

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

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин



М.П. « 20 » 01 2014 г.

УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ
ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРОВ
QUALITROL СЕРИИ 500

Методика поверки

г. Москва
2014

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических проверок устройств контроля параметров трансформаторов QUALITROL серии 500, изготавливаемых фирмами «Qualitrol Company LLC», США и «Neoptix Canada LP», Канада.

Устройства контроля параметров трансформаторов QUALITROL серии 500 (далее – приборы) предназначены для измерения напряжения и силы постоянного и переменного тока, электрического сопротивления постоянному току, температуры, а также для выполнения функций сигнализации, управления исполнительными механизмами при оценке состояния и рабочих характеристик маслонеполненных силовых трансформаторов.

Межповерочный интервал – 4 года.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА 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 приведенной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока	7.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения силы постоянного и переменного тока	7.6	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения электрического сопротивления	7.7	Да	Да
7. Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения температуры	7.8	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 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2 – 7.4	Визуально
7.5	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,004$ %. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,025$ %.
7.6	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 20 А (до 1000 А с токовой катушкой). Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,01$ %. Диапазон воспроизведения силы переменного тока от 0 до 20 А (до 1000 А с токовой катушкой). Пределы допускаемой погрешности $\pm 0,2$ %. Трансформатор тока измерительный лабораторный ГТИ-5000.5. Номинальные значения первичного тока от 5 до 5000 А. Номинальный вторичный ток 5 А. Класс точности 0,05. Амперметр Д5080. Диапазон измерений от 0,1 до 20 А. Класс точности 0,2. Регулируемый источник тока РИТ-5000. Диапазон выходного тока от 0 до 5000 А.
7.7	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0 до 400 МОм. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,02$ %.
7.8	Термометр электронный лабораторный «ЛТ-300». Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 0,05$ °С в диапазоне температур от минус 50 до плюс 199,99 °С, $\pm 0,2$ °С в диапазоне температур от плюс 200 до плюс 300 °С. Калибраторы температуры серии АТС-Р/RTC-Р моделей АТС/RTC-157В, АТС-320В, АТС-650В. Диапазон воспроизводимых температур от минус 45 до плюс 700 °С. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры $\pm (0,04...0,35)$ °С. Нестабильность поддержания заданной температуры $\pm (0,005...0,02)$ °С.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °С	± 1 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	± 200 Па	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	± 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 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.;
- напряжение питания переменного тока $(220,0 \pm 2,2) \text{ В}$ частотой $(50,0 \pm 0,5) \text{ Гц}$.

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 ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Определению подлежат погрешности измерения, перечисленные в таблице 4:

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной погрешности, % ¹⁾
Напряжение постоянного тока	0 – 100 мВ; 0 – 10 В	$\pm 0,5$
Напряжение переменного тока частотой 50/60 Гц	0 – 140 В; 0 – 320 В	$\pm 0,5$
Сила постоянного тока	0 – 1 мА; 4 – 20 мА	$\pm 0,5$
Сила переменного тока ²⁾ частотой 50/60 Гц	0 – 5 А; 0 – 10 А; 0 – 20 А; 0 – 100 А; 0 – 200 А	$\pm 0,5$
Сопротивление постоянному току	1,5 – 15 кОм	$\pm 0,5$
Сопротивление постоянному току	40 – 2500 Ом	$\pm 1,0$
Температура	от минус 40 до плюс 120 °С (при использовании термопреобразователей сопротивления типов Pt100, Cu10); от минус 40 до плюс 200 °С (при использовании оптоволоконных датчиков)	$\pm 0,5$

Примечания: ¹⁾ – за нормирующее значение принимается верхний предел диапазона измерений.

2) – при использовании с внешним трансформатором тока.

7.2 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность 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, ЖК-дисплея, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

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 направляется в ремонт.

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 во второй строке ЖКИ. Она должна быть не ниже указанной в таблице 5.

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 5 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

Тип прибора	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
505 ITM	Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 1.05
506 VTM	Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 1.05
507 ITM	Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 1.05
509 ITM	Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 1.05

7.5 Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности проводить в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений. Частота переменного тока 50 Гц.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора калибратор.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения напряжения постоянного тока.

3. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока величиной, соответствующей 10 % от диапазона измерений.
4. Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 2 – 4 для остальных значений напряжения.
6. Перевести поверяемый прибор в режим измерения напряжения переменного тока.
7. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока величиной, соответствующей 10 % от диапазона измерений.
8. Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого и эталонного приборов.
9. Провести измерения по п.п. 6 – 8 для остальных значений напряжения.
10. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\gamma = \frac{U_x - U_0}{U_N} \cdot 100\% \quad (1)$$

где: U_x – показания поверяемого прибора, В;

U_0 – показания калибратора, В;

U_N – верхний предел диапазона измерений, В

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

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

7.6 Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения силы постоянного и переменного тока

Определение погрешности измерения силы постоянного тока в диапазоне до 20 мА и измерения силы переменного тока в диапазоне до 20 А производить методом прямого измерения поверяемым прибором силы тока, воспроизводимой эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности измерения силы переменного тока в диапазоне измерений свыше 20 А производить методом непосредственного сличения с показаниями эталонного прибора – амперметра Д5080, включенного через трансформатор тока ТТИ-5000.5. В качестве источника тока использовать регулируемый источник тока РИТ-5000.

Определение погрешности проводить в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений. Частота переменного тока 50 Гц.

