



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

____ С.А. Денисенко



« 11 » 2024 г.

М.П.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы мониторинга параметров частичных разрядов PDTracII 4208

Методика поверки
МП 201/1.2-062-2024

г. Москва
2024

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	10
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	11

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на системы мониторинга параметров частичных разрядов PDTracII 4208 (далее по тексту – системы PDTracII 4208) и устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок.

Системы PDTracII 4208 используются в качестве рабочего средства измерений.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики систем PDTracII 4208

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений максимальной амплитуды напряжения повторяющихся частичных разрядов в полосе пропускания импульсов частичных разрядов от 40 до 350 МГц, В	от 0,500 до 3,200
Частота следования импульсов, Гц	от 600 до 5000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений максимальной амплитуды напряжения повторяющихся частичных разрядов, %	± 15
Количество измерительных датчиков	3
Количество каналов измерений частичных разрядов	3
Номинальная емкость датчика, пФ	80
Допускаемое отклонение от номинальной емкости, пФ, не более	± 4

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость систем PDTracII 4208 к государственным первичным эталонам единиц величин по приказу № 3463 от 30.12.2019 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения», ГЭТ 182-2010; по приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», ГЭТ 1-2022; по ГОСТ 8.371-80 «Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости», ГЭТ 25-79.

Поверка систем PDTracII 4208 должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – метод прямых измерений.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. Поверка систем PDTracII 4208 должна проводиться в объеме и последовательности, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки средства измерений

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Опробование средства измерений	да	да	8.2
Проверка электрической прочности изоляции датчика	да	нет	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик Определение относительной погрешности измерений максимальной амплитуды напряжения повторяющихся частичных разрядов	да	да	10
Определение отклонения от номинального значения электрической емкости датчика	да	нет	11
Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Оформление результатов поверки	да	да	12
Примечание – при получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, поверка прекращается, и калибратор бракуется.			

2.2. При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и система PDTracII 4208 бракуется.

2.3. При проведении периодической поверки по согласованию с заказчиком допускается возможность проведения поверки для меньшего числа величин или отдельных измерительных каналов на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме, при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

3. Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень рекомендуемых средств поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.6 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерения)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25 °C с основной абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °C	Измерители-регистраторы комбинированные librotech SX100-P, рег. № 80508-20

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с основной абсолютной погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с основной абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ кПа.	Измерители-регистраторы комбинированные librotech SX100-P, рег. № 80508-20
п.8.3 Проверка электрической прочности изоляции датчика (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Аппараты испытаний диэлектриков (на испытательном напряжении переменного тока частотой 50 Гц в диапазоне от 10 до 45 кВ с относительной погрешностью не более ± 3 %)	Аппарат испытания диэлектриков цифровой АИД-70Ц, рег. № 38382-08
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы импульсного электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3463 от 30.12.2019 г. в диапазоне измерений от 0,5 до 3,5 В с относительной погрешностью $\pm 1,5$ % с длительностью времени нарастания переходной характеристики от 750 пс до 10 нс	Осциллографы цифровые запоминающие WaveJet 352, рег. № 32488-06
	Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 г. в диапазоне измерений от 295 до 305 Гц с относительной погрешностью $\pm 0,3$ %.	Генераторы сигналов специальной формы, тип MFG-72000, модификация MFG-72160MF, рег. № 78118-20
	Эталоны единицы электрической емкости и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГОСТ 8.371-80 в диапазоне измерений от 75 до 85 пФ с относительной погрешностью не более ± 1 %.	Измерители LCR-819, рег. № 20187-05
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверены, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка систем PDTracII 4208 должна выполняться специалистами, прошедшими обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с тестерами, прошедшими проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок с напряжением до и выше 1000 В и имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 N 903Н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации;
- средства поверки должны быть заземлены гибким медным проводом сечением не менее 4 мм²;
- подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно осуществляться ранее других соединений. Отсоединение заземления при разборке измерительной схемы должно производиться после всех отсоединений;
- помещения, предназначенные для поверки, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004;
- должны быть проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.

Помещение для поверки должно иметь:

- шину заземления;
- аварийное освещение или переносные светильники с автономным питанием;
- средства пожаротушения;
- средства для оказания первой помощи пострадавшим.

