоном	установленная при поверке	допускаемая	

7.4 Погрешность измерений горизонтальной координаты центра масс Z

Номер конфигурации	Масса, кг		Абсолютная погрешность измерений ΔM , кг,		Выполнение установленных в описании типа требований (да, нет)
	измеренная на стенде	действительное значение, заданное эталоном	установленная при поверке	допускаемая	

8 Проверка соответствия стенда метрологическим требованиям показала:

8.1 Результаты внешнего осмотра положительные/отрицательные.

8.2 Результаты измерений геометрических размеров измерительной платформы стенда положительные/отрицательные.

8.3 Результаты проверки программного обеспечения стенда положительные/отрицательные.

8.4 Результаты проверки метрологических характеристик стенда положительные/отрицательные.

8.4.1 Подтверждены следующие поддиапазоны измерений массы:

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ кг, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ кг, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ кг, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа.

8.4.2 Подтвержден диапазон измерений вертикальной координаты центра масс X от _____ до _____ мм для следующих поддиапазонов значений массы:

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа.

8.4.3 Подтвержден диапазон измерений горизонтальной координаты центра масс Y от _____ до _____ мм для следующих поддиапазонов значений массы:

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа.

8.4.4 Подтвержден диапазон измерений горизонтальной координаты центра масс Z от _____ до _____ мм для следующих поддиапазонов значений массы:

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа;

- от _____ до _____ кг, погрешность не выходит за пределы _____ мм, что соответствует/не соответствует требованиям эксплуатационных документов на стенд и описанию типа.

8.5 По результатам периодической поверки стенд признается соответствующим установленным метрологическим требованиям и пригодным к дальнейшему применению / несоответствующим установленным метрологическим требованиям и непригодным к дальнейшему применению.

Исполнители:

_____ (Должность)	_____ (Подпись)	_____ (Расшифровка подписи)
_____ (Должность)	_____ (Подпись)	_____ (Расшифровка подписи)

Библиография

[1] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[2] Локальная поверочная схема для средств измерений массы, координат центра масс и момента инерции, утвержденная ФАУ «ЦАГИ» 28.10.2014 (в ред. от 01.08.2022)

[3] Положение об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. N 734