

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «ТестИнТех»



А.Ю. Грабовский
«14» февраля 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Динамометры электронные тензорезисторные
ДЭТ/1

Методика поверки
МП ТИИТ 231-2018

г. Москва
2020

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на динамометры электронные тензорезисторные ДЭТ/1 (далее-динамометры), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «НПО Технотест» (ООО «НПО Технотест»), г. Санкт-Петербург, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки обеспечивает прослеживаемость динамометров к Государственному первичному эталону единицы силы (ГЭТ 32-2011) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.10.2019 г. № 2498.

1.3 Методика поверки реализуется методом прямых измерений с применением разрядных эталонов в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.10.2019 г. № 2498.

1.4 Динамометры предназначены для измерений статических и медленно изменяющихся сил растяжения и сжатия. Применяются на предприятиях различных отраслей промышленности при калибровке и поверке в качестве рабочих эталонов 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.10.2019 г. № 2498.

1.5 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.6 Первичную поверку динамометров производят после выпуска из производства и после ремонта, периодическую поверку проводят в процессе эксплуатации.

1.7 Интервал между поверками – 1 год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта документа по поверке	Обязательность проведения операции при:	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3	Проверка программного обеспечения	9	да	да
4	Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
	- определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью и повторяемостью показаний динамометра.	10.1	да	да
	- определение составляющей погрешности, связанной с дрейфом нуля.	10.2	да	да
	- определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом.	10.3	да	да

Продолжение таблицы 1 – Перечень операций поверки

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта документа по поверке	Обязательность проведения операции при:	
			первичной поверке	периодической поверке
4	- определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью.	10.4	да	да
	- определение составляющей погрешности, связанной с интерполяцией.	10.5	да	да
	- оценка относительной погрешности динамометра.	10.6	да	да
	- подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10.7	да	да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Операции по всем пунктам настоящей методики проводят при любом сочетании значений влияющих факторов, соответствующих рабочим условиям эксплуатации поверяемых динамометров и эталонного оборудования, приведенные в соответствующих эксплуатационных документах. Температура во время поверки не должна изменяться более чем на ± 2 °С.

3.2 При проведении поверки не должны быть превышены следующие условия эксплуатации:

- область нормальных значений температуры окружающего воздуха от + 15 °С до + 25 °С;
- область нормальных значений относительной влажности от 40 % до 80 %.

3.3 Для надежного выравнивания температуры динамометра и окружающего воздуха, динамометр должен быть доставлен на место проведения поверки не менее чем за 12 часов до ее начала.

3.4 Временные интервалы между двумя последовательными нагружениями должны быть по возможности одинаковыми.

3.5 Регистрировать показания следует не ранее, чем через 30 секунд от начала измерения силы.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя и изучившие эксплуатационные документы, имеющие достаточные знания и опыт работы с динамометрами.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – средства измерений, применяемые при проведении поверки.

№ пункта документа по поверке	Наименование образцовых средств измерений или вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
8, 10	<p>Машины силовоспроизводящие 1-го разряда (далее - эталон) согласно ГПС для средств измерений силы (утвержденной приказом Росстандарта от 22 октября 2019 №2498) с пределами допускаемой относительной погрешности δ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\pm 0,02$ % для поверки динамометров с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,12$ %; - $\pm 0,05$ % для поверки динамометров с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,24$ %; - $\pm 0,15$ % для поверки динамометров с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,45$ %.

Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают требования по безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемые динамометры, а также на используемое поверочное, испытательное и вспомогательное оборудование.

6.2 При проведении поверки запрещается прилагать нагрузку на динамометр, превышающую НПИ более чем в 1,2 раза.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки (наименование или товарный знак фирмы-изготовителя, тип и заводской номер, знака утверждения типа);
- наличие четких надписей и отметок на органах управления;
- отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность;
- отсутствие повреждения изоляции токопроводящих кабелей;
- комплектность в соответствии с эксплуатационной документацией.

