

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



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИЦ ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

2013 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СИСТЕМЫ
КОМПЛЕКСНОЙ ПРОВЕРКИ
ТРАНСФОРМАТОРОВ
STS 3000, STS 4000, STS 5000

Методика поверки

г. Москва
2013

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок систем комплексной проверки трансформаторов STS 3000, STS 4000, STS 5000, изготавливаемых фирмой «I.S.A. S.r.l.», Италия.

Системы комплексной проверки трансформаторов STS 3000, STS 4000, STS 5000 (далее – системы) предназначены для

формирования и измерения напряжения и силы переменного и постоянного токов;

измерения частоты;

измерения времени включения и отключения выключателей (реле);

измерения фазового угла;

измерения коэффициента трансформации трансформаторов напряжения, трансформаторов тока, силовых трансформаторов;

измерения электрического сопротивления;

измерения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь.

Межповерочный интервал – 2 года.

Погрешности вычисляемых величин определению не подлежат.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2. Опробование	7.3	Да	Да
3. Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.4	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока	7.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	7.6	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	7.7	Да	Да
7. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного тока	7.8	Да	Да
8. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока	7.9	Да	Да
9. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока	7.10	Да	Да
10. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	7.11	Да	Да
11. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты	7.12	Да	Да
12. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения	7.13	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первой поверке	периодической поверке
погрешности измерения времени включения и отключения			
13. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения фазового угла	7.14	Да	Да
14. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения коэффициента трансформации	7.15	Да	Да
15. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления	7.16	Да	Да
16. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь при совместном использовании с модулем TD 5000	7.17	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Эталонные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2 – 7.4	Визуально
7.5	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5. Номинальный первичный ток от 5 до 5000 А. Номинальный вторичный ток 5 А. Кл. т. 0,05. Измеритель многофункциональный характеристик переменного тока РЕСУРС-UF2-ПТ. Номинальные токи 1 и 5 А. Основная погрешность $\pm 0,05\%$. Мультиметр 3458А. Предел измерений силы переменного тока 10 мА. Основная погрешность $\pm (0,0003U_{изм.} + 0,0002U_{к.})$.
7.6	Шунты измерительные стационарные 75 ШИСВ.1. Номинальные токи от 100 до 1000 А. Кл. т. 0,2. Мультиметр 3458А. Предел измерений напряжения постоянного тока 100 мВ. Основная погрешность $\pm (0,000025U_{изм.} + 0,000035U_{к.})$.
7.7	Мультиметр 3458А. Пределы измерений напряжения переменного тока 10, 100 мВ, 1, 10, 100, 1000 В. Диапазон частот от 1 Гц до 10 МГц. Основная погрешность на пределе 100 В $\pm (0,0002U_{изм.} + 0,00002U_{к.})$. Трансформатор напряжения измерительный эталонный NVRD. Номинальное первичное напряжение от 3,6 до 40 кВ. Номинальное вторичное напряжение 100 В. Кл. т. 0,01.
7.8	Калибратор многофункциональный Fluke 5520A.

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.9	Калибратор многофункциональный Fluke 5520A.
7.10	Калибратор многофункциональный Fluke 5520A.
7.11	Калибратор многофункциональный Fluke 5520A.
7.12	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1. Диапазон измеряемых частот от 0,1 Гц до 1500 МГц. Напряжение входного сигнала от 0,03 до 10 В. Погрешность измерения частоты $\pm (5 \cdot 10^{-7} \pm 1 \text{ ед.сч.})$.
7.13	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1. Диапазон измеряемых частот от 0,1 Гц до 1500 МГц. Напряжение входного сигнала от 0,03 до 10 В. Погрешность измерения частоты $\pm (5 \cdot 10^{-7} \pm 1 \text{ ед.сч.})$.
7.14	Измеритель многофункциональный характеристик переменного тока РЕСУРС-UF2-ПТ. Диапазон измерения фазового угла от -180° до $+180^\circ$. Основная погрешность $\pm 0,1^\circ$.
7.15	Трансформатор напряжения измерительный лабораторный НЛЛ-15. Номинальное первичное напряжение от 3 до 16 кВ. Номинальное вторичное напряжение 100 В. Кл. т. 0,05. Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5. Номинальный первичный ток от 5 до 5000 А. Номинальный вторичный ток 5 А. Кл. т. 0,05.
7.16	Шунты измерительные стационарные 75 ШИСВ.1. Номинальные токи от 100 до 1000 А. Кл. т. 0,2. Катушки электрического сопротивления Р310, Р321. Номинальные значения электрического сопротивления 0,001; 0,01; 0,1; 1; 10 Ом. Кл. т. 0,01. Магазин сопротивления Р4831. Номинальные значения сопротивлений ступеней от 10^{-3} до 10^4 Ом. Класс точности $0,02/2 \times 10^{-6}$.
7.17	Блок поверки из комплекта измерителя параметров изоляции «Тангенс-2000». Сном = 1015 пФ, дном = 0,0005; 0,013; 0,1. Основная погрешность $\delta C = \pm 0,2\%$; $\Delta D = \pm (5 \cdot 10^{-5} + 0,003D)$.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °C	$\pm 1^\circ\text{C}$	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	$\pm 200 \text{ Па}$	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	$\pm 1\%$	Психрометр аспирационный М-34-М

