

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО
Директор ООО «АЙ-ТОР»


_____ А.С. Медведев
_____ 09 _____ 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»
по производственной метрологии


_____ Н.В. Иванникова
_____ 09 _____ 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ
НАПРЯЖЕНИЯ В ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ
СЕТИ I-TOR**

Методика поверки
МП 04-264-2017
с изменением № 2

г. Москва
2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАНА** Федеральным государственным унитарным предприятием «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)
- 2 ИСПОЛНИТЕЛЬ** С.А. Засыпкин
- 3 ИЗМЕНЕНА** Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)
- 4 ИСПОЛНИТЕЛЬ** А.В. Леонов

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения	4
2. Нормативные ссылки	4
3. Операции поверки	5
4. Средства поверки	5
5. Требования к квалификации поверителей	6
6. Требования безопасности	6
7. Условия поверки	6
8. Подготовка к поверке	7
9. Проведение поверки	7
9.1 Внешний осмотр	7
9.2 Проверка электрической прочности изоляции	7
9.3 Опробование	7
9.4 Определение метрологических характеристик	9
10. Оформление результатов поверки	10
Приложение А (обязательное). Форма протокола поверки устройств I-TOR	11

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на устройства измерения напряжения в высоковольтной сети I-TOR (далее - устройства), предназначенные для измерения и масштабного преобразования напряжения в сетях переменного тока промышленной частоты с номинальным напряжением 6, 10, 15, 20 и 24 кВ до электрических величин, пригодных для измерения стандартными электроизмерительными приборами, а также для создания высоковольтной развязки между высоковольтной сетью и приборами измерения, и устанавливает методы, средства и порядок проведения их первичной и периодической проверок.

Первичную поверку устройств выполняют до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации устройств по истечении интервала между поверками.

Интервал между поверками – 8 лет.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения»;

Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержден Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815;

ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений»;

ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;

ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»;

ГОСТ 12.3.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

«Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» 04.08.2014 г.;

«Правила эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Главгосэнергонадзором;

ГОСТ 8.216-2011 «ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки»;

ГОСТ 1983-2015 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия»;

ГОСТ 55194-2012 «Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции»;

ГОСТ 12.1.019-2009 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

ГОСТ 2.702-2011 «ЕСКД. Правила выполнения электрических схем».

(Измененная редакция, Изм. № 1)

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической проверок устройств должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Если при проведении хотя бы одной из операций, указанных в таблице 1, будет получен отрицательный результат, то поверка прекращается до устранения обнаруженных несоответствий.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Подготовка к поверке	8	Да	Да
2 Внешний осмотр	9.1	Да	Да
3 Опробование			
3.1 Проверка преобразования напряжения	9.2.1	Да	Да
3.2 Проверка работоспособности сигнализации	9.2.2	Да	Да
3.3 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения напряжения	9.2.3	Да	Нет
4 Определение метрологических характеристик:			
4.1 Определение погрешностей канала измерения напряжения	9.3.1	Да	Да

Таблица 1 (Измененная редакция, Изм. № 2)

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки устройств необходимо применять средства поверки, приведенные в таблице 2.

4.2 Допускается применение средств поверки, отличающихся от приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик устройств с требуемой точностью.

Таблица 2 – Основные средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип средства поверки, его метрологические и основные технические характеристики
9.2	Прибор для испытаний электрической прочности изоляции УПУ-10, испытания до 10 кВ
9.3, 9.4.4	Трансформатор напряжения измерительный лабораторный серии НЛЛ (6/√3-24/√3 кВ), кл.т. 0,1
9.3, 9.4	Прибор сравнения КНТ-05, абс. погр. 0,0005 % и 0,05'
9.3, 9.4.4	Магазин нагрузок трансформаторов напряжения МНТН 57,7/1; диапазон нагрузок (2,5 – 50) В·А при $\cos\varphi = 0,8$ и $U_{ном} = 57,7$ В; $\delta = \pm 4\%$

Таблица 2 (Измененная редакция, Изм. № 1)

5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации устройств I-TOR, работающие в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений электрических величин, и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее одного года.

