



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



ГСИ. СИСТЕМА ПОВЕРОЧНАЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

СПТН350

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-1842-201/1-2025

г. Москва

2025

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – методика) применяется для поверки системы поверочной трансформаторов напряжения СПТН350 (далее – СПТН350), заводской номер 01, состоящей из делителя напряжения ДН-500пт (далее – ДН), зав.№ 01 и прибора коррекции и сравнения ПКС-1 (далее – ПКС-1), зав.№ 25219001, используемой в качестве рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и средств измерений электрической энергии и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ, утвержденной приказом Росстандарта от 07.08.2023 № 1554, и рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 24.02.2025 г. № 359, и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверки.

1.2 Прослеживаемость при передаче единицы коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в рамках проводимой поверки СПТН350 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 07.08.2023 № 1554, к Государственному первичному специальному эталону единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и единиц электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ (ГЭТ 175-2023).

1.3 Прослеживаемость при передаче единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в рамках проводимой поверки СПТН350 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 24.02.2025 г. № 359, к Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ с гармоническими составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц (ГЭТ 191-2019).

1.4 Определение метрологических характеристик СПТН350 осуществляется методом сличения при помощи компаратора (ГЭТ 175-2023) и методом непосредственного сличения (ГЭТ 191-2019).

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1 настоящей методики поверки.

Таблица 1 – Метрологические характеристики СПТН350

Наименование характеристики	Значение
Номинальные первичные напряжения, кВ	$330/\sqrt{3}$ $500/\sqrt{3}$
Номинальное вторичное напряжение, В	$100/\sqrt{3}$
Номинальная частота преобразования, Гц	50
Диапазоны преобразований напряжений переменного тока, кВ - для $330/\sqrt{3}$ - для $500/\sqrt{3}$	от 40 до 228 от 58 до 346
Номинальные коэффициенты масштабного преобразования, В - для $330/\sqrt{3}$ (до 228 кВ) - для $500/\sqrt{3}$ (до 346 кВ)	3300 5000
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициентов масштабного преобразования, %	$\pm 0,05$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности угла фазового сдвига, мин	$\pm 2,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности напряжения переменного тока, %	$\pm 0,5$

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Выполняемые при поверке операции указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций, выполняемых при поверке

Наименование операции поверки	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
Контроль условий поверки	да	да	3
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

В случае отрицательного результата поверки хотя бы по одному пункту поверку прекращают, а СПТН350 считается непригодной к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку следует проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха при $+25^\circ\text{C}$ не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питания от сети переменного тока от 198 до 253 В;
- частота сети (50 ± 1) Гц;
- суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения не более 5 %.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

Поверку должен выполнять поверитель, освоивший работу с поверяемым средством измерений и эталонными средствами измерений.

Перед началом работы поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого средства измерений, настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации

на оборудование, используемое при поверке, правила техники безопасности и строго их соблюдать.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При поверке СПТН350 должны использоваться основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 3. Эталоны единиц величин должны быть аттестованы, средства измерений, используемые при поверке должны быть утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 3 - Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p>	<p>Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 25 °С с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,7$ °С;</p> <p>Средства измерений влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 2,5$ %;</p> <p>Средства измерений давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с пределами допускаемой основной относительной погрешности измерений $\pm 1,5$ %;</p> <p>Средства измерений напряжения питания сети в диапазоне от 207 до 253 В с пределами допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,5$ %;</p> <p>Средства измерений частоты сети в диапазоне от 49 до 51 Гц с пределами допускаемой погрешности измерений $\pm 0,05$ Гц;</p> <p>Средства измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения до 5 % с пределами допускаемой относительной погрешности измерений ± 10 %</p>	<p>Измеритель-регистратор комбинированный Librotech SX 100-P, рег.№ 80508-20;</p> <p>Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии LPW-305, рег. № 46877-16</p>
<p>п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Эталон единицы коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, соответствующий требованиям к рабочему эталону не хуже вторичного эталона в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока</p>	<p>ГЭТ 175-2023</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	промышленной частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 07.08.2023 № 1554 Эталон единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, соответствующий требованиям к рабочему эталону не хуже 1-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 24.02.2025 г. № 359	«Государственный эталон единицы электрического напряжения переменного тока промышленной частоты 1 разряда в диапазоне 1...500 кВ», 3.1.ZZM.0217.2013

Примечание

Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают требования ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.3.019, а также выполняют комплекс мероприятий по обеспечению безопасности, установленных приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на СПТН350 и средства поверки.