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и аттестованные в качестве поверителей согласно ПР 50.2.012-94.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, проверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Определению подлежат погрешности измерения, перечисленные в таблицах 4 – 13:

Таблица 4 – Метрологические характеристики систем в режиме воспроизведения напряжения и силы тока

Воспроизводимая величина	Пределы воспроизведения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Сила переменного тока частотой 15 – 500 Гц	200, 300, 400, 600, 800 А	$\pm (0,002X_{\text{изм.}} + 0,002X_{\text{к.}})$
Сила постоянного тока	100, 200, 300, 400 А	$\pm (0,004X_{\text{изм.}} + 0,001X_{\text{к.}})$
Напряжение переменного тока частотой 15 – 500 Гц	500, 1000, 2000 В	$\pm (0,001X_{\text{изм.}} + 0,001X_{\text{к.}})$

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины.

Хк. – предел измерений.

Таблица 5 – Метрологические характеристики систем в режиме измерения напряжения и силы тока

Измеряемая величина	Пределы измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Сила переменного тока частотой 15 – 500 Гц	1, 10 А	$\pm (0,001X_{\text{изм.}} + 0,001X_{\text{к.}})$
Сила постоянного тока	1, 10 А	$\pm (0,0005X_{\text{изм.}} + 0,0015X_{\text{к.}})$
Напряжение переменного тока частотой 15 – 500 Гц	300 мВ 3 В 30, 300 В	$\pm (0,003X_{\text{изм.}} + 0,001X_{\text{к.}})$ $\pm (0,002X_{\text{изм.}} + 0,001X_{\text{к.}})$ $\pm (0,001X_{\text{изм.}} + 0,001X_{\text{к.}})$
Напряжение переменного тока частотой 15 – 500 Гц	30 мВ 300 мВ 3 В	$\pm (0,002X_{\text{изм.}} + 0,005X_{\text{к.}})$ $\pm (0,0015X_{\text{изм.}} + 0,0015X_{\text{к.}})$ $\pm (0,0005X_{\text{изм.}} + 0,0015X_{\text{к.}})$
Напряжение постоянного тока	10 мВ 100 мВ 1, 10 В	$\pm (0,001X_{\text{изм.}} + 0,003X_{\text{к.}})$ $\pm (0,001X_{\text{изм.}} + 0,002X_{\text{к.}})$ $\pm (0,0005X_{\text{изм.}} + 0,0015X_{\text{к.}})$

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины.
Хк. – предел измерений.

Таблица 6 – Метрологические характеристики систем в режиме измерения частоты

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Частота	15 – 500 Гц	± 0,0001 Гц

Таблица 7 – Метрологические характеристики систем в режиме измерения времени включения и отключения выключателей (реле)

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Время включения и отключения выключателей (реле)	0 – 9,999 с	± (0,00001Хизм. + 0,1 мс)

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины.

Таблица 8 – Метрологические характеристики систем в режиме измерения фазового угла

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Фазовый угол	0 – 360°	± 0,2°

Таблица 9 – Метрологические характеристики систем в режиме измерения коэффициента трансформации

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Коэффициент трансформации	0,8 – 166	± 0,004Хизм.
	167 – 1666	± 0,005Хизм.
	1667 – 9999	± 0,006Хизм.

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины.

Хк. – конечное значение диапазона измерений.