5.2 Поверка должна проводиться с участием не менее двух поверителей, имеющих удостоверения, подтверждающие право работы на электроустановках до и выше 1000 В, при этом один из них должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV.

5.3 При проведении периодической поверки на месте эксплуатации устройств I-TOR должны присутствовать работники объекта, на котором размещены поверяемые устройства I-TOR, имеющие опыт работы и право на подключение и отключение эталонных и поверяемых средств измерений в соответствии со схемой поверки.

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки следует руководствоваться требованиями ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2009, ГОСТ 12.3.019-80, Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, а также требованиями безопасности на средства поверки, изложенными в их эксплуатационных документах.

6.2 Перед проведением операций поверки средства измерений, подлежащие заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно быть произведено ранее других соединений, а отсоединение - после всех отсоединений.

6.3 Все отключения и включения высокого напряжения должны проводиться соответствующим персоналом высоковольтного зала или электроэнергетического объекта в соответствии с программой проведения работ, утвержденной в установленном порядке.

6.4 Перед производством любых переключений во вторичных цепях поверочной установки следует убедиться, что ток в первичной цепи отсутствует, а питание установки отключено. Отключение установки должно осуществляться коммутационным устройством до регулятора напряжения или непосредственно после него.

7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °С	25±10
- относительная влажность воздуха, %	30 - 80
- атмосферное давление, кПа	84 - 106
- отклонение частоты, Гц	±0,5
- отклонение напряжения от номинального значения, не более	±5 %
- суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в канале измерения напряжения и в сети питания средств измерения, не более	5 %

(Измененная редакция, Изм. № 2)

7.2 Поверку для устройств I-TOR классов точности 0,5 на местах эксплуатации допускается проводить при температуре окружающего воздуха от +5 до +35 °С, и относительной влажности воздуха не более 80 % при 25 °С, при условии отсутствия осадков.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 На первичную поверку следует представлять устройства с документом, подтверждающим проверку электрической прочности изоляции в полном объеме, прошедшие приемо-сдаточные испытания и принятые отделом технического контроля предприятия-изготовителя.

8.2 Перед поверкой средства поверки и поверяемое устройство должны быть выдержаны в условиях поверки не менее 2-х часов.

Средства поверки и поверяемое устройство должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

9.1 Внешний осмотр

9.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого устройства следующим требованиям:

- контактные зажимы или выводы первичной и вторичной цепей должны быть исправными и иметь маркировку, соответствующую ГОСТ 1983-2015;
- отдельные части устройств должны быть прочно закреплены;

- болт для заземления, если он предусмотрен конструкцией, должен иметь обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.702-2011;
- наружные поверхности устройств не должны иметь дефектов изоляции, загрязнений;
- должна быть табличка с маркировкой по ГОСТ 1983-2015;
- должно быть предусмотрено место для клеймения и (или) пломбирования.

9.1.2 Результаты поверки по п. 9.1 считаются положительными, если устройства соответствуют требованиям п. 9.1.1. Устройства с отрицательными результатами проверок по данному пункту к дальнейшей поверке не допускаются. По результатам осмотра необходимо сделать соответствующую запись в протоколе поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении А.

9.2 Опробование

9.2.1 Проверка преобразования напряжения

Проверка преобразования напряжения производится путем приложения к измерительному компоненту полностью собранного устройства I-TOR переменного напряжения промышленной частоты величиной 80 и 120% от номинального, при подключенной на выходе устройства активной нагрузке 220 Ом, или при нагрузке $15 \text{ В} \cdot \text{А}$ с $\cos\phi$ от 0,8 до 1,0, и поданном номинальном напряжении питания, параметры которого соответствуют требованиям п. 7.1 настоящей методики.

Проверка считается успешной, если на выходе канала преобразования напряжения появляется напряжение 46 и 69 В, соответственно, с погрешностью $\pm 5 \%$.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

9.2.2 Проверка работоспособности сигнализации

Проверка работоспособности производится совместно с проверкой преобразования напряжения. При подаче номинального напряжения питания светодиод «Питание» должен загореться, при этом светодиод «Работа» гореть не должен. При приложении к измерительному компоненту переменного напряжения промышленной частоты величиной 80%, светодиод «Работа» должен загореться, и продолжать гореть при подъеме напряжения, приложенного к измерительному компоненту, вплоть до 120% от номинального значения фазного напряжения устройства.

