

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал Федерального
государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский
институт метрологии им.Д.И.Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала ФГУП
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
Е.П. Собина
« 29 » сентября 2023 г.



**«ГСИ. Устройства измерения тока и напряжения в высоковольтной
сети I-TOR-110S. Методика поверки»
МП 96-26-2023**

Екатеринбург
2023 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разработана: Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»), г. Екатеринбург, и Обществом с ограниченной ответственностью «АЙ-ТОР» (ООО «АЙ-ТОР»), г. Екатеринбург

Исполнители: Ахмеев А.А., Оглобличева Е.С. (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»), Гулимчук В.А. (ООО «АЙ-ТОР»)

Согласована директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в 2023 г.

Введена впервые

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	6
3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ	7
4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	8
5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	8
6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	9
7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	12
8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	13
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	13
9.1 Подготовка к поверке	13
9.2 Контроль условий проведения поверки.....	14
9.3 Проверка сопротивления изоляции.....	14
9.4 Опробование средства измерений.....	16
9.4.1 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения тока	16
9.4.2 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения напряжения	19
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	22
10.1 Определение погрешностей канала измерения тока	22
10.2 Определение погрешностей канала измерения напряжения	23
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	25
Приложение А (обязательное) Пределы допускаемых погрешностей	26
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки	27

Государственная система обеспечения единства измерений Устройства измерения тока и напряжения в высоковольтной сети I-TOR-110S. Методика поверки	МП 96-26-2023
---	---------------

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на устройства измерения тока и напряжения в высоковольтной сети I-TOR-110S (далее – устройства), выпускаемые Обществом с ограниченной ответственностью «АЙ-ТОР» (ООО «АЙ-ТОР»), г. Екатеринбург, в соответствии с требованиями документа «МЦАВ.411529.004 ТУ (изм. № 1). Устройства измерения тока и напряжения в высоковольтной сети I-TOR-110S. Технические условия» и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок. Поверка устройств должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость устройств:

- к государственному первичному эталону коэффициентов преобразования силы электрического тока (ГЭТ 152-2023) согласно государственной поверочной схеме для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта от 21 июля 2023 г. № 1491;

- 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) согласно государственной поверочной схеме 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, утвержденной приказом Росстандарта от 07 августа 2023 г. № 1554.

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка дифференциальными методами.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для устройств измерения тока и напряжения в высоковольтной сети I-TOR-110S, используемых в качестве рабочего средства измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значения для модификаций
Номинальное первичное напряжение, кВ	110/ $\sqrt{3}$
Номинальное вторичное напряжение, В	100/ $\sqrt{3}$
Класс точности по ГОСТ 1983-2015	0,2 или 0,5
Предельная мощность нагрузки при преобразовании напряжения в диапазоне коэффициента мощности от 0,8 до 1,0, на выходе устройства, В·А	2,5
Номинальный первичный ток, А	100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 800; 1000
Номинальный вторичный ток, А	1
Класс точности по ГОСТ 7746-2015	0,2S или 0,5S
Предельная мощность нагрузки при преобразовании тока в диапазоне коэффициента мощности от 0,8 до 1,0, на выходе устройства, В·А	2,5

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минтруда России от 15 декабря 2020 г. № 903н	«Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»
Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 21 июля 2023 г. № 1491	«Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока»
Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 07 августа 2023 г. № 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»
ГОСТ 2.702-2011	ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.3.019-80	ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.
ГОСТ Р 55194-2012	Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции.
ГОСТ 1983-2015	Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.
ГОСТ 7746-2015	Трансформаторы тока. Общие технические условия.

Примечание – При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год.

Если ссылочный документ заменен, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении первичной и периодической поверок устройств должны быть выполнены операции поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки для модификации при:		Номер пункта (раздела) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	да	да	8
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений:			
- Подготовка к поверке	да	да	9.1
- Контроль условий проведения поверки	да	да	9.2
- Проверка сопротивления изоляции	да	да	9.3
- Опробование средства измерений:			
- Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения тока	да	нет	9.4.1
- Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения напряжения	да	нет	9.4.2
3 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			
- Определение погрешностей канала измерения тока	да	да	10.1
- Определение погрешностей канала измерения напряжения	да	да	10.2

3.2 На основании письменного заявления владельца устройства или лица, представившего устройство на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проводить периодическую поверку для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении ее результатов согласно разделу 11 настоящей методики поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- отклонение напряжения электропитания от номинального значения не более $\pm 5\%$;
- отклонение частоты от номинального значения не более $\pm 0,5$ Гц;
- суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения не более 5 %.

4.2 Поверку устройств 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.

5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 К проведению поверки допускаются работники аккредитованных на право проведения поверки организаций, имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года, изучившие настоящую методику, прошедшие обучение по проведению поверки в соответствии с указанной рекомендацией и аттестованные в соответствии с действующим законодательством РФ в качестве поверителей в области измерений электрических и магнитных величин.

5.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право проведения работ в электроустановках до и выше 1000 В с группой по электробезопасности не ниже III.

5.3 При проведении периодической поверки на месте эксплуатации устройств должны присутствовать работники объекта, на котором размещены поверяемые устройства, имеющие опыт работы и право на подключение и отключение эталонных и поверяемых средств измерений в соответствии со схемой поверки. Поверка на месте эксплуатации устройств выполняется по наряду-допуску бригадой не менее 2 работников с группами по электробезопасности III и IV до и выше 1000 В.

6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки устройств применяют средства поверки согласно 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. 9.2 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 0 до 40 °С с абсолютной погрешностью не более 0,4 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с погрешностью не более 6 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
	Средства измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения в диапазоне от 0 % до 10 %, с относительной погрешностью не более 10 % от измеренного значения; Средства измерений отклонения напряжения в диапазоне ± 10 % от номинального значения 220 В, с относительной погрешностью не более 0,5 %; Средства измерений отклонения частоты от номинального значения 50 Гц в диапазоне от 0 до 5 Гц, с абсолютной погрешностью не более 0,05 Гц	Регистратор показателей качества электроэнергии ПАРМА РК3.01, рег. № 25731-05
п. 9.3 Проверка сопротивления изоляции	Измерители сопротивления изоляции (на испытательное напряжение 500 и 2500 В) в диапазоне измерений сопротивления от 0 до 500 МОм, с относительной погрешностью не более 10 %	Измеритель сопротивления изоляции цифровой ДТ-6605, рег. № 56018-13
п. 9.4.1 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения тока; п. 10.1 Определение погрешностей канала измерения тока	Средства измерений относительной разности двух токов частотой 50 Гц в диапазоне $\pm 3,0$ % с погрешностью не более $\pm 0,03$ %; Средства измерений разности фаз двух токов частотой 50 Гц в диапазоне ± 100 минут с погрешностью не более ± 1 минута; Средства измерений частоты электрического напряжения в диапазоне от 49 до 51 Гц с погрешностью не более $\pm 0,1$ Гц	Прибор сравнения КНТ-05, рег. № 37854-08