Таблица 10 – Метрологические характеристики систем в режиме измерения электрического со- противления

Измеряемая величина	Пределы измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Электрическое сопротивление (ток 400 А, 4-х проводная схема измерения)	10 мкОм 100 мкОм 1 мОм 10 мОм	± 0,0135Хизм. ± 0,011Хизм. ± 0,0095Хизм. ± 0,0095Хизм.
Электрическое сопротивление (ток 6 А, 4-х проводная схема измерения)	100 мОм 1 Ом 10 Ом	± 0,006Хизм. ± 0,006Хизм. ± 0,004Хизм.
Электрическое сопротивление (2-х проводная схема измерения)	100 Ом 1 кОм 20 кОм	± 0,012Хизм. ± 0,01Хизм. ± 0,01Хизм.

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины.

Таблица 11 – Метрологические характеристики систем в режиме воспроизведения силы переменного тока при совместном использовании с модулем BUX 3000

Воспроизводимая величина	Пределы воспроизведения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Сила переменного тока частотой 15 – 500 Гц	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 А	$\pm (0,002X_{изм.} + 0,002X_{к.})$

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины.

Хк. – предел измерений.

Таблица 12 – Метрологические характеристики систем в режиме воспроизведения напряжения и силы тока при совместном использовании с модулем TD 5000

Воспроизводимая величина	Пределы воспроизведения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Напряжение переменного тока частотой 15 – 500 Гц	12000 В	$\pm (0,003X_{изм.} + 1 В)$
Сила переменного тока частотой 15 – 500 Гц	5 А	$\pm (0,005X_{изм.} + 2 мА)$
Сила переменного тока частотой 15 – 500 Гц	10 мА	$\pm (0,003X_{изм.} + 0,1 мкА)$

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины.

Таблица 13 – Метрологические характеристики систем в режиме измерения при совместном использовании с модулем TD 5000

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Электрическая емкость	От 1 пФ до 100 нФ От 10 нФ до 3 мкФ	$\pm (0,0005X_{изм.} + 0,1 пФ)$ $\pm (0,002X_{изм.} + 10 пФ)$
Тангенс угла диэлектрических потерь	От 0 до 10 % От 0 до 100 %	$\pm (0,001X_{изм.} + 0,00005X_{к.})$ $\pm (0,005X_{изм.} + 0,0002X_{к.})$

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины.

Хк. – предел измерений.

7.2 Внешний осмотр

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие проверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность прибора должна соответствовать руководству по эксплуатации;
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Все надписи должны быть четкими и ясными;
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов проверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7.3 Опробование

Проверить работоспособность ЖКИ и функциональных клавиш. Режимы, отображаемые на ЖКИ, при переключении режимов измерений и нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

При неверном функционировании прибор бракуется и подлежит ремонту.

7.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Включить прибор.
2. Зафиксировать версию встроенного ПО, установленного в приборе, отображаемую в стартовом экране. Она должна быть не ниже указанной в таблице 14.

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 14 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

Тип прибора	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
STS 3000	Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 1.04
STS 4000	Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 1.04
STS 5000	Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 1.04

7.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного прибора.

В качестве эталонных приборов использовать трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5 и измеритель многофункциональный характеристик переменного тока РЕСУРС-UF2-ПТ.

Определение погрешности проводить в точках 200, 300, 400, 600, 800 А.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора трансформатор тока ТТИ-5000.5. К его вторичной обмотке подключить измеритель РЕСУРС-UF2-ПТ в режиме измерения силы переменного тока.
2. Перевести поверяемый прибор в режим воспроизведения силы переменного тока частотой 50 Гц величиной 200 А.
3. Запустить процесс измерения.
4. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных значений силы тока.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_A \times K \quad (1)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

I_A – показания измерителя РЕСУРС-UF2-ПТ, А;

K – коэффициент трансформации трансформатора ТТИ-5000.5

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока при совместном использовании с модулем BUX 3000 проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного прибора.

В качестве эталонных приборов использовать трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5 и измеритель многофункциональный характеристик переменного тока РЕСУРС-UF2-ПТ.