Проверка считается успешной, если светодиоды загораются в указанной последовательности.

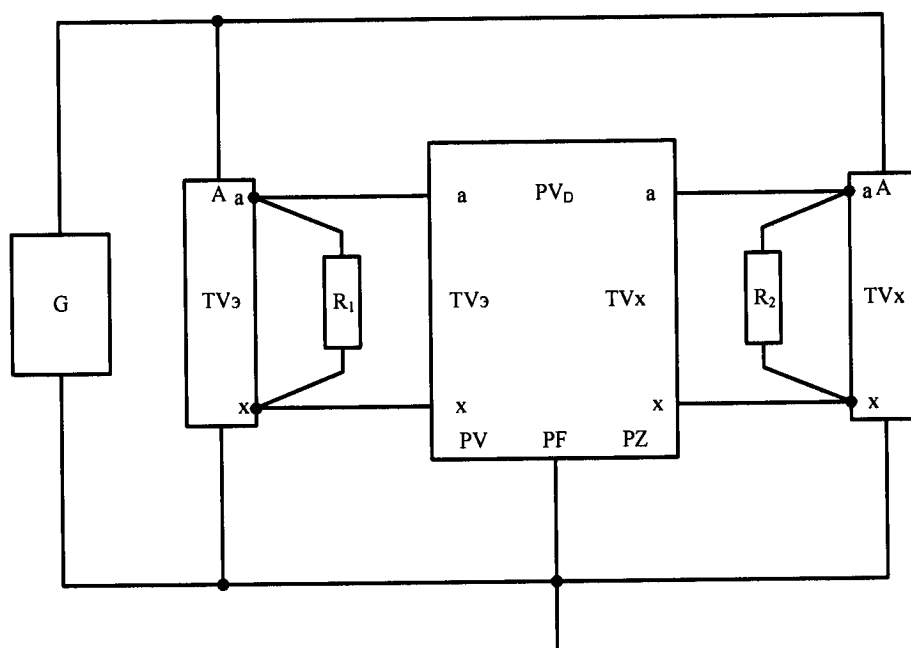
(Измененная редакция, Изм. № 2)

9.2.3 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения напряжения

9.2.3.1 Проверку правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала напряжения устройства проводят совместно с операцией определения погрешностей канала измерения напряжения.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

Для этого в соответствии с ГОСТ 8.216-2011 собирают схему, приведенную на рисунке 1.



G- источник высокого напряжения; TVЭ - эталонный трансформатор; R₁ - нагрузочное устройство эталонного трансформатора; TVx - поверяемое устройство I-TOR; R₂ - нагрузочное устройство канала напряжения устройства I-TOR; PV_Δ - прибор сравнения; PF – частотомер.

Рисунок 1 - Схема поверки канала измерения напряжения методом сличения с эталонным трансформатором напряжения

9.2.3.2 В случае правильной маркировки выводов на приборе сравнения напряжений можно определить соответствующие значения погрешностей канала измерения напряжения поверяемого устройства I-TOR.

При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности поверяемого устройства I-TOR срабатывает защита в приборе сравнения.

9.2.3.4 Устройства I-TOR с отрицательными результатами проверок по данному пункту к дальнейшей поверке не допускаются.

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 Определение погрешностей канала измерения напряжения

9.3.1.1 Определение погрешностей канала измерения напряжения устройства I-TOR (TVx) проводят методом сличения его с эталонным трансформатором напряжения (TVЭ) посредством использования прибора сравнения (PV_Δ) по схеме, представленной на рисунке 1.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

9.3.1.2 Погрешности канала измерения напряжения устройства I-TOR определяют:

- при значениях первичного напряжения, равных 80, 100 и 120 % от номинального значения по ГОСТ 1983-2015;