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Эталоны единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического тока промышленной частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по приказу от 21 июля 2023 г. № 1491, с первичным током, соответствующим номинальному току устройства I-TOR-110S (100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 800; 1000 А) и вторичным током 1А, в диапазоне токов от 1 % до 120 % от номинального тока поверяемого устройства I-TOR-110S.	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.51, рег. № 55278-13
	Средства измерений действующего значения электрического напряжения частотой 50 Гц в диапазоне от 70 до 90 В с погрешностью не более 2 %.	Мультиметр цифровой APPA 503, рег. № 49266-12
	Вспомогательные технические средства: Источники электрического переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 1 % до 120 % от номинального тока поверяемого устройства I-TOR-110S с погрешностью величины генерируемого тока не более 5 %, частоты тока не более 0,5 Гц.	Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-61 в комплекте с блоками РЕТ-10, рег. № 77226-20
	Вспомогательные технические средства: Нагрузочные устройства канала измерения тока в диапазоне мощности нагрузки (0 – 2,5 В·А при номинальном токе 1 А, $\cos \varphi = 0,8$ с погрешностью не более 4 %.	Устройство нагрузочное НТТ 50.1
	Вспомогательные технические средства: Источники электрического переменного напряжения промышленной частоты в диапазоне (80 ± 10) В с погрешностью величины генерируемого напряжения не более 5 %, частоты напряжения не более 0,5 Гц.	Лабораторный автотрансформатор (ЛАТР) TDGS2-2
п. 9.4.2 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения напряжения; п. 10.2 Определение погрешностей канала измерения напряжения	Средства измерений относительной разности действующих значений двух напряжений частотой 50 Гц в диапазоне ±3,0 % с погрешностью не более ±0,03 %; Средства измерений разности фаз двух напряжений частотой 50 Гц в диапазоне ±20 минут с погрешностью не более ±1 минута; Средства измерений действующего значения электрического напряжения частотой 50 Гц в диапазоне от 40 до 70 В с погрешностью не более 5 %. Средства измерений частоты электрического напряжения в диапазоне от 49 до 51 Гц с погрешностью не более ±0,1 Гц.	Прибор сравнения КНТ-05 рег. № 37854-08
	Эталоны единиц коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига электрического напряжения переменного тока промышленной частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по	Преобразователь напряжения измерительный высоковольтный емкостный масштабный

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	приказу от 07 августа 2023 г. № 1554, в диапазоне от $88/\sqrt{3}$ до $132/\sqrt{3}$ кВ с первичным напряжением $110/\sqrt{3}$ кВ, вторичным напряжением – $100/\sqrt{3}$ В	ПВЕ-110, рег. № 32575-11
	Вспомогательные технические средства: источники электрического напряжения переменного тока промышленной частоты в диапазоне от 50 до 80 кВ с погрешностью величины генерируемого напряжения не более 3 %, частоты напряжения не более 0,5 Гц	Установка испытательная высоковольтная УИВ-100/7,5М
	Вспомогательные технические средства: нагрузочные устройства канала измерения напряжения в диапазоне мощности нагрузки (0,625 – 2,5 В·А при номинальном напряжении 57,7 В, $\cos\varphi=0,8$ с погрешностью не более 4 %	Магазин нагрузок МР3025, рег. № 32403-06

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены.

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

6.4 При периодической поверке в случае отсутствия нагрузочного устройства допускается применение действительной нагрузки (или ее эквивалента), с которой работает устройство, и сопротивление которой определено с погрешностью, не выходящей за пределы 4 %.

6.5 При использовании вспомогательных средств поверки, не зарегистрированных в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений в качестве СИ, их характеристики (мощность и коэффициент мощности нагрузочного устройства, напряжение и частота источника высокого напряжения) подтверждаются по показаниям прибора сравнения.

6.6 При периодической поверке устройств на местах эксплуатации допускается в качестве источника напряжения использовать реальное напряжение сети при условии, что отклонения напряжения и частоты от номинального значения соответствуют ГОСТ 32144-2013.

7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При выполнении измерений должны быть соблюдены требования Приказа Минтруда России от 15.12.2020 № 903н, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, а также требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на устройства и средства поверки.

7.2 Стационарный поверочный стенд должен отвечать следующим требованиям:

- рабочее место поверителя должно быть отделено от той части установки, которая имеет напряжение выше 1000 В сплошными или сетчатыми ограждениями высотой не менее 1,7 м, а двери снабжены блокировкой, автоматически снимающей напряжение с источника высокого напряжения;
- металлические элементы ограждения и проводящие элементы корпусов оборудования должны быть надежно заземлены в предусмотренных для этих целей местах;
- предусмотрено автоматическое или ручное заземление источника высокого напряжения после снятия напряжения;
- предусмотрена автоматическая световая сигнализация о подаче высокого напряжения;
- предусмотрена звуковая сигнализация о подаче высокого напряжения.

7.3 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.

7.4 Запрещено подавать напряжение на устройство I-TOR-110S без заземления измерительного компонента и блока обработки информации во избежание повреждения устройства и поражения электрическим током.

7.5 Рабочее положение компонента измерительного - вертикальное.

7.6 Все отключения и включения высокого напряжения должны проводиться соответствующим персоналом электроэнергетического объекта в установленном порядке.

7.7 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.

8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие устройства следующим требованиям:

- внешний вид устройства должен соответствовать сведениям, приведенным в описании типа;
- комплектность устройств должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- маркировка, функциональные надписи, заводской номер устройства должны читаться и восприниматься однозначно, а также соответствовать требованиям ГОСТ 7746-2015, ГОСТ 1983-2015 и эксплуатационной документации;
- контактные зажимы или выводы первичной и вторичной цепей должны быть исправными и иметь маркировку, соответствующую ГОСТ 7746-2015 и ГОСТ 1983-2015;
- отдельные части устройства должны быть прочно закреплены;
- болты для заземления должны иметь обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.702-2011;
- наружные поверхности устройства не должны иметь дефектов изоляции и загрязнений;
- на блоке обработки информации и измерительном компоненте устройства должны быть установлены пломбы изготовителя, препятствующие несанкционированному доступу к местам регулировки.

8.2 Устройство считается выдержавшим внешний осмотр, если он соответствует приведенным в п.8.1 требованиям.

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Подготовка к поверке

9.1.1 На первичную и периодическую поверку следует представлять устройство с документом, подтверждающим проверку электрической прочности изоляции в полном объеме по ГОСТ Р 55194-2012 в соответствии с документацией предприятия-изготовителя. Дата проведения испытаний в протоколе должна быть не ранее 3 месяцев до даты сдачи устройства в поверку, а результат испытаний – положительный.

9.1.2 Перед проведением поверки устройство должно быть выдержано в условиях поверки в течение времени, достаточного для выравнивания температуры устройства с температурой окружающей среды и исчезновения конденсата, средства поверки – в течении времени, установленного в их эксплуатационной документации.

9.1.3 Устройство и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с требованиями эксплуатационных документов.