Определение погрешности проводить в точках 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 А.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора трансформатор тока ТТИ-5000.5. К его вторичной обмотке подключить измеритель РЕСУРС-UF2-ПТ в режиме измерения силы переменного тока.
2. Перевести поверяемый прибор в режим воспроизведения силы переменного тока частотой 50 Гц величиной 500 А.
3. Запустить процесс измерения.
4. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных значений силы тока.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_A \times K \quad (2)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

I_A – показания измерителя РЕСУРС-UF2-ПТ, А;

K – коэффициент трансформации трансформатора ТТИ-5000.5

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока при совместном использовании с модулем TD 5000 в диапазоне до 5 А проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного прибора.

В качестве эталонного прибора использовать измеритель многофункциональный характеристик переменного тока РЕСУРС-UF2-ПТ.

Определение погрешности проводить в точках 0,5; 1; 2,5; 4; 5 А.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора измеритель РЕСУРС-UF2-ПТ в режиме измерения силы переменного тока.
2. Перевести поверяемый прибор в режим воспроизведения силы переменного тока частотой 50 Гц величиной 0,5 А.
3. Запустить процесс измерения.
4. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных значений силы тока.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_0 \quad (3)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

I_0 – показания измерителя РЕСУРС-UF2-ПТ, А

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока при совместном использовании с модулем TD 5000 в диапазоне до 10 мА

проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного прибора.

В качестве эталонного прибора использовать мультиметр 3458А.

Определение погрешности проводить в точках 1; 2,5; 5; 7,5; 10 мА.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора мультиметр 3458А в режиме измерения силы переменного тока.
2. Перевести поверяемый прибор в режим воспроизведения силы переменного тока частотой 50 Гц величиной 1 мА.
3. Запустить процесс измерения.
4. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных значений силы тока.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_0 \quad (4)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

I_0 – показания мультиметра 3458А, А

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока проводить косвенным методом путем измерения вольтметром падения напряжения на шунте.

В качестве эталонных приборов использовать шунты измерительные стационарные 75 ШИСВ.1 на соответствующие номинальные токи (100, 200 и 1000 А) и мультиметр 3458А.

Определение погрешности проводить в точках 100, 200, 300, 400 А.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. К выходу поверяемого прибора подключить шунт 75 ШИСВ.1.
2. К потенциальным выводам шунта подключить мультиметр 3458А в режиме измерения напряжения постоянного тока.
3. Перевести поверяемый прибор в режим воспроизведения силы постоянного тока величиной 100 А.
4. Запустить процесс измерения.
5. Снять показания поверяемого прибора и эталонного вольтметра.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 7 для остальных значений силы тока.
7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - U_B/R_{\text{ш}} \quad (5)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

U_B – показания мультиметра 3458А, В;

$R_{\text{ш}}$ – номинальное значение сопротивления шунта 75 ШИСВ.1, Ом.

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Примечание. Номинальные сопротивления шунтов 75 ШИСВ.1 на различные номинальные токи приведены в таблице 15.

Таблица 15

Номинальный ток, А	Номинальное сопротивление, Ом
100	0,00075
200	0,000375
1000	0,000075

7.7 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока производить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного вольтметра.

При определении абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне до 1000 В в качестве эталонного прибора использовать мультиметр 3458А.

Определение погрешности проводить в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от выбранного предела измерений.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. К выходу поверяемого прибора подключить мультиметр 3458А.
2. Перевести поверяемый прибор в режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 50 Гц величиной, соответствующей 10 % от выбранного предела измерений.
3. Запустить процесс измерения.
4. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных значений напряжения.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = U_X - U_0 \quad (6)$$

где: U_X – показания поверяемого прибора, В;

U_0 – показания мультиметра 3458А, В;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

При определении абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне до 12000 В в качестве эталонных приборов использовать мультиметр 3458А и трансформатор напряжения NVRD 40.

Определение погрешности проводить в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от выбранного предела измерений.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. К выходу поверяемого прибора подключить трансформатор напряжения NVRD 40. К его вторичной обмотке подключить мультиметр 3458А в режиме измерения напряжения переменного тока.
2. Перевести поверяемый прибор в режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 50 Гц величиной, соответствующей 10 % от выбранного предела измерений.
3. Запустить процесс измерения.
4. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных значений напряжения.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = U_X - U_0 \times K \quad (7)$$

где: U_X – показания поверяемого прибора, В;

U_0 – показания мультиметра 3458А, В;

K – коэффициент трансформации трансформатора NVRD 40

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.8 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного тока

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного тока производить методом прямого измерения поверяемым прибором тока, воспроизведенного эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры силы переменного тока использовать калибратор многофункциональный Fluke 5520А. Частота переменного тока 50 Гц.