6. Требования к условиям проведения поверки

температура окружающего воздуха, °C от 15 до 25;
относительная влажность, % от 30 до 80;
атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
напряжение питающей сети, В.....от 198 до 242
частота питающей сети, Гц..... от 49,5 до 50,5;
коэффициент искажения синусоидальности
кривой напряжения питающей сети, не более, %..... 5

7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемой системы PDTracII 4208 следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать, указанной в руководстве по эксплуатации (РЭ);
- отсутствие механических повреждений корпуса, органов управления, измерительных проводов, комплектующих изделий;
- все органы коммутации должны обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- наличие и различимость маркировки (все надписи должны быть четкими и ясными);
- все разъемы и измерительные провода не должны иметь повреждений, следов окисления и загрязнений.
- соединения должны быть надежно закреплены и не иметь повреждений;

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если внешний осмотр не выявил дефектов, комплектность соответствует указанной в РЭ, маркировка соответствует ГОСТ 12.2.091 и технической документации на систему PDTracII 4208 .

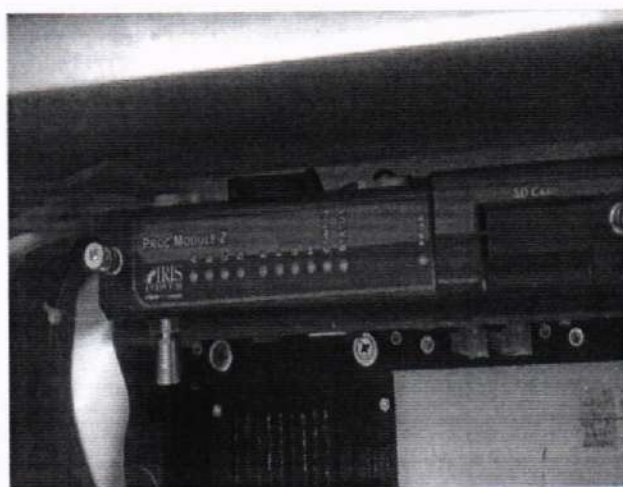
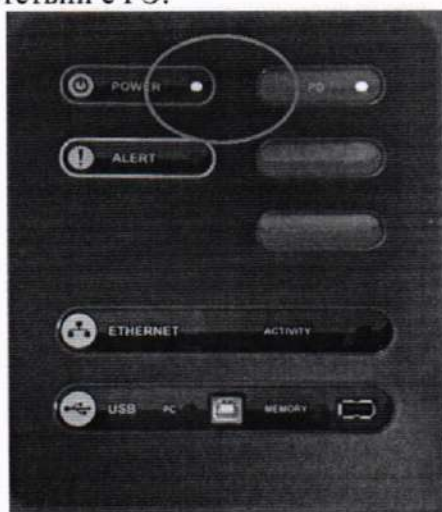
8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Выдерживают систему PDTracII 4208 перед проведением поверки в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С не менее 4 часов.

8.2 Опробование

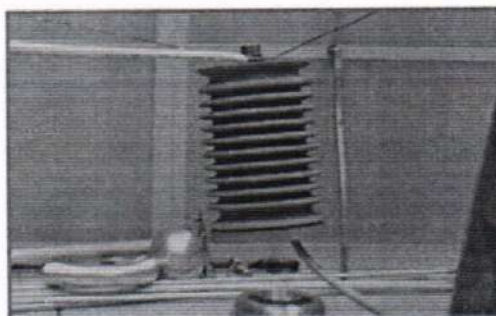
Опробование системы PDTracII 4208 проводится без подключения датчиков ЧР и без использования измерительных каналов А, В, С в следующей последовательности: систему PDTracII 4208 заземлить согласно РЭ (неправильное заземление приводит к неправильной работе системы PDTracII 4208), затем подключить к питающей сети 220 В, установить переключку на клеммы внешнего источника синхронизации. Переключатель внешнего источника синхронизации переключить на AC REF IN, нажать клавишу «POWER» на лицевой панели, после включения системы в сеть питания светодиод на лицевой панели должен гореть зелёным светом, как показано на рисунке ниже. Все действия должны проводиться в строгом соответствии с РЭ.



Результаты поверки считаются удовлетворительными, если после включения в сеть питания системы PDTracII 4208 светодиоды передней панели загораются зеленым цветом, внутренний процессорный модуль ABCDEFG - зеленым, за исключением индикатора «Н», который мигает зеленым, а индикаторы CONFIG, STATUS и FPGA также загораются зеленым цветом после завершения загрузки системы.

