

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

ООО «ИЦРМ»



М. С. Казаков

«16» апреля 2018 г.

Измерители коэффициента трансформации серии TR

Методика поверки

ИЦРМ-МП-104-18

г. Москва

2018 г.

Содержание

1 Вводная часть.....	3
2 Операции поверки.....	5
3 Средства поверки.....	5
4 Требования к квалификации поверителей.....	6
5 Требования безопасности.....	6
6 Условия поверки.....	6
7 Подготовка к поверке.....	7
8 Проведение поверки.....	7
9 Оформление результатов поверки.....	11

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители коэффициента трансформации серии TR (далее – измерители), и устанавливает методы, а также средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Периодичность поверки в процессе эксплуатации и хранения устанавливается потребителем с учетом условий и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в год.

1.3 Основные метрологические характеристики приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Основные метрологические характеристики измерителей модификаций TR-1, TR-1P

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений коэффициента трансформации	от 0,8 до 4000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента трансформации	$\pm 0,0008$
Номинальные значения испытательного напряжения переменного тока при частоте переменного тока 50 Гц, В	5
	10
	40

Таблица 2 – Основные метрологические характеристики измерителей модификации TR-MARK III

Наименование измеряемой характеристики	Разрешение	Испытательное напряжение переменного тока при частоте переменного тока 50 Гц	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
Коэффициент трансформации	0,00001 В	250 В	от 0,8 до 5000	$\pm 0,0006 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 5001 до 10000	$\pm 0,001 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 10001 до 32500	$\pm 0,003 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 32501 до 40000	$\pm 0,004 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
		40 В; 100 В	от 0,8 до 2000	$\pm 0,0006 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 2001 до 4000	$\pm 0,001 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 4001 до 13000	$\pm 0,003 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 13001 до 16000	$\pm 0,004 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
		10 В	от 0,8 до 500	$\pm 0,001 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 501 до 1000	$\pm 0,0012 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 1001 до 3250	$\pm 0,003 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 3251 до 4000	$\pm 0,004 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
		1 В	от 0,8 до 50	$\pm 0,001 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 51 до 100	$\pm 0,0015 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 101 до 325	$\pm 0,003 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
			от 326 до 400	$\pm 0,004 \cdot K_{\text{ИЗМ}}^{1)} + \text{е.м.р.}^{2)}$
Значение испытательной силы переменного тока при частоте переменного тока 50 Гц	0,1 мА	250 В	от 0 до 400 мА	± 1 мА
		от 1 до 100 В	от 0 до 1 А	± 1 мА

Окончание таблицы 2

Наименование измеряемой характеристики	Разрешение	Испытательное напряжение переменного тока при частоте переменного тока 50 Гц	Диапазон измерений коэффициента трансформации	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
Угол фазового сдвига в диапазоне измерений от -90 до $+90^\circ$	0,01°	250 В	от 0,8 до 600 ³⁾	$\pm 0,05^\circ$
			от 601 до 5000 ³⁾	$\pm 0,10^\circ$
			от 5001 до 10000 ³⁾	$\pm 0,15^\circ$
			от 10001 до 32500 ³⁾	$\pm 0,40^\circ$
			от 32501 до 40000 ³⁾	$\pm 0,50^\circ$
		100 В	от 0,8 до 240 ³⁾	$\pm 0,05^\circ$
			от 241 до 2000 ³⁾	$\pm 0,10^\circ$
			от 2001 до 4000 ³⁾	$\pm 0,15^\circ$
			от 4001 до 13000 ³⁾	$\pm 0,40^\circ$
			от 13001 до 16000 ³⁾	$\pm 0,50^\circ$
		40 В	от 0,8 до 240 ³⁾	$\pm 0,10^\circ$
			от 241 до 2000 ³⁾	$\pm 0,15^\circ$
			от 2001 до 4000 ³⁾	$\pm 0,20^\circ$
			от 4001 до 13000 ³⁾	$\pm 0,45^\circ$
			от 13001 до 16000 ³⁾	$\pm 0,55^\circ$
		10 В	от 0,8 до 60 ³⁾	$\pm 0,15^\circ$
			от 61 до 500 ³⁾	$\pm 0,25^\circ$
			от 501 до 3250 ³⁾	$\pm 0,55^\circ$
			от 3251 до 4000 ³⁾	$\pm 0,65^\circ$
		1 В	от 0,8 до 6 ³⁾	$\pm 0,15^\circ$
от 7 до 50 ³⁾	$\pm 0,25^\circ$			
от 51 до 325 ³⁾	$\pm 0,55^\circ$			
от 326 до 400 ³⁾	$\pm 0,65^\circ$			
Примечания: 1) - $K_{изм}$ – измеренное значение коэффициента трансформации; 2) - е.м.р. – единица младшего разряда; 3) - диапазон измерений коэффициента трансформации.				