Определение погрешности прибора проводить в точках 1, 5, 10 А.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить ко входу прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения силы переменного тока частотой 50 Гц величиной 1 А.
3. Установить на поверяемом приборе режим измерения силы переменного тока.
4. Запустить процесс измерения.
5. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений силы тока.
7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_0 \quad (8)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

I_0 – показания калибратора, А;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.9 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока производить методом прямого измерения поверяемым прибором тока, воспроизведенного эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры силы постоянного тока использовать калибратор многофункциональный Fluke 5520А.

Определение погрешности прибора проводить в точках 1, 5, 10 А.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить ко входу прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения силы постоянного тока величиной 1 А.
3. Установить на поверяемом приборе режим измерения силы постоянного тока.
4. Запустить процесс измерения.
5. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений силы тока.
7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_0 \quad (9)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

I_0 – показания калибратора, А;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.10 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры напряжения переменного тока использовать калибратор многофункциональный Fluke 5520A.

Определение погрешности прибора проводить в точках 300 мВ, 3, 30, 300 В для входа высокого напряжения (300 В) и в точках 30, 300 мВ, 3 В для входа низкого напряжения (3 В).

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить ко входу прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 50 Гц величиной 300 мВ.
3. Установить на поверяемом приборе режим измерения напряжения переменного тока.
4. Запустить процесс измерения.
5. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений напряжения.
7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = U_X - U_0 \quad (10)$$

где: U_X – показания поверяемого прибора, В;

U_0 – показания калибратора, В;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.11 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры напряжения постоянного тока использовать калибратор многофункциональный Fluke 5520A.

Определение погрешности прибора проводить в точках в точках 10, 100 мВ, 1, 10 В.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить ко входу прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока величиной 10 мВ.
3. Установить на поверяемом приборе режим измерения напряжения постоянного тока.
4. Запустить процесс измерения.

5. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений напряжения.
7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = U_X - U_0 \quad (11)$$

где: U_X – показания поверяемого прибора, В;
 U_0 – показания калибратора, В;
 не превышают значений, указанных в п. 7.1.
 При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.12 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного прибора.

В качестве эталонного прибора использовать частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1.

Определение погрешности проводить в точках 50 и 400 Гц.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подключить к низковольтному выходу напряжения переменного тока «140V~» поверяемого прибора частотомер.
2. Перевести частотомер в режим измерения периода.
3. Перевести поверяемый прибор в режим воспроизведения напряжения переменного тока амплитудой 5 В и частотой 50 Гц.
4. Запустить процесс измерения.
5. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
6. Пересчитать результат измерения периода эталонного прибора в частоту.
7. Провести измерения по п.п. 2 – 6 для частоты 400 Гц.
8. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = F_X - F_0 \quad (12)$$

где: F_X – показания поверяемого прибора, Гц;
 F_0 – показания эталонного прибора, Гц;
 не превышают значений, указанных в п. 7.1.
 При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.13 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения времени включения и отключения

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения времени включения и отключения выключателя (реле) проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного прибора.

В качестве эталонного прибора для измерения времени включения и отключения (временных интервалов) использовать частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подключить через обмотку реле с напряжением срабатывания от 5 до 10 В (например, РЭС-55) к высоковольтному выходу напряжения переменного тока «2 kV~» поверяемого прибора частотомер.

2. Нормально замкнутые контакты реле подключить к входу «DIGITAL INPUT» поверяемого прибора.
3. Перевести частотомер в режим измерения временных интервалов.
4. Перевести поверяемый прибор в режим измерения времени включения и отключения с формированием нарастающего (Ramp) напряжения с градиентом 5 В/с и частотой 50 Гц.
5. Запустить процесс измерения.
6. В момент срабатывания реле процесс генерации напряжения закончится. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = T_X - T_0 \quad (13)$$

где: T_X – показания поверяемого прибора, с;

T_0 – показания частотомера, с;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.14 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения фазового угла

Определение пределов абсолютной допускаемой абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз проводить методом прямого измерения угла сдвига фаз между напряжениями, воспроизводимыми прибором, эталонным фазометром.