Следует соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие СПТН350 следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность, отсутствие механических повреждений соединительных кабелей и разъемов;
- соответствие требованиям комплектности и маркировки, приведенным в руководстве по эксплуатации.

7.2 Соответствие требованиям комплектности и маркировки, а также отсутствие внешних механических повреждений проверяются визуально.

7.3 Результат операции поверки по п.7.1 считается положительным, если отсутствуют внешние механические повреждения, а комплектность и маркировка соответствуют паспорту СПТН350.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Средства поверки должны быть подготовлены к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

8.2 До проведения поверки поверитель должен ознакомиться с эксплуатационной документацией на поверяемую систему и используемые средства поверки.

8.3 В процессе опробования необходимо убедиться в работоспособности органов управления и возможности включения режимов поверки ТН, измерения и сравнения сигналов переменного электрического напряжения в ПКС-1.

Результат опробования считается положительным, если все действия, указанные в п.8.3, успешно выполняются.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

После включения ПКС-1 необходимо проверить идентификационные данные программного обеспечения (далее – ПО), установленного в нем.

Результат поверки считается положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 4.

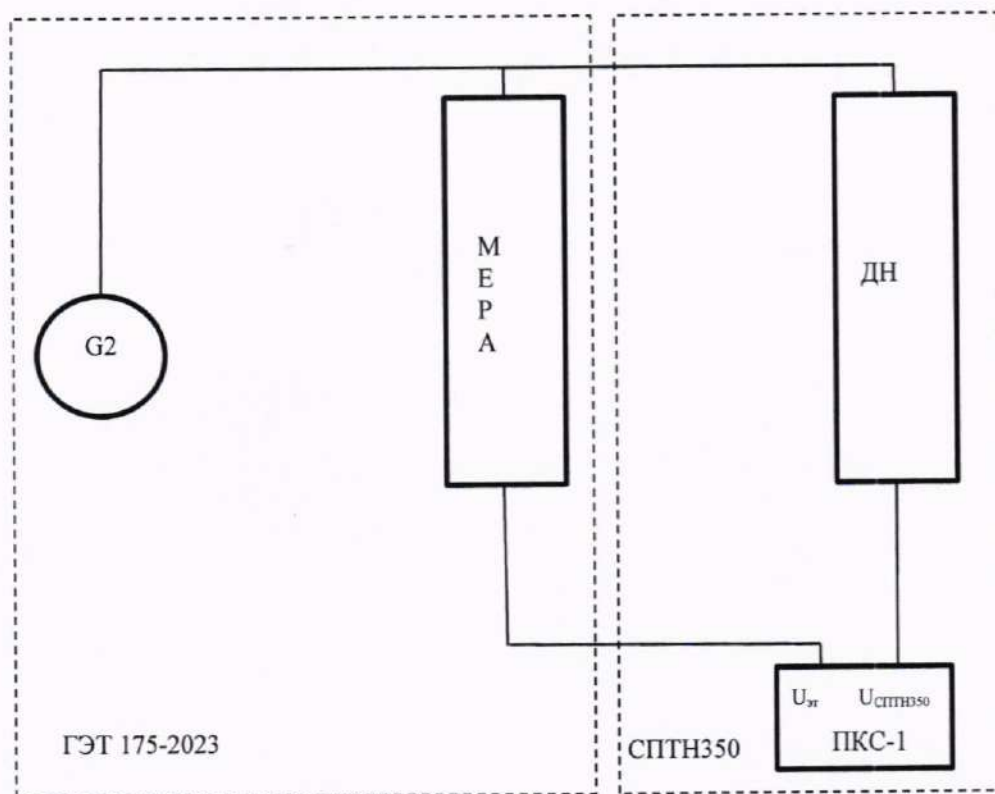
Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационные данные ПО	Pkdn_v1.4.0001.hex
Версия ПО	Не ниже 1.4.0001
Цифровой идентификатор ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности коэффициентов масштабного преобразования и абсолютной погрешности угла фазового сдвига.

10.1.1 Собирается схема, приведенная на рисунке 1.



G2 – регулируемый источник высокого напряжения; МЕРА - эталонная высоковольтная мера значений коэффициента масштабного преобразования напряжения и угла фазового сдвига напряжения; ДН – ДН-500пт; ПКС-1 – прибор коррекции и сравнения ПКС-1

Рисунок 1 – Блок-схема определения относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования и абсолютной погрешности угла фазового сдвига

10.1.2 Подготавливается эталон в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.1.3 ПКС-1 устанавливается на безопасном расстоянии от источника высокого напряжения. ПКС-1 включается и устанавливается режим поверки трансформаторов.