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2	Да	Да
Проверка электрической прочности изоляции	8.3	Да	Нет
Опробование и подтверждение соответствия программного обеспечения	8.4	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8.5	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки измерители бракуют и их поверку прекращают.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 4.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых измерителей с требуемой точностью.

Таблица 5

№	Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
Основные средства поверки			
1	Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный	8.5	Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1КМ, рег. № 52854-13
2	Мультиметр	8.5	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
3	Калибратор	8.5	Калибратор универсальный 9100, рег. № 25985-09
Вспомогательные средства поверки (оборудование)			
4	Установка для проверки параметров электрической безопасности	8.2, 8.3	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12
5	Автотрансформатор типа ЛАТР	8.2-8.5	Автотрансформатор типа ЛАТР (модель ЛАТР-10), диапазон напряжений вторичной обмотки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
			от 0 до 300 В, мощность 10 кВ·А
6	Термогигрометр электронный	8.1-8.5	Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, рег. № 22129-09
Компьютер			
7	Персональный компьютер	8.4	Персональный компьютер (интерфейс Ethernet; объем оперативной памяти не менее 1 Гб; объем жесткого диска не менее 10 Гб; дисковод для чтения CD-ROM; операционная система Windows) с установленным программным обеспечением

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускают лица, имеющие документ о повышении квалификации в области поверки средств измерений электрических величин.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого измерителя необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью кабеля или адаптера и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление должно производиться посредством заземляющего провода или сетевого адаптера, предназначенного для данного оборудования;
- присоединения поверяемого измерителя и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с оборудованием при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с поверяемым измерителем в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с поверяемым измерителем в случае обнаружения его повреждения.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

6.2 Для контроля температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха использовать термогигрометр электронный «CENTER» модель 313.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационные документы на поверяемые измерители, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;
- выдержать измерители в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 1 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1;
- подготовить к работе средства поверки и выдержать во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

7.2 Для питания измерителей использовать автотрансформатор типа ЛАТР (модель ЛАТР-10).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра измерителей проверяют:

- соответствие комплектности перечню, указанному в руководстве по эксплуатации;
- соответствие серийного номера указанному в руководстве по эксплуатации;
- чистоту и исправность разъемов;
- маркировку и наличие необходимых надписей на измерителе;
- отсутствие механических повреждений и ослабление крепления элементов конструкции (повреждение корпуса, разъёма);
- сохранность органов управления, четкость фиксаций их положений.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются все вышеуказанные требования.

8.2 Проверку электрического сопротивления изоляции выполнять в следующем порядке:

1) Подготовить установку для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 (далее – GPT-79803) и измеритель в соответствии с руководствами по эксплуатации.

2) Измерить поочередно электрическое сопротивление изоляции путем приложения напряжения постоянного тока равного 500 В в течение 1 мин между корпусом измерителя и каждым из контактов кабеля сетевого питания, соединяемых непосредственно с внешней сетью питания.

3) При необходимости восстановить соединения между измерителем и сетью питания.