В качестве эталонного фазометра использовать измеритель многофункциональный характеристик переменного тока РЕСУРС-UF2-ПТ.

Определение погрешности прибора проводить в режиме определения коэффициента трансформации трансформаторов напряжения при напряжении первичной обмотки амплитудой 100 В и напряжения вторичной обмотки 10 В частоты 50 Гц при угле фазового сдвига равному $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. К выходу поверяемого прибора подключить эталонный прибор.
2. Перевести эталонный прибор в режим измерения угла сдвига фаз.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения коэффициента трансформации трансформаторов напряжения.
4. Установить на выходе поверяемого прибора напряжение первичной обмотки амплитудой 100 В, напряжения вторичной обмотки 10 В, частота 50 Гц, угол сдвига фаз 0° .
5. Запустить процесс измерения.
6. Снять показания поверяемого и эталонного прибора.
7. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений угла сдвига фаз.
8. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = \phi_X - \phi_0 \quad (14)$$

где ϕ_X – показания поверяемого прибора, градусов;

ϕ_0 – показания эталонного прибора, градусов.

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.15 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения коэффициента трансформации

Определение погрешности проводить методом прямого измерения поверяемым прибором коэффициента трансформации эталонных трансформаторов:

- трансформатора напряжения измерительного лабораторного НЛЛ-15,
- трансформатора тока измерительного лабораторного ТТИ 5000.5

в соответствующих режимах работы поверяемого прибора.

Определение погрешности измерения коэффициента трансформации в режиме измерения коэффициента трансформации измерительных трансформаторов напряжения (режим «VT Ratio») проводить с помощью трансформатора напряжения НЛЛ-15 в точках, указанных в таблице 16 следующем порядке:

1. Подключить с помощью штатных измерительных проводов к входам поверяемого прибора эталонный трансформатор напряжения. Номинальный коэффициент трансформации $K_{T0} = 30$.
2. Перевести поверяемый измеритель в режим измерения коэффициента трансформации трансформатора напряжения (режим «VT Ratio»).
3. Произвести измерение коэффициента трансформации и зафиксировать показания измерителя.
4. Определить абсолютную погрешность измерения коэффициента трансформации по формуле:

$$\Delta = K_{Tx} - K_{T0} \quad (15)$$

где K_{Tx} – коэффициент трансформации, измеренный поверяемым прибором;
 K_{T0} – номинальный коэффициент трансформации эталонного трансформатора.

5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных коэффициентов трансформации, перечисленных в таблице 16.

Таблица 16 – Цепи подключения эталонного трансформатора напряжения

Номинальный коэффициент трансформации, K_{T0}	Цепь подключения высоковольтного кабеля H1-H2	Цепь подключения низковольтного кабеля X1-X2
30	A1-X (3000 В)	a_2-x (100 В)
100	A7-X (10000 В)	a_2-x (100 В)
160	A12-X (16000 В)	a_2-x (100 В)

Определение погрешности измерения коэффициента трансформации в режиме измерения коэффициента трансформации измерительных трансформаторов тока (режим «CT Ratio») проводить с помощью трансформатора тока ТТИ 5000.5 в точках, указанных в таблице 17 следующем порядке:

1. Подключить с помощью штатных измерительных проводов к входам поверяемого измерителя эталонный трансформатор тока. Номинальный коэффициент трансформации $K_{T0} = 5$.
2. Перевести поверяемый измеритель в режим измерения коэффициента трансформации трансформатора тока («CT Ratio»).
3. Произвести измерение коэффициента трансформации и зафиксировать показания измерителя.
4. Определить абсолютную погрешность измерения коэффициента трансформации по формуле:

$$\Delta = K_{Tx} - K_{T0} \quad (16)$$

где K_{Tx} – коэффициент трансформации, измеренный поверяемым прибором;
 K_{T0} – номинальный коэффициент трансформации эталонного трансформатора, определяемый как отношение W_2/W_1 .

5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных коэффициентов трансформации, перечисленных в таблице 17.

Таблица 17 – Цепи подключения эталонного трансформатора тока

Номинальный коэффициент трансформации, K_{T0}	Цепь подключения высоковольтного кабеля Н1-Н2 (число витков W_2)	Цепь подключения низковольтного кабеля Х1-Х2 (число витков W_1)
5	И7-И8 (100)	Л3-Л5 (20)
50	И7-И8 (100)	Л1-Л2 (2)
600	И1-И11 (600)	Л1-Л2 (1)
1000	И1-И13 (1000)	Л1-Л2 (1)

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.16 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления производить методом прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизводимого эталонными мерами – шунтами, катушками сопротивления и магазином сопротивления.