Определение погрешности измерения силы постоянного тока в диапазоне до 20 мА производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора калибратор.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения силы постоянного тока.
3. Перевести калибратор в режим воспроизведения силы постоянного тока величиной, соответствующей 10 % от диапазона измерений.
4. Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений силы тока.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\gamma = \frac{I_x - I_0}{I_N} \cdot 100\% \quad (2)$$

где: I_x – показания поверяемого прибора, мА;

I_0 – показания калибратора, мА;

I_N – верхний предел диапазона измерений, мА

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.
При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Определение погрешности измерения силы переменного тока в диапазоне до 20 А производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора трансформатор тока (из комплекта прибора).
2. К первичной обмотке трансформатора тока подключить калибратор.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения силы переменного тока.
4. Перевести калибратор в режим воспроизведения силы переменного тока величиной, соответствующей 10 % от диапазона измерений.
5. Запустить процесс измерения и 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:

$$\gamma = \frac{I_x - I_0}{I_N} \cdot 100\% \quad (3)$$

где: I_x – показания поверяемого прибора, А;

I_0 – показания калибратора, А;

I_N – верхний предел диапазона измерений, А

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

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

Определение погрешности измерения силы переменного тока в диапазоне свыше 20 А производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора трансформатор тока (из комплекта прибора).
2. К первичной обмотке трансформатора тока подключить последовательно трансформатор тока ТТИ-5000.5, пропустив через его центральное отверстие питающий кабель из комплекта источника тока РИТ-5000. Число витков – согласно указаниям на табличке трансформатора. К вторичной обмотке трансформатора ТТИ-5000.5 подключить амперметр Д5080.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения силы переменного тока.
4. Включить источник РИТ-5000 и его органами регулировки установить силу тока в измерительной цепи величиной, соответствующей 10 % от диапазона измерений.
5. Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого и эталонного приборов.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений силы тока.
7. Рассчитать погрешности измерений в соответствии с формулой (3). За показания эталонного прибора I_0 принимается значение, определенное по формуле:

$$I_0 = I_A \times K; \quad (4)$$

где: I_A – величина силы тока, измеренная эталонным амперметром Д5080, А;
 K – коэффициент трансформации трансформатора ТТИ-5000.5.

8. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле (3) не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

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

7.7 Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения электрического сопротивления

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

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

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора калибратор.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения сопротивления постоянному току.
3. Перевести калибратор в режим воспроизведения сопротивления постоянному току величиной, соответствующей 10 % от диапазона измерений.
4. Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого и эталонного приборов.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных значений сопротивления.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\gamma = \frac{R_x - R_0}{R_N} \cdot 100\% \quad (5)$$

где: R_x – показания поверяемого прибора, Ом;

R_0 – показания калибратора, Ом;

R_N – верхний предел диапазона измерений, Ом

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

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

7.8 Определение пределов допускаемой приведенной погрешности измерения температуры (*)

7.8.1 Погрешность определяют в сухоблочных калибраторах температуры в 5-ти контрольных точках, находящихся внутри диапазона измеряемых температур: минус 40 °С, 0 °С, плюс 40 °С, плюс 80 °С и плюс 120 °С (для диапазона от минус 40 до плюс 120 °С); минус 40 °С, 0 °С, плюс 80 °С, плюс 150 °С и плюс 180 °С (для диапазона от минус 40 до плюс 200 °С).

7.8.2 Помещают рабочий конец оптоволоконного кабеля устройства в металлический блок сравнения калибратора температуры. Туда же помещают и первичный преобразователь термометра ЛТ-300. Далее в соответствии с Руководством по эксплуатации на оборудование устанавливают первую контрольную точку и после достижения теплового равновесия между термостатируемой средой, поверяемым и эталонным СИ при помощи соответствующего ПО или со встроенного дисплея устройства считывают и фиксируют результаты измерений температуры и заносят их в протокол измерений. Параллельно заносят в протокол значения температуры, измеренные эталонным термометром. Проводят не менее 10 измерений и после снятия показаний устанавливают следующую контрольную точку и проводят аналогичные операции.

7.8.3 После завершения всех измерений вычисляют средние арифметические значения показаний устройства и эталонного термометра.

7.8.4 Погрешность (Δ) в каждой контрольной точке вычисляют по формуле (6):

$$\Delta = \frac{t_x - t_{\text{эт}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot 100\%,$$

где: t_x – среднее арифметическое значение показаний устройства, °С;

$t_{\text{эт}}$ – среднее арифметическое значение показаний ЛТ-300, °С;

t_{max} , t_{min} – соответственно верхний и нижний пределы диапазона измерений, °С.

Значение Δ не должно превышать нормируемого значения приведенной погрешности $\pm 0,5\%$ (от диапазона измерений).

(*) Примечание: в случае невозможности демонтажа оптоволоконного датчика температуры проверку погрешности проводить только при первичной поверке. При периодической поверке в данном случае необходимо проверять только наличие сигнала от датчика, т.е. функциональность канала измерений температуры устройства.

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.

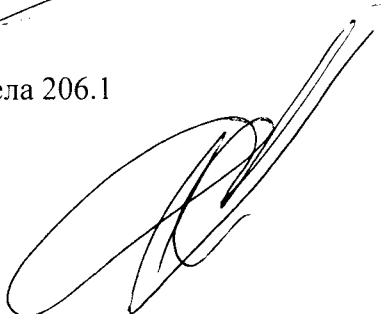
При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник лаборатории 207
ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



А.Ю. Терещенко