Если перечисленные требования не выполняются, машину признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- подготовку эталонного и вспомогательного оборудования осуществляют в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- выдержать динамометр и средства поверки в условиях указанных в п. 3;
- включить для прогрева динамометр и средства поверки не менее чем на 10 минут.

8.2 При опробовании необходимо выполнить следующие действия:

- устанавливают динамометр в рабочее пространство эталона в соответствии с их эксплуатационными документами. Проверяют условия монтажа динамометра на эталоне;
- включают и подготавливают динамометр к работе в соответствии с руководством по эксплуатации;
- проводят одно нагружение динамометра нагрузкой равной НПИ динамометра с последующим разгрузением динамометра. Показания динамометра при нагружении должны измениться.

Если перечисленные требования не выполняются, динамометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Для идентификации ПО необходимо включить электронный блок, после прохождения теста на табло электронного блока будет отображаться номер версии ПО. Номер версии ПО должен быть не ниже, указанного в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ДЭТ/1
Номер версии (идентификационный номер) ПО	u220
Цифровой идентификатор ПО	Не доступно

Результат проверки считают положительным, если номер версии ПО не ниже, указанного в таблице 3.

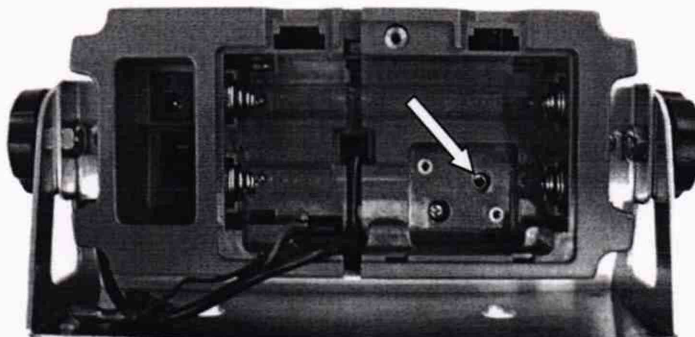
9.2 Перед определением метрологических характеристик, при поверке динамометра, необходимо проверить целостность пломбировки электронного блока динамометра.

Схема пломбировки электронного блока динамометра приведена на рисунках 1 (а, б, в)

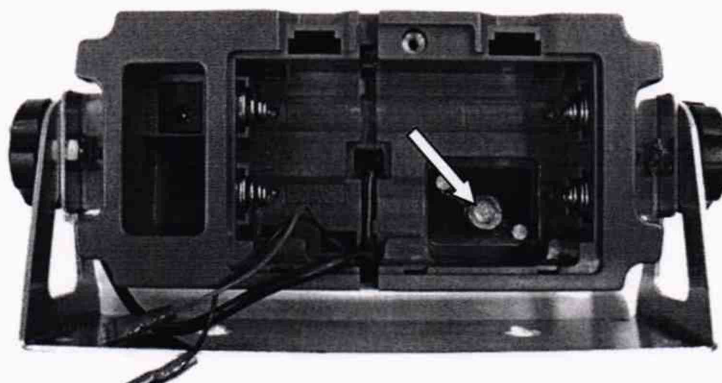
Для входа в режим установки параметров динамометра и его калибровки у электронного блока в корпусе с обратной стороны (рисунок 1а) находится кнопка (рисунок 1б). Для предотвращения несанкционированного доступа в режим изменения параметров и калибровки динамометра доступ к кнопке пломбируется (рисунок 1в):



а) внешний вид обратной стороны электронного блока;



б) расположение кнопки входа в режим изменения параметров динамометра и калибровки;



в) пломбировка кнопки входа в режим изменения параметров и калибровки динамометра.

Рисунок 1 – Схема пломбировки электронного блока динамометра.

Результат проверки считают положительным, если не нарушена целостность пломбировки.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Перед проведением измерений динамометр нагружают максимальной силой в заданном режиме (растяжение или сжатие) и выдерживают в течение 30 минут. Затем динамометр нагружают три раза максимальной силой в заданном режиме (растяжение или сжатие). Продолжительность приложения каждого предварительного нагружения должна составлять от 1 минуты до 1,5 минут.