Результаты проверки считать положительными, если все измеренные значения сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

8.3 Проверку электрической прочности изоляции выполнять в следующем порядке:

1) Подготовить GPT-79803 и измеритель в соответствии с руководствами по эксплуатации для проведения испытания электрической прочности изоляции со следующими параметрами: время выдержки выходного напряжения 60 секунд, скорость увеличения выходного напряжения не более 500 В за 1 с со значением выходного напряжения 1500 В между корпусом измерителя и каждым из контактов кабеля сетевого питания, соединяемых непосредственно с внешней сетью питания;

2) Провести испытание электрической прочности изоляции;

3) По окончании испытания при необходимости восстановить соединения между измерителем и сетью питания.

Результаты проверки считать положительными, если при проведении проверки не произошло пробоя электрической изоляции.

8.4 Опробование и подтверждение соответствия программного обеспечения.

8.4.1 Опробование проводят в следующей последовательности:

- 1) Подготовить измеритель в соответствии с руководством по эксплуатации.
- 2) Подать напряжение питания на измеритель с помощью автотрансформатора типа ЛАТР (модель ЛАТР-10).
- 3) При подаче напряжения питания происходит включение встроенного экрана.
- 4) Проверить функционирование встроенного экрана в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты считают положительными, если при подаче питания на измеритель происходит включение встроенного экрана и функционирование встроенного экрана осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.4.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения осуществляется в следующей последовательности:

- 1) Повторить п. 8.4.1.
- 2) Для определения номера версии встроенного программного обеспечения зафиксировать (далее по тексту – ПО) на дисплее измерителей при включении наименование и номер версии ПО.
- 3) Сравнить номер версии ПО, считанного с дисплея измерителя и указанного в описании типа.
- 4) Для определения номера версии внешнего программного обеспечения подключить измеритель к персональному компьютеру (ПК) и считать значение номера версии на дисплее ПК.

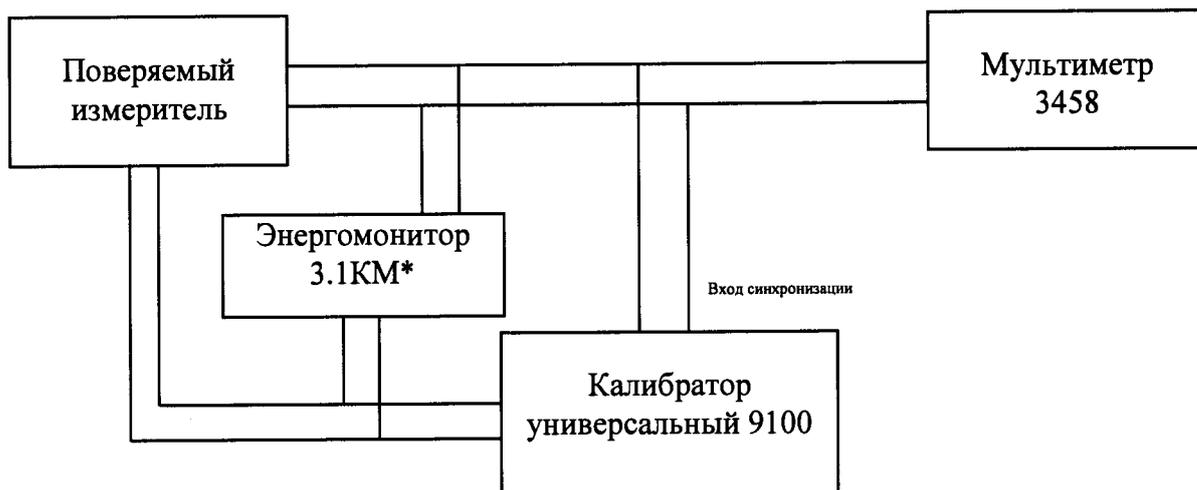
Результаты считают положительными, если наименование и номер версии ПО совпадают с данными представленными в описании типа.