В качестве эталонных мер электрического сопротивления в режиме выходного тока 400 А использовать шунты измерительные стационарные 75 ШИСВ.1.

В качестве эталонных мер электрического сопротивления в режиме выходного тока 6 А использовать катушки электрического сопротивления Р310, Р321, Р331.

В качестве эталонной меры электрического сопротивления при 2-х проводной схеме измерения использовать магазин сопротивления Р4831.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

- Подключить к измерительным входам прибора эталонную меру сопротивления.
- Перевести поверяемый прибор в соответствующий режим измерения электрического сопротивления.
- Установливая тестовый ток поверяемого прибора и подключая к его входу меры сопротивления, провести измерения в точках, указанных в таблице 18.
- Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = R_X - R_0 \quad (17)$$

где: R_X – показания поверяемого прибора, Ом;

R_0 – номинальное значение сопротивления эталонной меры, Ом;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 18

Режим измерения поверяемого прибора	Тестовый ток	Поверяемые отметки	Тип эталонной меры
400 А	400 А	0,000075 Ом	75 ШИСВ.1 1000 А

Режим измерения поверяемого прибора	Тестовый ток	Поверяемые отметки	Тип эталонной меры
	200 А	0,000375 Ом	75 ШИСВ.1 200 А
	100 А	0,00075 Ом	75 ШИСВ.1 100 А
6 А	6 А	0,001 Ом	P310
	3 А	0,01 Ом	P310
	1 А	0,1 Ом	P321
	0,3 А	1 Ом	P321
	0,1 А	10 Ом	P321
2-х проводная схема измерений	-	100 Ом	P4831
	-	1 кОм	P4831
	-	20 кОм	P4831

7.17 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь при совместном использовании с модулем TD 5000

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь проводить методом прямого измерения поверяемым прибором электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь, воспроизводимой эталонной мерой.

В качестве эталонной меры использовать блок поверки из комплекта измерителя параметров изоляции «Тангенс-2000».

Таблица 19 – Значения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь блока поверки

Номер клеммы блока поверки	Номинальная емкость, пФ	Номинальное значение тангенса угла диэлектрических потерь
НП1	1015	0,0005
НП2		0,013
НП3		0,1

Определение погрешности устройства проводить при выходных напряжениях поверяемого прибора 2, 5 и 10 кВ.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

- Подключить к выходу поверяемого прибора блок поверки из комплекта измерителя параметров изоляции «Тангенс-2000».
- Подключить высоковольтный кабель прибора к высоковольтному входу, а низковольтный кабель – к клемме НП1 блока поверки.
- Установить на выходе поверяемого прибора напряжение переменного тока величиной 2 кВ.
- Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого прибора.
- Провести измерения по п.п. 3 – 4 для значений напряжения прибора 5 и 10 кВ.
- Подключить высоковольтный кабель прибора к высоковольтному входу, а низковольтный кабель – к клемме НП2 блока поверки.
- Установить на выходе прибора напряжение переменного тока величиной 2 кВ.
- Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого прибора.
- Провести измерения по п.п. 7 – 8 для значений напряжения прибора 5 и 10 кВ.
- Подключить высоковольтный кабель прибора к высоковольтному входу, а низковольтный кабель – к клемме НП3 блока поверки.

11. Установить на выходе прибора напряжение переменного тока величиной 2 кВ.
12. Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого прибора.
13. Провести измерения по п.п. 11 – 12 для значений напряжения прибора 5 и 10 кВ.
14. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = C_X - C_0 \quad (18)$$

- где: C_X – показания поверяемого прибора, пФ;
 C_0 – значение электрической емкости блока поверки согласно таблицы 19, пФ;
 не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = \delta_X - \delta_0 \quad (19)$$

где: δ_X – показания поверяемого прибора;
 δ_0 – значение тангенса угла диэлектрических потерь блока поверки согласно таблицы 19;
 не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.
 При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки на корпус прибора наносится поверительная наклейка, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке или сертификат калибровки.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник сектора отдела 206.1
 ФГУП «ВНИИМС»

А.Ю. Терещенко