Нагружают динамометр от НмПИ до НПИ двумя сериями эталонных сил только с возрастающими значениями, при одном положении динамометра в рабочем пространстве машины силовоспроизводящей. Регистрируют соответствующие показания динамометра X_1, X_2 .

Затем нагружают и разгружают динамометр двумя рядами силы с возрастающими и убывающими значениями в положениях с поворотами на 120° и 240° (рисунок 2) относительно первоначального положения. Регистрируют соответствующие показания динамометра X_3, X_5 (при нагружении) и X'_4, X'_6 (при разгрузке).

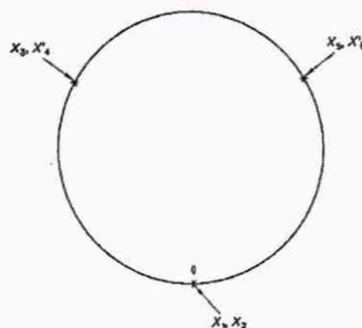


Рисунок 2

Каждый ряд нагружения (разгружения) должен содержать не менее восьми ступеней, по возможности, равномерно распределенных по диапазону измерений динамометра.

Следует соблюдать временной интервал не менее 3-х минут между последовательными рядами нагрузки.

После полного разгружения динамометра следует регистрировать его нулевые показания после ожидания в течение, по крайней мере, 30 секунд.

Не менее одного раза за время измерений динамометр должен быть разъединен с переходными деталями и заново собран. Рекомендуется делать это между вторым и третьим рядами нагружения.

Если динамометр применяется только для возрастающей нагрузки, то при проверке определяют вместо гистерезиса характеристику ползучести. При этом записывают показания на 30 с и 300 с после приложения максимальной нагрузки, в каждом из режимов приложения силы. Если ползучесть измеряется при нулевой силе, динамометр должен быть предварительно нагружен максимальной силой и выдержан под нагрузкой 60 с. Испытание на ползучесть может проводиться в любое время после предварительной нагрузки.

Результаты измерений заносят в протокол (Приложение 1)

10.1 Определение составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью и повторяемостью показаний динамометра, b и b' .

Эти составляющие погрешности рассчитываются для каждой ступени прикладываемой силы при вращении динамометра (b) и без вращения (b'), с помощью следующих уравнений:

$$b = \left| \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_r} \right| \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$\text{где } \overline{X_r} = \frac{X_1 + X_3 + X_5}{3}, \quad (2)$$

$$b' = \left| \frac{X_2 - X_1}{\bar{X}_{wr}} \right| \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$\text{где } \bar{X}_{wr} = \frac{X_1 + X_2}{2} \quad (4)$$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1)

10.2 Определение составляющей погрешности, связанной с дрейфом нуля, f_0 .

До и после каждой серии испытаний следует записывать показания без нагрузки. Показание следует регистрировать примерно через 30 секунд после того, как нагрузка полностью снята.

Составляющая погрешности, связанная с дрейфом рассчитывается по формуле:

$$f_0 = \frac{i_f - i_0}{X_N} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где i_0 и i_f – показания динамометра до приложения нагрузки и после разгрузки соответственно;

X_N – показания динамометра при нагружении силой, равной НПИ.

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

10.3 Определение составляющей погрешности, связанной с гистерезисом, v .

Гистерезис определяется двумя сериями нагружений с возрастающими силами и затем с уменьшающимися силами.

Разность между значениями, полученными для обеих серий с возрастающими силами и убывающими силами, позволяет рассчитать составляющую относительной погрешности, связанную с гистерезисом, используя следующие уравнение:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2}, \quad (6)$$

где

$$v_1 = \left| \frac{X'_4 - X_3}{X_3} \right| \cdot 100\%, \quad (7)$$

$$v_2 = \left| \frac{X'_6 - X_5}{X_5} \right| \cdot 100\%, \quad (8)$$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

10.4 Определение составляющей погрешности, связанной с ползучестью, c .