8.3 Проверка электрической прочности изоляции датчика

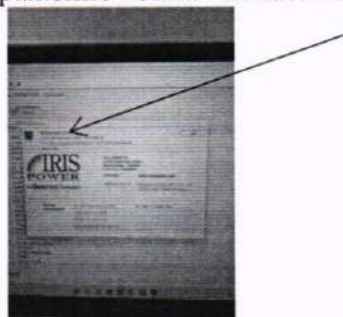
Проверку электрической прочности изоляции датчика проводят методом прямых измерений с помощью аппарата испытания диэлектриков цифрового АИД-70Ц. Изучают и подготавливают аппарат испытания диэлектриков цифровой АИД-70Ц к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации. Выбирают режим испытаний (испытание напряжением переменного тока), проверяют правильность установки предела измерений напряжения переменного тока (предел измерений должен быть не менее 45 кВ), выбирают программно время испытания (1 минута) Испытательное напряжение 40 кВ прикладывают между верхним и нижним выводом датчика, как показано на рисунке ниже.



Результаты поверки считаются удовлетворительными, если в течение минуты не произошел пробой изоляции или ее перекрытия.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

При включении системы PDTracII 4208 в главном «окне» программы отображается версия ПО, Отображение «окна» показано на рисунке ниже:



Результаты поверки считаются удовлетворительными, если версия ПО не ниже 7.0. При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается, и система PDTracII 4208 бракуется.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1. Определение относительной погрешности измерений максимальной амплитуды напряжения повторяющихся частичных разрядов в полосе пропускания импульсов частичных разрядов от 40 до 350 МГц

Определение относительной погрешности измерений максимальной амплитуды напряжения повторяющихся частичных разрядов системы PDTracII 4208 проводится в следующей последовательности:

- 1) Установить программное обеспечение «PDTracPro» на персональный компьютер;
- 2) На генераторе AFG-3201 выбрать в настройках:
 - форма импульса – прямоугольная;
 - амплитуда импульса (V_{pp}) 0,5 В;
 - частота 600 Гц
- 3) Подключить к генератору осциллограф измерительным кабелем с согласующим сопротивлением 50 Ом.
- 4) Включить генератор и осциллограф в соответствии с РЭ, подать сигнал с установленными параметрами с генератора на осциллограф, проверить форму, частоту следования и амплитуду импульса. При несоответствии внести по осциллографу необходимые корректировки в эти величины (показано на рисунке ниже);



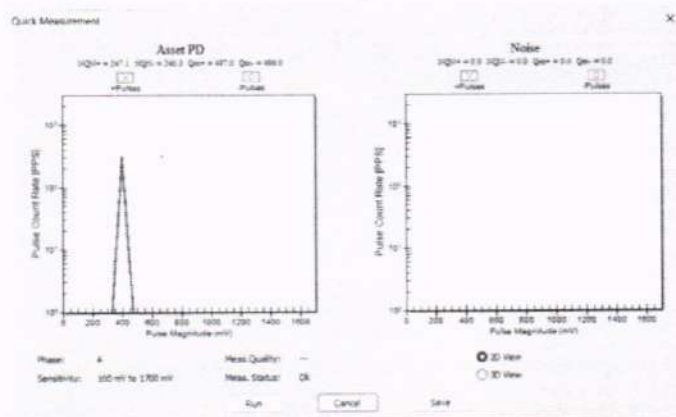
Выключить осциллограф и генератор, разобрать схему;

5) Подключить к фазе «А» системы PDTracII генератор AFG 3201 (выбрав предварительно выход 50 Ом), использовать при этом измерительный кабель длиной не более 200-300 мм) согласно РЭ;

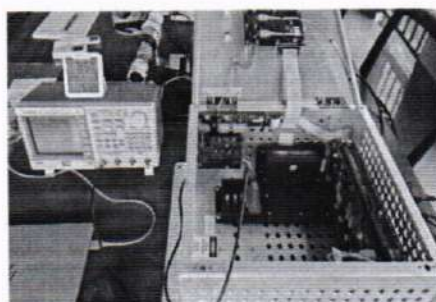
6) Подать с генератора сигнал с откорректированными параметрами с амплитудой импульса 0,5 В;

7) Провести одиночное измерение с помощью ПО «PDTracPro», перейдя в окно «configure» (конфигурация) и нажав «Run measurement» (быстрое измерение). Время измерения составляет примерно 1 минуту.