8.5 Определение метрологических характеристик

8.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициентов трансформации трансформаторов напряжения и тока

Определение абсолютной погрешности измерений коэффициентов трансформации трансформаторов напряжения и тока проводить для всех модификаций измерителей при помощи калибратора универсального 9100 (далее – 9100) и мультиметра 3458А (далее – 3458А) в следующей последовательности:

- 1) подготовить измеритель, 9100 и 3458А в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке 1 (контакты для подключения указаны в руководстве по эксплуатации);
- 3) включить измеритель, 9100 и 3458А в соответствии с их руководствами по эксплуатации;



*Примечание - * - прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1КМ используется при определении абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига*

Рисунок 1 - Схема структурная определения абсолютной погрешности измерений коэффициентов трансформации трансформаторов напряжения и тока и угла фазового сдвига

4) установить на измерителе номинальное значение испытательного напряжения переменного тока 1 В при частоте переменного тока 50 Гц;

5) при помощи 9100 воспроизвести пять значений напряжения переменного тока, соответствующих пяти значениям коэффициента трансформации трансформаторов напряжения (тока), равномерно распределенных внутри диапазона измерений (10-15 %, 20-30 %, 40-60 %, 70-80 %, 90-100 % от диапазона измерений) в соответствии с модификацией измерителя (таблицы 1 – 3);

6) при помощи 3458А зафиксировать значения напряжения переменного тока;

7) рассчитать значения коэффициента трансформации по формуле (1):

$$K_{Тэ\text{т}} = \frac{U_{3458A}}{U_{9100}} \quad (1)$$

где U_{TR} – измеренное с помощью 3458А значение напряжения переменного тока;
 U_{9100} – воспроизведенное 9100 значение напряжения переменного тока.

8) при помощи измерителя зафиксировать значения коэффициента трансформации трансформаторов напряжения (тока);

9) рассчитать значение абсолютной погрешности измерений коэффициентов трансформации трансформаторов напряжения и тока ΔK_T по формуле (2):

$$\Delta K_T = K_{T\text{изм}} - K_{T\text{э\text{т}}} \quad (2)$$

где $K_{T\text{изм}}$ – значение коэффициента трансформации трансформаторов напряжения и тока, зафиксированное измерителем;

$K_{T\text{э\text{т}}}$ – эталонное значение коэффициента трансформации трансформаторов напряжения и тока, рассчитанное по формуле (1).

10) Повторить операции по п. 4-7 для остальных значений номинального испытательного напряжения переменного тока.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают указанных в таблицах 1 – 3.

8.5.2 Определение абсолютной погрешности измерений силы переменного тока (только для измерителей модификации TR-MARK III)

Определение абсолютной погрешности измерений силы переменного тока проводить при помощи калибратора универсального 9100 (далее – 9100) в следующей последовательности:

- 1) подготовить измеритель и 9100 в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- 2) собрать схему, представленную на рисунке 2 (контакты для подключения указаны в руководстве по эксплуатации);
- 3) включить измеритель и 9100 в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- 4) установить на измерителе номинальное значение испытательного напряжения переменного тока 250 В при частоте переменного тока 50 Гц;

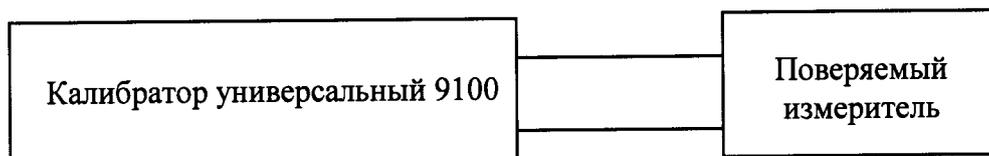


Рисунок 2 – Схема структурная определения абсолютной погрешности измерений силы переменного тока, междуфазного напряжения переменного тока

5) при помощи 9100 поочередно воспроизвести пять значений силы переменного тока частотой 50 Гц, равномерно распределенных внутри диапазона измерений: 10-15 %, 20-30 %, 40-60 %, 70-80 %, 90-100 % от диапазона измерений;

6) при помощи измерителя зафиксировать полученные значения силы переменного тока;

7) рассчитать значение абсолютной погрешности измерений силы переменного тока ΔI , мА, по формуле (3):

$$\Delta I = I_{изм} - I_{эт} \quad (3)$$

где $I_{изм}$ – значение силы переменного тока, зафиксированное измерителем, мА (А);
 $I_{эт}$ – значение силы переменного тока, воспроизведенное 9100, мА (А).