Рассчитывают разницу выходного сигнала i_{30} , полученного на 30 с, и i_{300} , полученного на 300 с после приложения или снятия максимальной силы, и выражают в процентах от максимального отклонения по формуле:

$$c = \left| \frac{i_{300} - i_{30}}{X_N} \right| \cdot 100\% \quad (9)$$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

10.5 Определение составляющей погрешности, связанной с интерполяцией, f_c .

Для каждой ступени нагружения относительную погрешность, связанную с интерполяцией, рассчитывают по формуле:

$$f_c = \frac{\bar{X}_r - X_a}{X_a} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где \bar{X}_r – по 4.4.1;

X_a – значение, рассчитанное по градуировочной характеристике $X_a = X_a(F_i)$, где F_i – приложенная эталонная сила. Для динамометров с именованной шкалой $X_a = F_i$.

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

10.6 Оценка относительной погрешности динамометра.

Доверительная относительная погрешность, т.е. интервал, в котором с вероятностью 0,95 лежит значение относительной погрешности оценивается по формуле:

$$\hat{f}_c \pm W, \quad (11)$$

где \hat{f}_c - максимальное значение полученной относительной погрешности, связанной с интерполяцией (градуировочной характеристики).

W - относительная расширенная неопределенность определения погрешности градуировочной характеристики динамометра рассчитанная для каждой нагрузки по формуле:

$$W = k \cdot w_c, \quad (12)$$

где $k = 2$, для уровня доверия 0,95;

где w_c - рассчитывается по формуле:

$$w_c = \sqrt{w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + w_4^2 + w_5^2 + w_6^2}, \quad (13)$$

w_1 - относительная стандартная неопределенность, связанная с приложенной эталонной силой;

$$w_2 = \frac{1}{|X_r|} \cdot \sqrt{\frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1,3,5} (X_i - \bar{X}_r)^2} \cdot 100\% \quad - \text{ относительная стандартная неопределенность,}$$

связанная с воспроизводимостью результатов измерений;

$$w_3 = \frac{b'}{\sqrt{3}} \quad - \text{ относительная стандартная неопределенность, связанная с повторяемостью}$$

результатов измерений;

$$w_4 = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \frac{r}{F} \cdot 100\% \quad - \text{ относительная стандартная неопределенность, связанная с}$$

разрешающей способностью индикатора динамометра, где F - показания динамометра при приложенной нагрузке, r - разрешающая способность, равная дискретности электронного блока динамометра;

$$w_5 = \frac{v}{3\sqrt{3}} \quad - \text{ относительная стандартная неопределенность, связанная с гистерезисом,}$$

учитывается, если поверка динамометра проводилась при возрастающей и убывающей нагрузках;

$$w_5 = \frac{c}{\sqrt{3}} \quad - \text{ относительная стандартная неопределенность, связанная с ползучестью,}$$

учитывается, если поверка динамометра проводилась только при возрастающей нагрузке;

$$w_6 = f_0 \quad - \text{ относительная стандартная неопределенность, связанная с дрейфом нуля.}$$

Результаты вычислений заносят в протокол (Приложение 1).

10.7 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Динамометр считается прошедшим поверку, если:

- полученные значения составляющих погрешности не превышают значений, приведенных в таблице 4;

- полученный интервал не выходит за пределы допускаемой относительной погрешности,

что выражается неравенством: $|\hat{f}_c| + W \leq \delta$,

где δ - пределы допускаемой относительной погрешности динамометра, приведенные в таблице 5.

Таблица 4 – Наибольшие пределы измерений динамометров в кН и предельные значения составляющих погрешности, связанных с воспроизводимостью показаний b , повторяемостью показаний b' , интерполяцией f_c , дрейфом нуля f_0 , гистерезисом v и ползучестью c .