8) Фиксировать программно показание ($Q_{\max}$) системы в окне «Просмотр замера основного меню ПО «PDTracPro», приведенном на рисунке ниже:



Примечание: следить, чтобы результаты измерений отображались в левом измерительном «окне» программы, при отображении результатов в правом «окне» программы, предназначенном для измерений шумов, необходимо подключить генератор к плате сбора данных системы частичных разрядов, как на рисунке ниже.



9) Повторить измерения, поочередно устанавливая следующие значения амплитуды импульсов: 1; 2; 3,2 В и фиксировать программно показание ($Q_{\max}$);

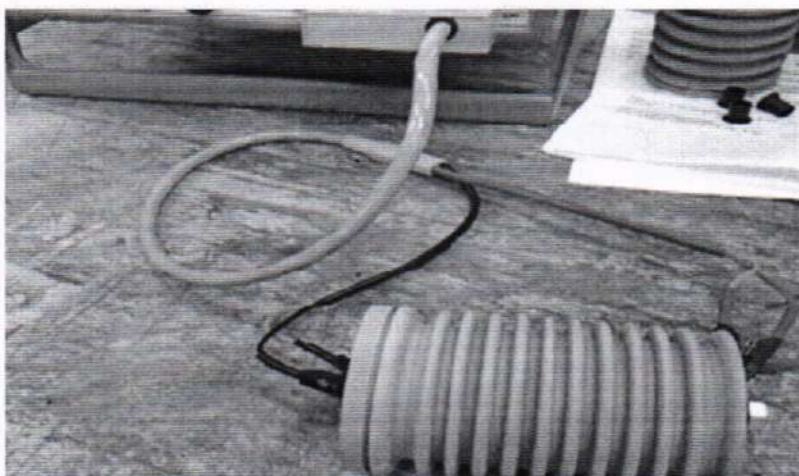
10) Повторить измерения для каждого значения амплитуды импульса 6), 7), 10), поочередно устанавливая частоту: 800 Гц, 1 кГц, 5 кГц, предварительно проверив частоту следования импульсов по осциллографу, как было указано в п.4);

11) Повторить измерения 7)-11) для фаз В, С;

12) Рассчитать относительную погрешность измерений максимальной амплитуды напряжения повторяющихся частичных разрядов по формуле (11.1).

10.2. Определение электрической емкости датчика

Определение электрической емкости датчика проводить посредством измерителя LCR-819 между верхним и нижним выводом датчика на частоте 50 Гц, как показано ниже:



11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении относительной погрешности измерений максимальной амплитуды напряжения повторяющихся частичных разрядов в полосе пропускания импульсов частичных разрядов от 40 до 350 МГц

Обработку результатов измерений проводят в следующей последовательности:

- рассчитывают относительную погрешность измерений по формуле (10.1):

$$\delta U = \frac{U_x - U_0}{U_0} \cdot 100, \% \quad (11.1)$$

где U_x – измеренное значение амплитуды, пКл

U_0 – установленное значение амплитуды, пКл.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках относительная погрешность измерений максимальной амплитуды напряжения повторяющихся частичных разрядов, рассчитанная по формуле (11.1), не превышает $\pm 15\%$.

11.2. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении электрической емкости датчика

Обработку результатов измерений проводят в следующей последовательности:

- рассчитывают отклонение (X_c) от номинального значения электрической емкости датчика по формуле (11.2):

$$X_c = 100 \cdot (C_{\text{изм}} - C_{\text{ном}}) / C_{\text{ном}} \quad (11.2)$$

где

$C_{\text{ном}} = 80$ пФ

$C_{\text{изм}}$ – показание эталонного прибора, пФ

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если отклонение измеренного значения емкости от номинального значения не превышает $\pm 4\%$.

12. Оформление результатов поверки

Результаты поверки в целях подтверждения поверки согласно Приказу Минпромторга России № 2510 от 31 июля 2020 г. «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

Положительные результаты поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) оформляют в соответствии с приказом Минпромторга № 2510 от 31.07.2020 г. По письменному заявлению владельца средства измерений оформляется свидетельство о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

При отрицательных результатах поверки (не подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) оформляют извещение о непригодности установленной формы в соответствии с действующим законодательством с указанием причин. Знак поверки и свидетельство о поверке аннулируют.

При проведении поверки в сокращенном объеме информация об объеме проведенной поверки согласно Приказу Минпромторга России № 2906 от 28 августа 2020 г. «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений» передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

Зам.начальника центра 201
ФГБУ «ВНИИМС»



Ю.А. Шатохина

Зам. нач. лаборатории 201/1.2 центра 201
ФГБУ "ВНИИМС"



Е.Б. Селиванова