9.2 Контроль условий проведения поверки

9.2.1 Провести контроль условий проведения поверки с помощью термогигрометра, указанного в таблице 3, в соответствии с пунктом 4.1, либо 4.2.

9.2.2 Проконтролировать с помощью средства измерений показателей качества электроэнергии отклонение напряжения электропитания и частоты, а также суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в соответствии с пунктом 4.1.

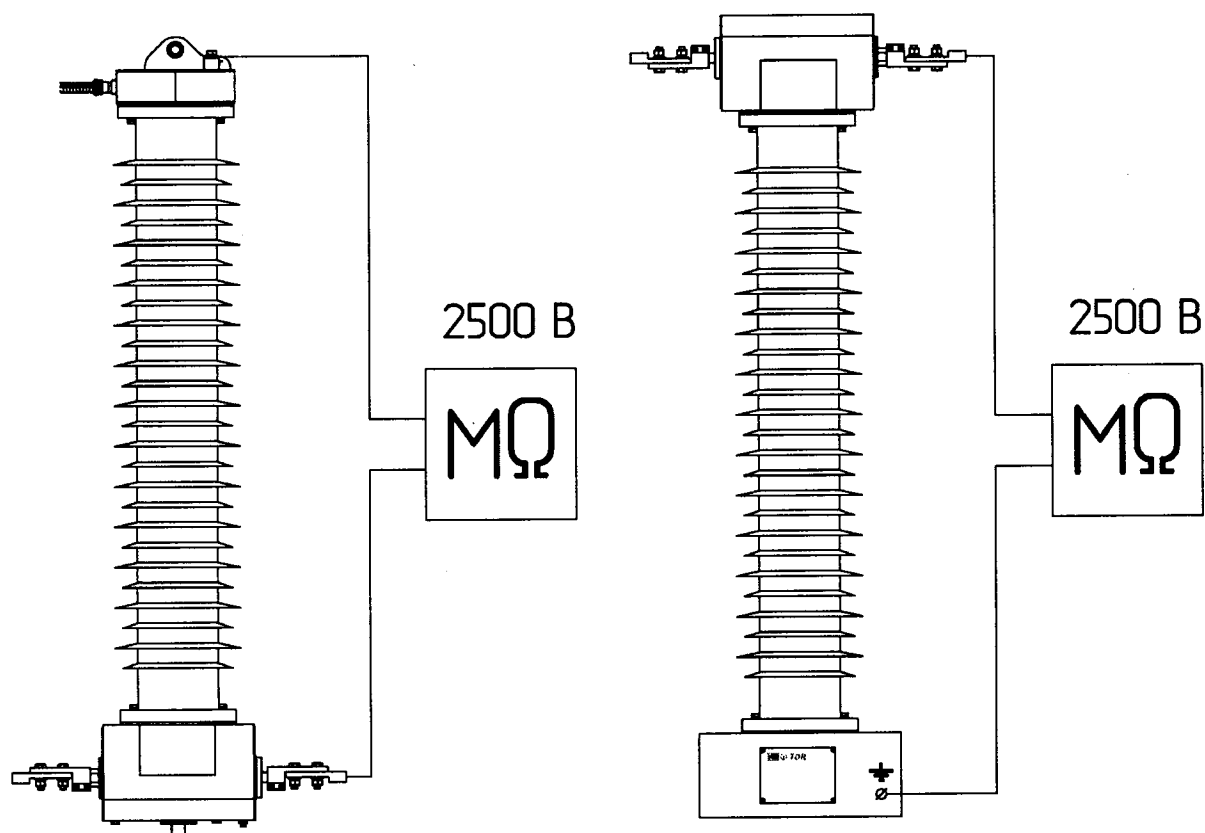
9.2.3. В случае нахождения контролируемых показателей микроклимата и показателей качества электроэнергии в пределах допуска, можно приступить к следующему пункту методики поверки. В противном случае следует предпринять мероприятия по приведению контролируемых параметров в допуск и после этого продолжить поверку.

9.3 Проверка сопротивления изоляции

Проверка сопротивления изоляции компонента измерительного проводится путем измерения сопротивления между токоведущими и заземляемыми частями мегаомметром с испытательным напряжением 2500 В (см. рисунок 1а).

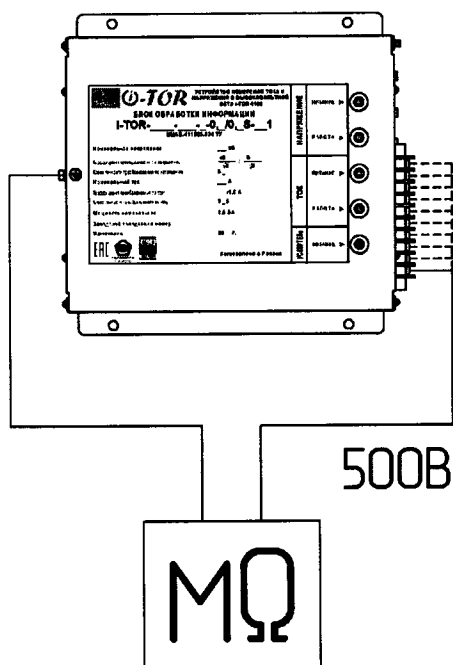
Проверка сопротивления изоляции блока обработки информации проводится путем измерения сопротивления между всеми клеммами блока обработки информации относительно его заземленного корпуса мегаомметром с испытательным напряжением 500 В. Напряжение можно прикладывать как поочередно к каждой клемме, так и на все клеммы одновременно (см. рисунок 1б).

Результаты проверки считают положительными, если измеренное значение сопротивления изоляции компонента измерительного составило не менее 340 МОм, блока обработки информации – не менее 20 МОм.



MΩ — Мегаомметр с тестовым напряжением 2500 В

Рисунок 1а – Схема проверки сопротивления изоляции компонента измерительного



MΩ — Мегаомметр с тестовым напряжением 500 В

Рисунок 1б – Схема проверки сопротивления изоляции блока обработки информации

9.4 Опробование средства измерений

9.4.1 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения тока

Проверку правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения тока устройства I-TOR-110S проводят только при первичной поверке.