Модификация	Наименование характеристики / Значение						
	Наибольший предел измерений, кН	Предельные значения, %					
		b	b'	f_c	f_0	v	c
ДЭТ/1А-Б/1И-0,5 ДЭТ/1А-Б/2И-0,5 ДЭТ/1А-Б/3И-0,5 ДЭТ/1А-Б/4И-0,5 ДЭТ/1А-Б/5И-0,5	от 0,1 до 1000,0	0,10	0,05	$\pm 0,05$	$\pm 0,025$	0,15	0,05
ДЭТ/1А-Б/1И-1 ДЭТ/1А-Б/2И-1 ДЭТ/1А-Б/3И-1 ДЭТ/1А-Б/4И-1 ДЭТ/1А-Б/5И-1	от 0,1 до 2000,0	0,20	0,10	$\pm 0,10$	$\pm 0,050$	0,30	0,10
ДЭТ/1А-Б/1И-2 ДЭТ/1А-Б/2И-2 ДЭТ/1А-Б/3И-2 ДЭТ/1А-Б/4И-2 ДЭТ/1А-Б/5И-2 ДЭТ/1А-Б/6И-2	от 0,1 до 2000,0	0,40	0,20	$\pm 0,20$	$\pm 0,10$	0,50	0,20

Таблица 5 - Пределы допускаемой относительной погрешности динамометра.

Модификация	Наименование характеристики / Значение
	Пределы допускаемой относительной погрешности динамометра, %
ДЭТ/1А-Б/ВИ-0,5	$\pm 0,12$
ДЭТ/1А-Б/ВИ-1	$\pm 0,24$
ДЭТ/1А-Б/ВИ-2	$\pm 0,45$

Динамометры соответствуют обязательным требованиям к рабочим эталонам единицы силы 2 разряда, установленным Государственной поверочной схемой для средств измерений силы, если:

- полученные значения составляющих погрешности не превышают значений, приведенных в таблице 4;

- полученный интервал не выходит за пределы допускаемой относительной погрешности, что выражается неравенством: $|\hat{f}_c| + W \leq \delta$.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 При положительных результатах поверки динамометр признаётся годным и допускается к применению.

Положительные результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Знак поверки на динамометры не наносится. По заявке заказчика, положительные результаты поверки можно дополнительно оформлять выдачей свидетельства о поверке.

Для динамометров, применяемых в качестве эталонов, результаты поверки оформляются протоколом поверки (Приложение 1), свидетельством о поверке установленной формы и положительные результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.2 При отрицательных результатах поверки динамометр признается негодным и к применению не допускается. На него оформляется извещение о непригодности. Отрицательные результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

ПРОТОКОЛ № _____

« _____ » _____ 20 г.

Наименование	
Заводской, серийный, инвентарный или номенклатурный номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Поверка проводилась по методике поверки	

1. Перечень эталонов, средств измерений и вспомогательных технических средств, применяемых при поверке

При проведении поверки применяют эталонное и вспомогательное оборудование, приведенное в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень эталонов, средств измерений и вспомогательных средств

п/п №	Наименование, тип, зав. номер, рег. номер (при наличии)	Метрологические и технические характеристики

2. Выполнение процедур поверки

2.1 Проведение контроля условий применения эталона.

Результаты измерений параметров окружающей среды при поверке, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты измерений параметров окружающей среды

п/п №	Параметры	Требования эксплуатационной документации	Измеренные значения	
			В начале аттестации	После аттестации
1	Температура окружающего воздуха, °С			
2	Относительная влажность воздуха, %			
3	Атмосферное давление, гПа			

2.2 Определение метрологических характеристик эталона, включая передачу эталону единицы величины.

Эталонная сила (F)	Показания динамометра, Н (кН)						Составляющие погрешности динамометра, %				
	X ₁	X ₂	X ₃ / X' ₄	X ₅ / X' ₆	\bar{X}_r	\bar{X}_{wr}	b	b'	f ₀	v(c)	\hat{f}_c
0											

0											

Эталонная сила, кН	Составляющие суммарной относительной стандартной неопределенности w_c , %						Сумм. неопр. w_c	Расш. неопр. W	Довер. погреш δ
	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6			

3 Оценка соответствия эталона обязательным требованиям

Метрологические и технические характеристики эталона *соответствуют/не соответствуют* обязательным требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы силы 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.10.2019 № 2498.

Результаты измерений *прослеживаются/не прослеживаются* к Государственному первичному эталону единицы силы ГЭТ 32-2011.

Поверитель _____
подпись

_____.
фамилия, инициалы