10.1.4 Измерительный кабель ДН подключается к входным клеммам ПКС-1.

10.1.5 Включается источник высокого напряжения переменного тока и плавно увеличивается подаваемое напряжение до 20 % от $U_{ном}$ с отклонением $\pm 3\%$.

10.1.6 Проводятся измерения относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования и абсолютной погрешности угла фазового сдвига.

10.1.7 Результаты измерений, считанные с ПКС-1, вносятся в протокол.

10.1.8 Проводятся измерения по п.10.1.5-10.1.7, подавая последовательно от источника высокого напряжения переменного тока значения напряжения переменного тока, указанные в таблице 5.

10.1.9 Проводятся измерения по п. 10.1.5-10.1.8, подавая последовательно от источника высокого напряжения переменного тока значения напряжений переменного тока, указанные в таблице 5, со стороны уменьшения напряжения от 120 % до 20 %.

10.1.10 Проводятся измерения по п. 10.1.5-10.1.9 для каждого значения номинального напряжения, указанного в таблице 5.

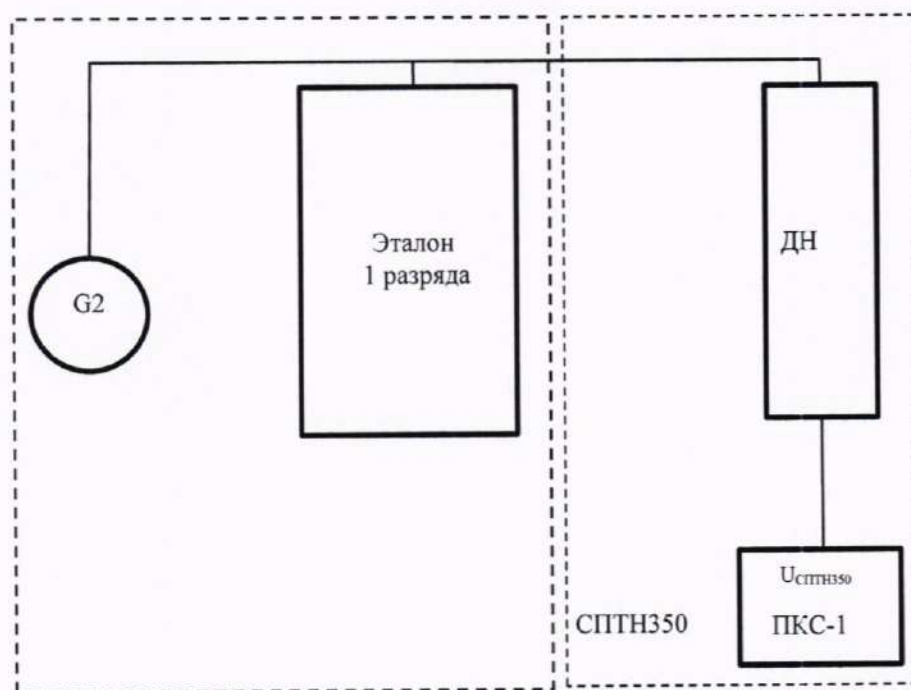
10.1.11 По окончании измерений снимается высокое напряжение, эталон и СИТН350 заземляются.

Таблица 5 – Перечень испытательных сигналов при определении относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования и абсолютной погрешности угла фазового сдвига

Номинальное напряжение, кВ	$U_1/U_{ном}, \%$	Отсчётные данные ПКС-1					
		при увеличении напряжения		при уменьшении напряжения		среднее значение	
		$\delta'K_U$	$\Delta'\varphi_U$	$\delta''K_U$	$\Delta''\varphi_U$	δK_U	$\Delta\varphi_U$
330/ $\sqrt{3}$	20						
	50						
	80						
	100						
	120						
500/ $\sqrt{3}$	20						
	50						
	80						
	100						
	120						

10.2 Определение относительной погрешности напряжения переменного тока.

10.2.1 Собирается схема, приведенная на рисунке 2.