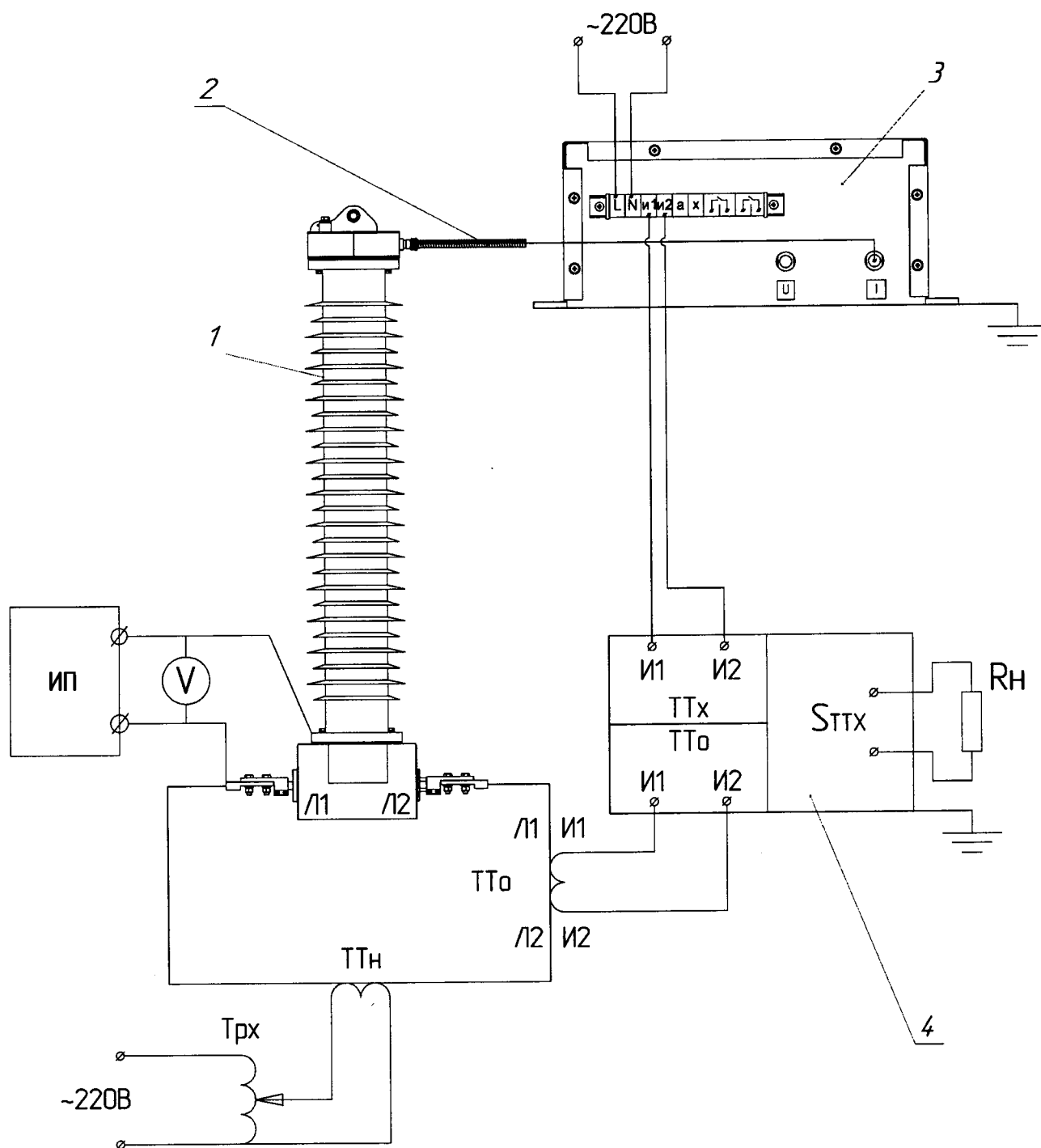
Для проведения проверки необходимо собрать схему согласно рисунку 2а или 2б, в зависимости от исполнения компонента измерительного. Токовый канал устройства и эталонный трансформатор тока включают так, чтобы первичный ток в обоих устройствах протекал в одном направлении от начала к концу. Вторичные выводы эталонного трансформатора тока и токового канала устройства присоединяют к одноименным выводам прибора сравнения токов. В случае необходимости увеличения длины кабеля соединительного можно использовать в качестве удлинителя любой оптический патч-корд из многомодового оптического волокна с разъемами ST/ST, например: шнур оптический DUPLEX CABEUS FOP-50-ST-ST-XXM ST-ST 50/125 MM OM3 LSZH.

Перед подачей тока требуется предварительно подать переменное синусоидальное напряжение (80 ± 10) В, контролируемое вольтметром, между токоведущим контуром и фланцем изолятора с независимого источника питания (ИП), гальванически развязанного с источником тока, как показано на рисунках 2а, 2б. Подача напряжения имитирует приложение высокого напряжения и запускает блок питания передатчика тока.

Затем увеличивают первичный ток до произвольного значения в диапазоне $(5 - 10) \%$ от его номинального значения.

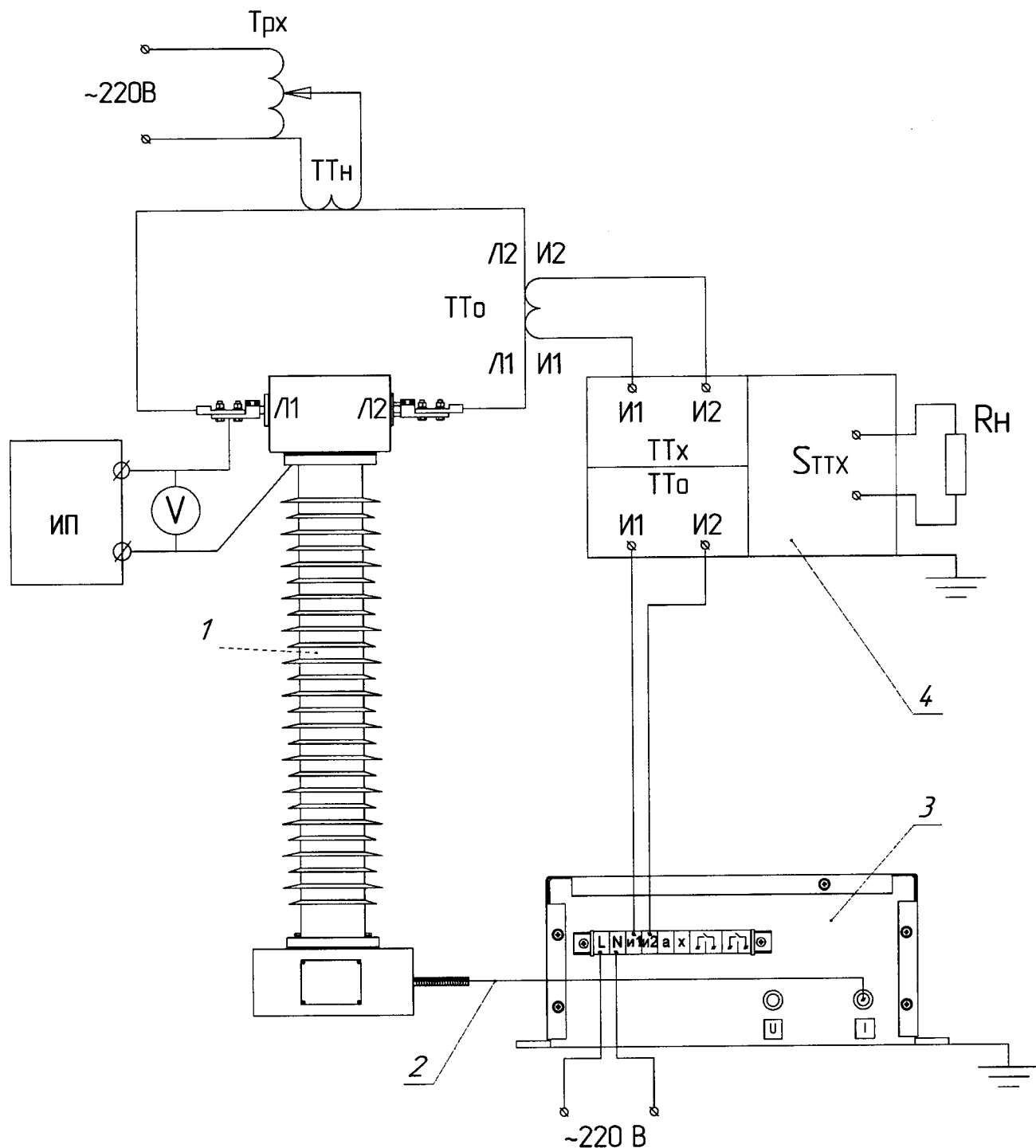
В случае правильной маркировки выводов устройства на приборе сравнения токов можно определить соответствующие значения погрешностей поверяемого устройства. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности поверяемого устройства срабатывает защита в приборе сравнения токов или на дисплее отображается сообщение о неверной фазировке.