- при значениях полной мощности, отдаваемой поверяемым устройством I-TOR в цепь нагрузки вторичных цепей, равных $0,25 \cdot S_{ном} \cdot (U_1/U_{1ном})^2$ и $S_{ном} \cdot (U_1/U_{1ном})^2$ (при номинальном коэффициенте мощности), для каждого значения напряжения, где $S_{ном}$ - номинальное значение мощности канала напряжения устройства I-TOR, В·А;

(Измененная редакция, Изм. № 1)

- при номинальном значении частоты поверяемого устройства;

- при номинальном значении напряжения питания поверяемого устройства.
(Измененная редакция, Изм. № 2)

9.3.1.3 Погрешности канала измерения напряжения устройства I-TOR определяют при увеличении или при уменьшении напряжения.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

9.3.1.4 Поверку проводят в следующей последовательности:

- собирают схему согласно рисунку 1;
- эталонный трансформатор (делитель) напряжения подключают к прибору сравнения проводниками сопротивлением не более 0,06 Ом;
- устанавливают на нагрузочном устройстве R_2 поверяемого канала измерения напряжения устройства I-TOR значение мощности, равное $0,25 \cdot S_{ном}$;

(Измененная редакция, Изм. № 2)

- включают источник высокого напряжения G , устанавливают на его выходе значения напряжений U_1 в соответствии с п. 9.3.1.2;

- напряжение U_1 контролируют вольтметром PV;

- контроль частоты осуществляют частотомером PF;

- контроль формы кривой осуществляют измерителем нелинейных искажений PZ;

- проводят измерения прибором сравнения;

- устанавливают на нагрузочном устройстве поверяемого канала значение мощности нагрузки, равное $S_{ном}$, и выполняют все указанные выше операции;

- вычисляют относительную погрешность канала измерения напряжения устройства I-TOR δU_{I-TOR} , %, и его абсолютную угловую погрешность $\Delta \theta_{I-TOR}^U$, мин, при учете значений погрешностей эталонного трансформатора по формулам:

$$\delta U_{I-TOR} = \delta U_{ПС} + \delta U_{эм}, \quad (2)$$

$$\Delta \theta_{I-TOR}^U = \Delta \theta_{ПС}^U + \Delta \theta_{эм}^U, \quad (3)$$

где $\delta U_{ПС}$ - отсчет по шкале погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения (погрешности напряжения) прибора сравнения, в процентах, полученный только при увеличении или только при уменьшении напряжения, или среднее арифметическое значение отсчетов, полученных при увеличении и уменьшении напряжения;

$\Delta \theta_{ПС}^U$ - отсчет по шкале погрешности угла фазового сдвига напряжения (угловой погрешности) прибора сравнения, в радианах (сантираданах) или минутах, полученный только при увеличении или только при уменьшении напряжения, или среднее арифметическое значение отсчетов, полученных при увеличении и уменьшении напряжения;

$\delta U_{эм}$ - значение погрешности напряжения, в процентах, эталонного трансформатора напряжения, указанное в свидетельстве о его поверке;

$\Delta \theta_{эм}^U$ - значение угловой погрешности, в радианах (сантираданах) или минутах, эталонного трансформатора напряжения, указанное в свидетельстве о его поверке.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

9.3.1.5 Устройства I-TOR считают прошедшими поверку, если значения погрешностей, определенные при поверке, не превышают допустимых погрешностей, соответствующих классу точности 0,5, установленных в ГОСТ 1983-2015 и приведенных в таблице 3. Результаты всех измерений погрешностей канала измерения напряжения устройств I-TOR заносят в протокол поверки.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

Таблица 3 – Пределы допускаемых погрешностей канала измерения напряжения устройства I-TOR

Напряжение, % от номинального	Нагрузка выхода, В·А	Пределы допускаемой погрешности	
		напряжения δU , %	угловой $\Delta\theta^U, \dots$
80	$0,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,5$	± 20
	$S_{\text{НОМ}}$		
100	$0,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$		
	$S_{\text{НОМ}}$		
120	$0,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$		
	$S_{\text{НОМ}}$		

Таблица 3 (Измененная редакция, Изм. № 1)

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке согласно требованиям нормативных документов (НД) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии или оттиском клейма о поверке в паспорте на устройство.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

10.2 При отрицательных результатах поверки вместо свидетельства о поверке выдается извещение о непригодности согласно требованиям НД Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

Начальник отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



Рогожин С.Ю.