G2 – регулируемый источник высокого напряжения; Эталон 1 разряда – рабочий эталон 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 24.02.2025 г. № 359; ДН – ДН-500пт; ПКС-1 – прибор коррекции и сравнения ПКС-1

Рисунок 2 – Блок-схема относительной погрешности напряжения переменного тока

10.2.2 Подготавливается эталон в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.2.3 ПКС-1 устанавливается на безопасном расстоянии от источника высокого напряжения. ПКС-1 включается и устанавливается режим измерений напряжения переменного тока.

10.2.4 Измерительный кабель ДН подключается к входным клеммам ПКС-1.

10.2.5 Включается источник высокого напряжения переменного тока и плавно увеличивается подаваемое напряжение до $U_{\text{мин}}$ с отклонением $\pm 3\%$.

10.2.6 Проводятся измерения относительной погрешности напряжения переменного тока.

10.2.7 Результаты измерений, считанные с ПКС-1, вносятся в протокол.

10.2.8 Проводятся измерения по п.10.2.5-10.2.7, подавая последовательно от источника высокого напряжения переменного тока значения напряжения переменного тока, указанные в таблице 6.

10.2.9 Проводятся измерения по п. 10.2.5-10.2.8, подавая последовательно от источника высокого напряжения переменного тока значения напряжений переменного тока, указанные в таблице 5, со стороны уменьшения напряжения от 120 % до 20 %.

10.2.10 Проводятся измерения по п. 10.2.5-10.2.9 для каждого значения номинального напряжения, указанного в таблице 6.

10.2.11 По окончании измерений снимается высокое напряжение, эталоны и СПТН350 заземляются.

10.2.12 Обработка результатов измерений проводится в соответствии с разделом 11 настоящей методики поверки.

Таблица 6 – Перечень испытательных сигналов при определении относительной погрешности напряжения переменного тока

Номинальное напряжение, кВ	$U_1/U_{\text{ном}}$, кВ	Результаты измерений вторичного напряжения переменного тока		Результаты расчета первичного напряжения переменного тока		Относительная погрешность измерений напряжения переменного тока, %
		$U_{2 \text{ эт}}$, В	$U_{2 \text{ СПТН350}}$, В	$U_{1 \text{ эт}}$, В	$U_{1 \text{ СПТН350}}$, В	
330/√3	$U_{\text{мин}}$					
	$0,25 \cdot U_{\text{макс}}$					
	$0,5 \cdot U_{\text{макс}}$					
	$0,75 \cdot U_{\text{макс}}$					
	$U_{\text{макс}}$					
500/√3	$U_{\text{мин}}$					
	$0,25 \cdot U_{\text{макс}}$					
	$0,5 \cdot U_{\text{макс}}$					
	$0,75 \cdot U_{\text{макс}}$					
	$U_{\text{макс}}$					

11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Первичное напряжение эталона и СПТН350 рассчитываются по формулам (1) и (2) соответственно:

$$U_{1 \text{ эт}} = K_{\text{тр эт}} \cdot U_{2 \text{ эт}} \quad (1)$$

$$U_{1 \text{ СПТН350}} = K_{\text{тр СПТН350}} \cdot U_{2 \text{ СПТН350}} \quad (2)$$

где $K_{\text{тр эт}}$ – коэффициент трансформации эталонной измерительной системы;

$K_{\text{тр СПТН350}}$ – коэффициент трансформации ДН СПТН350.

Относительная погрешность измерений напряжения переменного тока рассчитывается по формуле:

$$\delta = \frac{U_{1 \text{ СПТН350}} - U_{1 \text{ эт}}}{U_{1 \text{ эт}}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

Средство измерений подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если:

- полученные действительные значения метрологических характеристик СПТН350 соответствуют требованиям, указанным в таблице 1 настоящей методики поверки;
- при поверке СПТН350 применяются эталоны соответствующего разряда по требованиям государственных поверочных схем, указанных в разделе 1 настоящей методики поверки;
- метрологические характеристики СПТН350 соответствуют требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 1-го разряда по приказу Росстандарта от 07.08.2023 № 1554 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от $0,1/\sqrt{3}$ до $750/\sqrt{3}$ кВ и средств измерений электрической емкости и тангенса угла потерь на напряжении переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 до 500 кВ» и к рабочим эталонам 2-го разряда по приказу Росстандарта от 24.02.2025 г. № 359 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и композитного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ со спектральными составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц».

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1. Результаты поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510.

12.2. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510, и (или) внесением в паспорт средства измерений соответствующей записи.

12.3. Отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510, и (или) внесением в паспорт средства измерений соответствующей записи.

Начальник центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

Ю.А. Шатохина

Начальник НИО 201
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

В.Н. Воинов