При отрицательных результатах проверки по данному пункту устройство к дальнейшей поверке не допускается.



- 1 – компонент измерительный устройства; 2 – кабель соединительный компонента измерительного;
 3 – блок обработки информации устройства; 4 – прибор сравнения;
 Трх – устройство плавного изменения напряжения; ТТн – нагрузочный трансформатор тока;
 ТТо – эталонный трансформатор тока; Rн – вторичная нагрузка канала измерения тока;
 ИП – внешний источник питания переменного тока; V – вольтметр переменного тока

Рисунок 2а – Схема опробования и определения метрологических характеристик канала тока для подвесного исполнения компонента измерительного



- 1 – компонент измерительный устройства; 2 – кабель соединительный компонента измерительного;
 3 – блок обработки информации устройства; 4 – прибор сравнения;
 Трх – устройство плавного изменения напряжения; ТТн – нагрузочный трансформатор тока;
 ТТо – эталонный трансформатор тока; Rн – вторичная нагрузка канала измерения тока;
 ИП – внешний источник питания переменного тока; V – вольтметр переменного тока

Рисунок 26 – Схема опробования и определения метрологических характеристик канала тока для опорного исполнения компонента измерительного

9.4.2 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения напряжения

Проверку правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения напряжения устройства I-TOR-110S проводят только при первичной поверке.

Для проведения проверки необходимо собрать схему согласно рисунку 3а или 3б, в зависимости от исполнения компонента измерительного. В случае необходимости увеличения длины кабеля соединительного можно использовать в качестве удлинителя любой оптический патч-корд из многомодового оптического волокна с разъемами ST/ST, например: шнур оптический DUPLEX CABEUS FOP-50-ST-ST-XXM ST-ST 50/125 MM OM3 LSZH.

Эталонный трансформатор (делитель, преобразователь) напряжения и блок обработки информации устройства подключают к прибору сравнения проводниками сопротивлением не более 0,06 Ом.

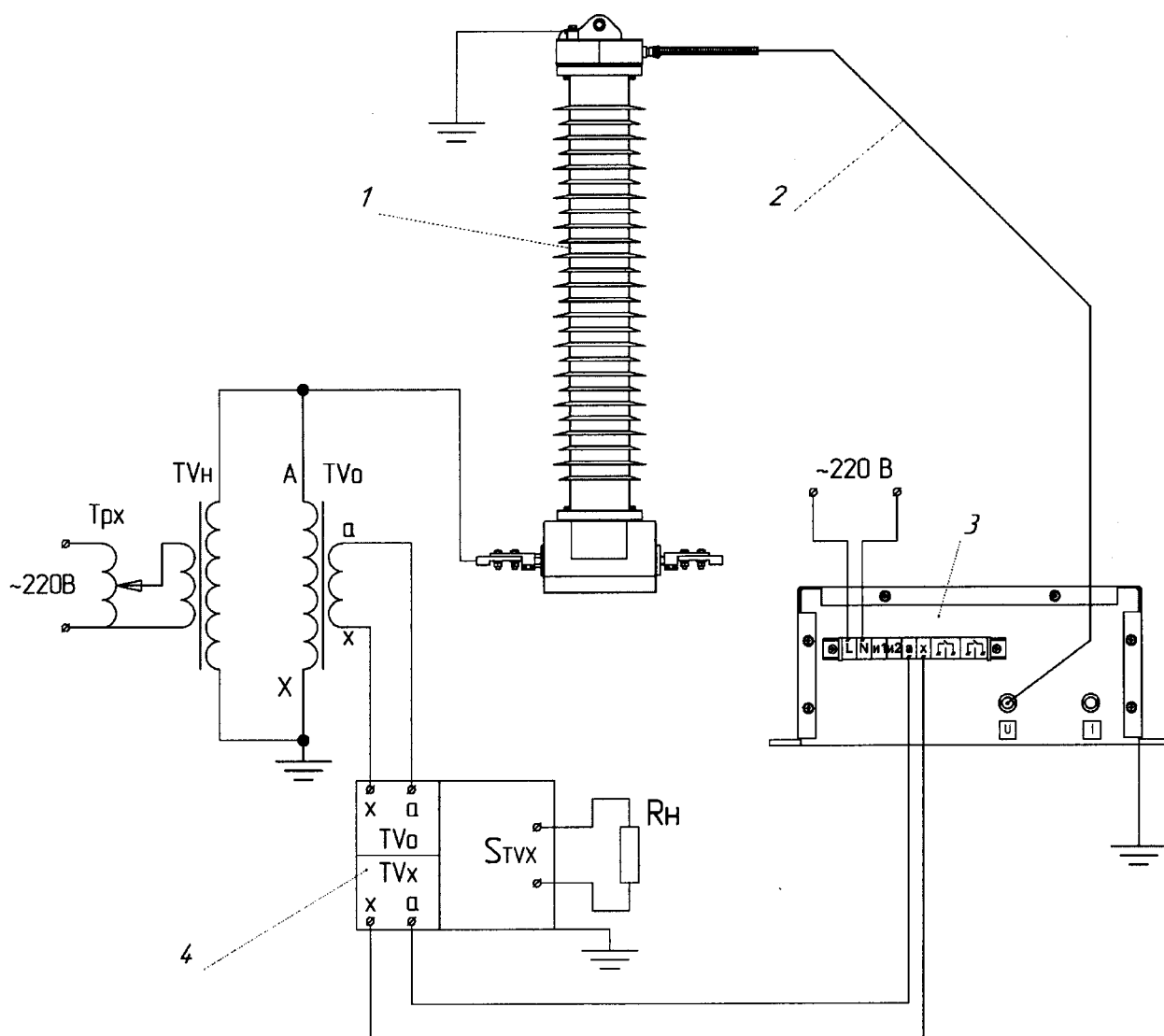
Перед подачей высокого напряжения на компонент измерительный подвесного исполнения следует обеспечить изоляцию от земли главного токоведущего контура устройства путем подвешивания при помощи грузоподъемного устройства грузоподъемностью не менее 100 кг. Для этого в заземленной части компонента измерительного предусмотрено специальное место для подвешивания. Расстояние от главного токоведущего контура устройства до пола и заземленных частей должно быть не менее 1 м. Компонент измерительный опорного исполнения подвешивания не требует.