8) Повторить операции по п. 4-7 для остальных значений номинального испытательного напряжения переменного тока.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают указанных в таблицах 1 – 3.

8.5.3 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига (только для измерителей модификаций TR-MARK III)

Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига проводить при помощи калибратора универсального 9100 (далее – 9100) и мультиметра 3458А (далее – 3458А), прибора электроизмерительного эталонного многофункционального Энергомонитор-3.1КМ в следующей последовательности:

1) подготовить измеритель и приборы в соответствии с их руководствами по эксплуатации;

2) собрать схему, представленную на рисунке 1 (контакты для подключения указаны в руководстве по эксплуатации);

3) включить измеритель и 9100 в соответствии с их руководствами по эксплуатации;

4) установить на измерителе номинальное значение испытательного напряжения переменного тока 250 В при частоте переменного тока 50 Гц;

5) при помощи 9100 поочередно воспроизвести пять значений угла фазового сдвига: минус 90°; минус 45°; 0°; плюс 45°; плюс 90°;

6) при помощи измерителя зафиксировать полученные значения угла фазового сдвига;

7) рассчитать значение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига $\Delta\varphi$, °, по формуле (4):

$$\Delta\varphi = \varphi_{TR} - \varphi_{9100} \quad (4)$$

где φ_{TR} - измеренное при помощи измерителя значение угла фазового сдвига;
 φ_{9100} - значение угла фазового сдвига, воспроизведенное 9100.

8) Повторить операции по п. 4-7 для остальных значений номинального испытательного напряжения переменного тока.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают указанных в таблицах 1 – 3.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки;
- наименование и обозначение поверенного средства измерений;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств поверки (со сведениями о поверке последних);
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты каждой из операций поверки согласно таблице 3.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты операций поверки указывать на оборотной стороне свидетельства о поверке.

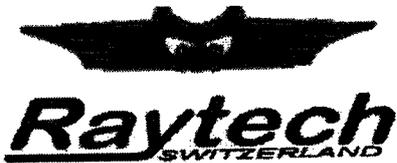
9.2 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

9.3 При отрицательном результате поверки, выявленных при любой из операций поверки, описанных в таблице 3, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 02.07.2015 г. № 1815.

Заместитель начальника отдела
испытаний ООО «ИЦРМ»



Ю. А. Винокурова



Фирма «Raytech GmbH», Швейцария в лице *CEO Mr. Rolf Brunold* доверяет ООО «Евротест», зарегистрированному по адресу 198216, г. Санкт-Петербург, Ленинский пр., 140, в лице директора Волкова С. О., проведение всех необходимых работ, предусмотренных законодательством Российской Федерации, для внесения в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений РФ и последующего получения свидетельств об утверждении типа на следующие средства измерений:

- измерители сопротивления обмоток WR50 и WR14,
- измерители коэффициента трансформации серии TR.

Raytech GmbH, Switzerland, represented by *CEO Mr. Rolf Brunold*, hereby authorizes Eurotest LLC, registered at Bld. 140, Leninsky Prospekt, St. Petersburg, 198216, represented by Director S.O. Volkov, to perform any type of necessary work, as stipulated by the legislation of the Russian Federation, for the purpose of registration in the Federal Information Fund for Ensuring the Uniformity of Measurements of the Russian Federation and further obtaining of type approval certificates for the following measuring equipment:

- WR50 and WR14 winding resistance meters.
- TR transformer ratio meters.

Bremgarten, 26th March 2018

Raytech GmbH
Oberabenestrasse 11
CH-5620 Bremgarten
Tel. +41 56 648 6010
Fax +41 56 648 6011

Rolf Brunold
General Manager