Научный сотрудник отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



Леонов А.В.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

(Измененная редакция, Изм. № 2)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

от “ ____ ” _____ 20__ г.

Средство измерения: Устройство измерения напряжения в высоковольтной сети
I-TOR- ____ -U- ____ - У2- _____

Предприятие-изготовитель _____

Принадлежит _____

Заводской номер _____

Год изготовления _____

Номинальные параметры:

Номинальное первичное напряжение $U_{1ном} =$ _____

Номинальное вторичное напряжение $U_{2ном} =$ _____

Номинальная мощность нагрузки $S_{ном} =$ _____ В·А;

Класс точности $KT = 0,5;$

Номинальная частота $f_{ном} = 50$ Гц;

Номинальное напряжение питания БОИ $U_{пит ном} = 220$ В.

Методика поверки: МП 04-264-2017 с изменением № 2 «ГСИ. Устройства измерения напряжения в высоковольтной сети I-TOR. Методика поверки»

Условия проведения поверки:

- температура воздуха, °С: _____
- относительная влажность воздуха, %: _____
- атмосферное давление, кПа: _____
- отклонения частоты, не более, Гц _____
- отклонение напряжения от номинального значения, не более, % _____
- суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в канале измерения напряжения и в сети питания средств измерения, не более, % _____

Средства поверки:

Наименование, тип, регистрационный номер (для эталона)	Зав. номер СИ	Действительно до (свидетельство о поверке, свидетельство об аттестации эталона)	Номер свидетельства о поверке, свидетельства об аттестации эталона

1. Результаты внешнего осмотра:

соответствует / не соответствует
ненужное зачеркнуть

2. Результаты опробования:

проверка преобразования напряжения соответствует / не соответствует
ненужное зачеркнуть

проверка работоспособности сигнализации соответствует / не соответствует
ненужное зачеркнуть

проверка правильности обозначений контактных зажимов и выводов канала напряжения
(Выполняется при первичной поверке)

соответствует / не соответствует
ненужное зачеркнуть

3. Результаты определения метрологических характеристик:

3.1. Определение погрешностей канала измерения напряжения

$U_1/U_{1ном}, \%$	S, В·А	Отсчетные данные прибора сравнения		Погрешность эталонного трансформатора напряжения		Погрешность канала измерения напряжения с учетом (без учета) погрешности эталонного трансформатора напряжения		Погрешность канала измерения напряжения допустимая	
		$\delta U_{пс}$	$\Delta \theta_{пс}^U$	$\delta U_{эт}$	$\Delta \theta_{эт}^U$	δU_{I-TOR}	$\Delta \theta_{I-TOR}^U$	$\delta U_{доп}$	$\Delta \theta_{доп}^U$
		%	мин	%	мин	%	мин	%	мин
80	0,25 · S _{ном}							± 0,5	± 20
	S _{ном}								
100	0,25 · S _{ном}								
	S _{ном}								
120	0,25 · S _{ном}								
	S _{ном}								

Погрешность канала измерения напряжения с учетом погрешности эталонного трансформатора напряжения:
 $\delta U_{I-TOR} = \delta U_{пс} + \delta U_{эт}; \Delta \theta_{I-TOR}^U = \Delta \theta_{пс}^U + \Delta \theta_{эт}^U$

Погрешность канала измерения напряжения без учета погрешности эталонного трансформатора напряжения:
 $\delta U_{I-TOR} = \delta U_{пс}; \Delta \theta_{I-TOR}^U = \Delta \theta_{пс}^U$

Заключение: на основании результатов первичной/периодической поверки устройства
ненужное зачеркнуть

измерения напряжения в высоковольтной сети I-TOR-____-U-____-У2-____ № _____
признано годным / негодным к применению по назначению.
ненужное зачеркнуть

Знак поверки:

Поверитель

подпись

Фамилия, имя и отчество

Организация, проводившая поверку: _____