Запрещено подавать напряжение на устройство без заземления компонента измерительного и блока обработки информации во избежание повреждения устройства и поражения электрическим током.

Затем увеличивают напряжение между аппаратным зажимом компонента измерительного и землей до произвольного значения в диапазоне (80 – 100) % от его номинального значения.

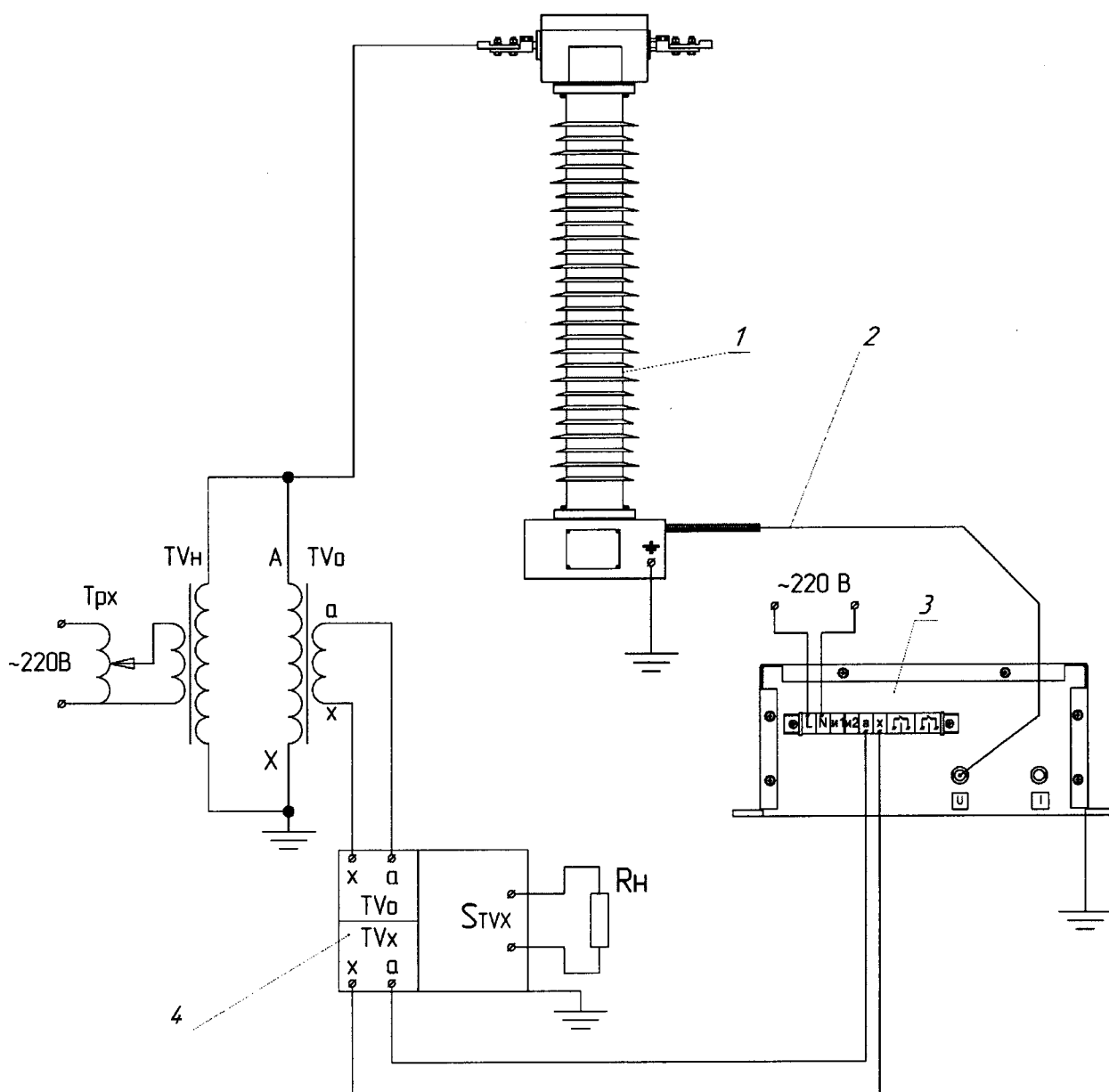
В случае правильной маркировки выводов устройства на приборе сравнения можно определить соответствующие значения погрешностей поверяемого устройства. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности поверяемого устройства срабатывает защита в приборе сравнения или на дисплее отображается сообщение о неверной фазировке.

При отрицательных результатах проверки по данному пункту устройство к дальнейшей поверке не допускается.



- 1 – компонент измерительный устройства I-TOR-110S;
 2 – кабель соединительный компонента измерительного; 3 – блок обработки информации устройства;
 4 – прибор сравнения; Trx – устройство плавного изменения напряжения;
 TVH – нагрузочный высоковольтный трансформатор;
 TVo – эталонный преобразователь напряжения;
 Rn – вторичная нагрузка канала измерения напряжения

Рисунок 3а – Схема опробования и определения метрологических характеристик канала напряжения для компонента измерительного подвесного исполнения



- 1 – компонент измерительный устройства I-TOR-110S;
 2 – кабель соединительный компонента измерительного; 3 – блок обработки информации устройства;
 4 – прибор сравнения; Trx – устройство плавного изменения напряжения;
 TVH – нагрузочный высоковольтный трансформатор;
 TVO – эталонный преобразователь напряжения;
 Rh – вторичная нагрузка канала измерения напряжения

Рисунок 3б – Схема опробования и определения метрологических характеристик канала напряжения для компонента измерительного подвесного исполнения

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение погрешностей канала измерения тока

Токовые и угловые погрешности канала измерения тока устройства определяют дифференциальным методом по схеме, приведенной на рисунках 2а или 2б, в зависимости от исполнения компонента измерительного.

Операцию определения метрологических характеристик канала измерения тока проводят непосредственно после проведения опробования канала измерения тока без разбора используемой ранее схемы.

Нагрузочное устройство R_n должно быть подключено в соответствии со схемой на рисунке 2а или 2б к специальным разъемам на приборе сравнения (при их наличии). В случае отсутствия специальных разъемов на приборе сравнения для подключения нагрузки, нагрузочное устройство подключают в разрыв цепи между вторичным выводом канала измерения тока «И1» на клеммнике блока обработки информации устройства и входом «И1» на приборе сравнения.

Перед подачей тока требуется предварительно подать переменное синусоидальное напряжение (80 ± 10) В между токоведущим контуром и фланцем изолятора с независимого источника питания (ИП), гальванически развязанного с источником тока, как показано на рисунках 2а, 2б. Подача напряжения имитирует приложение высокого напряжения и запускает блок питания передатчика тока.

Фиксацию показаний погрешностей следует выполнять после выдержки устройства и используемых средств измерений в рабочем режиме в течение не менее 5 минут при первичном токе, равном $(50 - 100)$ % от номинального значения.

Токовые и угловые погрешности определяют при значениях первичного тока 1; 5; 20; 100, 120 % от номинального значения и номинальной вторичной нагрузке, а также при значении первичного тока 120 % от номинального значения и вторичной нагрузке, равной 25 % от номинального значения. Коэффициент мощности нагрузки должен быть равен 0,8.

Токовые и угловые погрешности определяют один раз – при увеличении тока.

Значения токовой погрешности δI , %, и угловой погрешности $\Delta\theta'$, ' (минута), проверяемого устройства принимают равными значениям токовой и угловой погрешностей, отсчитываемым по шкале прибора сравнения:

$$\delta I = \delta I_{\text{пс}} , \quad (1)$$

$$\Delta\theta' = \theta'_{\text{пс}} , \quad (2)$$

где $\delta I_{\text{пс}}$ – значение токовой погрешности, отсчитываемое по шкале прибора сравнения, %;

$\Delta\theta'_{\text{пс}}$ – значение угловой погрешности, отсчитываемое по шкале прибора сравнения токов, ' (минута).

Примечания:

1 Допускается заменять номинальную нагрузку на нагрузку, превышающую номинальную, но не более чем на 25 %.

2 Допускается заменять нагрузку, соответствующую нижнему пределу диапазона нагрузок, на любую нагрузку, не превышающую этого предела, вплоть до нулевого значения. Также допускается проводить измерения при нагрузке, равной $1 \text{ В} \cdot \text{А}$.

3 Если при изменении нагрузки погрешности устройства превысят предельные допускаемые значения, проводят повторное определение погрешностей при нагрузках, равных номинальной и нижнему пределу диапазона нагрузок.

Результаты определения токовой погрешности δI , %, и угловой погрешности $\Delta \theta'$, ' (минута), считают положительными, если полученные по (1), (2) значения погрешностей не превышают соответствующих значений погрешностей, приведенных в таблице А.1 Приложения А.

При отрицательных результатах проверки по данному пункту устройство к дальнейшей поверке не допускается.

10.2 Определение погрешностей канала измерения напряжения

Погрешности напряжения и угловые погрешности канала измерения напряжения устройства определяют дифференциальным методом по схеме, приведенной на рисунке 3а или 3б, в зависимости от исполнения компонента измерительного.

Операцию определения метрологических характеристик канала измерения напряжения проводят непосредственно после проведения опробования канала измерения напряжения без разбора используемой ранее схемы.

Эталонный трансформатор (делитель, преобразователь) напряжения и блок обработки информации устройства должны быть подключены к прибору сравнения проводниками сопротивлением не более 0,06 Ом.

Нагрузочное устройство R_n должно быть подключено в соответствии со схемой на рисунке 3а или 3б к специальным разъемам на приборе сравнения (при их наличии). В случае отсутствия специальных разъемов на приборе сравнения для подключения нагрузки, нагрузочное устройство подключают отдельными проводами непосредственно к вторичным выводам канала измерения напряжения «а», «х» на клеммнике блока обработки информации устройства.

Перед проведением измерений следует выдержать устройство и используемые средства измерений в рабочем режиме в течение не менее 5 минут при первичном напряжении, равном (80 – 100) % от номинального значения.

Погрешности напряжения и угловые погрешности определяют при номинальном значении частоты устройства для значений первичного напряжения 80; 100; 120 % от номинального значения при значениях полной мощности, отдаваемой устройством 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).

Погрешности напряжения и угловые погрешности определяют дважды – при увеличении и при уменьшении напряжения. Разность значений погрешностей при этом не должна превышать 0,1 предела соответствующих допускаемых погрешностей устройства.

Значения погрешности напряжения δU , %, и угловой погрешности $\Delta\theta^U$, ' (минута), вычисляют по формулам

$$\delta U = \delta U_{\text{пс}} + \delta U_{\text{эт}} \quad , \quad (3)$$

$$\Delta\theta^U = \Delta\theta^U_{\text{пс}} + \Delta\theta^U_{\text{эт}} \quad , \quad (4)$$

где $\delta U_{\text{пс}}$ – значение погрешности напряжения, отсчитываемое по шкале прибора сравнения, %, полученное только при увеличении или только при уменьшении напряжения, или среднее арифметическое значение отсчетов, полученных при увеличении и уменьшении напряжения;

$\Delta\theta^U_{\text{пс}}$ – значение угловой погрешности, отсчитываемое по шкале прибора сравнения, в радианах (сантирадианах) или минутах, полученное только при увеличении или только при уменьшении напряжения, или среднее арифметическое значение отсчетов, полученных при увеличении и уменьшении напряжения;

$\delta U_{\text{эт}}$ – значение погрешности напряжения эталонного преобразователя напряжения, указанное в свидетельстве о его поверке, %;

$\Delta\theta^U_{\text{эт}}$ – значение угловой погрешности, в радианах (сантирадианах) или минутах, эталонного преобразователя напряжения, указанное в свидетельстве о его поверке.

Результаты определения погрешности напряжения δU , %, и угловой погрешности $\Delta\theta^U$, ' (минута), считают положительными, если полученные по (3), (4) значения погрешностей не превышают соответствующих значений погрешностей, приведенных в таблице А.2 Приложения А.

При отрицательных результатах проверки по данному пункту устройство к дальнейшей поверке не допускается.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки по форме, приведенной в приложении Б.

11.2 При положительных результатах поверки устройство признают пригодным к применению. Нанесение знака поверки на устройство не предусмотрено. Знак поверки в виде оттиска поверительного клейма наносится в паспорт.

11.3 При отрицательных результатах поверки устройство признают непригодным к применению.

11.4 На основании письменного заявления владельца устройства или лица, представившего устройство на поверку, при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

11.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки и о составе поверенного средства измерений.

Разработчики:

Заведующий отделом 26
УНИИМ – филиал ФГУП
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 А.А. Ахмеев

Ведущий инженер отдела 26
УНИИМ – филиал ФГУП
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 Е.С. Оглобличева

Начальник поверочной
лаборатории ООО «АЙ-ТОР»

 В.А. Гулимчук

Приложение А
(обязательное)

Пределы допускаемых погрешностей

Таблица А.1 – Пределы допускаемых погрешностей канала измерения тока

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения	Пределы допускаемой погрешности			Диапазон вторичной нагрузки, % от номинального значения
		токовой, %	угловой		
			'	срад	
0,2S	1	± 0,75	± 30	± 0,9	100
	5	± 0,35	± 15	± 0,45	100
	20	± 0,2	± 10	± 0,3	100
	100	± 0,2	± 10	± 0,3	100
	120	± 0,2	± 10	± 0,3	25; 100
0,5S	1	± 1,5	± 90	± 2,7	100
	5	± 0,75	± 45	± 1,35	100
	20	± 0,5	± 30	± 0,9	100
	100	± 0,5	± 30	± 0,9	100
	120	± 0,5	± 30	± 0,9	25; 100

Таблица А.2 – Пределы допускаемых погрешностей канала измерения напряжения

Класс точности	Первичное напряжение, % от номинального значения	Пределы допускаемой погрешности			Диапазон вторичной нагрузки, % $S_{ном} \cdot (U_1/U_{1ном})^2$
		напряжения %	Угловой		
			'	срад	
0,2	80	± 0,2	±10	±0,3	25; 100
	100				
	120				
0,5	80	± 0,5	± 20	± 0,6	25; 100
	100				
	120				

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

(наименование организации, проводившей поверку)

(адрес места поверки)

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц _____

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

от “ _____ ” _____ 20 ____ г.

Средство измерений: Устройство измерения тока и напряжения в высоковольтной сети I-TOR-110S

Модификация: I-TOR-110S - ____ - ____ - ____ / ____ - ____

Предприятие изготовитель _____

Принадлежит _____

Заводской номер _____

Год изготовления _____

Номинальные параметры по напряжению:

Номинальное первичное напряжение

$U_{1\text{ном}} = 110/\sqrt{3} \text{ кВ}$ ($U_{1\text{фаз}} = 63\,509 \text{ В}$);

Номинальное вторичное напряжение

$U_{2\text{ном}} = 100/\sqrt{3} \text{ В}$ ($U_{2\text{фаз}} = 57,74 \text{ В}$);

Номинальная мощность нагрузки

при коэффициенте мощности нагрузки 0,8

$S_{\text{ном}} = 2,5 \text{ В} \cdot \text{А};$

Класс точности

Номинальная частота

$f_{\text{ном}} = 50 \text{ Гц.}$

Номинальные параметры по току:

Номинальный первичный ток

$I_{1\text{ном}} =$ _____

Номинальный вторичный ток

$I_{2\text{ном}} = 1 \text{ А};$

Номинальная мощность нагрузки

при коэффициенте мощности нагрузки 0,8

$S_{\text{ном}} = 2,5 \text{ В} \cdot \text{А};$

Класс точности

Методика поверки: МП 96-26-2023 «ГСИ. Устройства измерения тока и напряжения в высоковольтной сети I-TOR-110S. Методика поверки»

Объем поверки: _____

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха, °С: _____

- относительная влажность воздуха, %: _____

- атмосферное давление, кПа: _____

- отклонение частоты от номинального значения, Гц, не более: _____

- отклонение напряжения электропитания от номинального значения, %, не более: _____

- суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, %, не более: _____

Средства поверки:

Наименование, тип, регистрационный номер (для эталона)	Зав. номер	Дата окончания поверки СИ	Номер свидетельства о поверке СИ

1. Результаты внешнего осмотра: соответствует / не соответствует разделу 8 МП 96-26-2023.
(ненужное зачеркнуть)
2. Результаты проверки состояния изоляции:
- измерительного компонента: _____ МОм соответствует / не соответствует п. 9.3 МП 96-26-2023;
(ненужное зачеркнуть)
 - блока обработки информации: _____ МОм соответствует / не соответствует п. 9.3 МП 96-26-2023.
(ненужное зачеркнуть)
3. Результаты опробования:
- проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения тока
(выполняется только при первичной поверке)
соответствует / не соответствует п. 9.4.1 МП 96-26-2023;
(ненужное зачеркнуть)
 - проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов канала измерения напряжения
(выполняется только при первичной поверке)
соответствует / не соответствует п. 9.4.2 МП 96-26-2023.
(ненужное зачеркнуть)
4. Результаты определения метрологических характеристик:

4.1 Определение погрешностей канала измерения тока

Номиналь- ный ток, А	$(I_1/I_{\text{ном}})$, %	Нагрузка канала измерения тока, В·А при $\cos\varphi=0,8$	Погрешность поверяемого канала измерения тока		Погрешность канала измерения тока допустимая для КТ 0,2S (КТ 0,5S)	
			δI , %	$\Delta\theta^I$, '	$\delta I_{\text{доп}}$, %	$\Delta\theta^I_{\text{доп}}$, '
	1	$S_{\text{ном}}$			0,75 (1,5)	± 30 (90)
	5	$S_{\text{ном}}$			0,35 (0,75)	± 15 (45)
	20	$S_{\text{ном}}$			0,2 (0,5)	± 10 (30)
	100	$S_{\text{ном}}$				
	120	$S_{\text{ном}}$				
		$0,25 \cdot S_{\text{ном}}$				

Значения погрешностей канала измерения тока

соответствуют / не соответствуют п. 10.1 МП 96-26-2023.
(ненужное зачеркнуть)

4.2 Определение погрешностей канала измерения напряжения

$U_1/U_{\text{ном}}, \%$	S, В·А	Отсчетные данные прибора сравнения						Разность значений погрешности при увеличении и уменьшении напряжения		Погрешность поверочной установки		Погрешность канала измерения напряжения с учетом (без учёта) погрешности поверочной установки	
		при увеличении напряжения		при уменьшении напряжения		среднее значение		$\delta U_P, \%$	$\Delta \theta_{P,}'$	$\delta U_{\text{эт}}, \%$	$\Delta \theta_{\text{эт}},'$	$\delta U, \%$	$\Delta \theta_{U,}'$
		$\delta' U_{\text{ПС}}, \%$	$\Delta' \theta_{\text{ПС}},'$	$\delta'' U_{\text{ПС}}, \%$	$\Delta'' \theta_{\text{ПС}},'$	$\delta U_{\text{изм}}, \%$	$\Delta \theta_{\text{ПС}},'$						
80	$0,25 \cdot S_{\text{ном}}$												
	$S_{\text{ном}}$												
100	$0,25 \cdot S_{\text{ном}}$												
	$S_{\text{ном}}$												
120	$0,25 \cdot S_{\text{ном}}$												
	$S_{\text{ном}}$												

Значения погрешностей канала измерения напряжения

соответствуют / не соответствуют п. 10.2 МП 96-26-2023.
(ненужное зачеркнуть)

Заключение по результатам поверки:

Устройство измерения тока и напряжения в высоковольтной сети I-TOR-110S, модификация I-TOR-110S-_____-_____-_____/_____-_____, зав. №_____,

на основании результатов первичной / периодической поверки признано
(ненужное зачеркнуть)

соответствующим / не соответствующим установленным метрологическим требованиям и
(ненужное зачеркнуть)

пригодным / непригодным к дальнейшему применению.
(ненужное зачеркнуть)

Поверитель _____

Подпись

Инициалы, фамилия

Организация, проводившая поверку: _____

КОНЕЦ ПРОТОКОЛА