

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

---

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИЦ ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

М.П. «18» 12 2013 г.



**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**СИСТЕМЫ  
ПРОГРУЗКИ ПЕРВИЧНЫМ ТОКОМ  
RAPTOR**

**Методика поверки**

**г. Москва  
2013**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок систем прогрузки первичным током RAPTOR, изготавливаемых фирмой «EuroSMC, S.A.», Испания.

Системы прогрузки первичным током RAPTOR (далее – приборы) предназначены для воспроизведения и измерения силы и напряжения переменного тока, угла фазового сдвига.

Межпроверочный интервал – 2 года.

## **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 и подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3	Да	Да
3. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока	7.4	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	7.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного тока	7.6	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока	7.7	Да	Да
7. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига	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 – Эталонные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2 – 7.3	Визуально
7.4	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5. Номинальные значения первичного тока от 5 до 5000 А. Номинальный

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
	вторичный ток 5 А. Кл. т. 0,05. Измеритель многофункциональный характеристик переменного тока РЕСУРС-UF2-ПТ. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,05\%$ . Амперметр Д5090. Диапазон измерений силы переменного тока до 20 А. Кл. т. 0,2.
7.5	Мультиметр цифровой Keithley 2002. Предел измерений напряжения переменного тока 200 В. Кл. т. 0,06/0,03.
7.6	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения силы переменного тока от 0 до 20 А (до 1000 А с токовой катушкой). Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,045\%$ .
7.7	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,025\%$ .
7.8	Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1 Кхх 02. Диапазон измерений фазового угла от 0 до 360 градусов. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазового угла $\pm 0,03$ градуса.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °C	$\pm 1$ °C	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	$\pm 200$ 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  $(20 \pm 5)$  °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:

- Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
- 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.
- 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 таблице 4:

Таблица 4 – Метрологические и технические характеристики систем RAPTOR

Характеристика	Значение
Воспроизведение	
Диапазон воспроизведения силы переменного тока, А (канал 1)	См. таблицу 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока, А (канал 1)	$\pm (0,002X_{изм.} + 0,002X_{к.})$
Диапазон воспроизведения силы переменного тока, А (канал 2)	от 0 до 9 (непрерывно) от 0 до 35 (в течение 3 с)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока, А (канал 2)	$\pm (0,01X_{изм.} + 0,01X_{к.})$
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока, В (канал 2)	от 0 до 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока, В (канал 2)	$\pm (0,01X_{изм.} + 0,01X_{к.})$
Измерение	
Диапазон измерений силы переменного тока, А (вход A1in)	от 0 до 0,2 от 0 до 2 от 0 до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного тока, А (вход A1in)	$\pm (0,001X_{изм.} + 0,001X_{к.})$
Диапазон измерений напряжения переменного тока, В (вход V1in)	от 0 до 0,03 от 0 до 0,3 от 0 до 3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока, В (вход V1in)	$\pm (0,001X_{изм.} + 0,001X_{к.})$
Диапазон измерений напряжения переменного тока, В (вход V2in)	от 0 до 0,2 от 0 до 2 от 0 до 20 от 0 до 300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока, В (вход V2in)	$\pm (0,001X_{изм.} + 0,001X_{к.})$
Диапазон измерений угла фазового сдвига, градусов	от 0 до 360
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига, градусов	$\pm 0,25$

Примечание: частота переменного тока 50 Гц.

Хизм. – измеренное значение величины.

Хк. – конечное значение диапазона измерений.

Таблица 5 – Конфигурация систем RAPTOR

Система	Число модулей RAPTOR НН	Число модулей RAPTOR MS	Число модулей RAPTOR SL	Выходной ток/мощность в непрерывном режиме	Выходной ток/мощность в течение 3 мин	Выходной ток/мощность в течение 3 с
RAPTOR C-05	1	1	нет	3,8 кА/3,8 кВ·А	7,5 кА/3 кВ·А	9,5 кА/2 кВ·А
RAPTOR C-15	1	1	1	3,8 кА/8,2 кВ·А	7,5 кА/11 кВ·А	15 кА/4 кВ·А
RAPTOR C-25	1	1	2	3,8 кА/13,3 кВ·А	7,5 кА/13,5 кВ·А	15 кА/13 кВ·А
RAPTOR C-35	1	1	3	3,8 кА/18,4 кВ·А	7,5 кА/28 кВ·А	15 кА/22 кВ·А

## 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.

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Включить прибор.
2. Зафиксировать версию встроенного ПО, установленного в приборе, отображаемую в нижней части стартового экрана модуля RAPTOR НН. 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
RAPTOR	Встроенное	Микропрограмма	Не ниже 1.0.5070

## 7.4 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока для канала 1 проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного амперметра.

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

Определение погрешности проводить в непрерывном режиме работы поверяемого прибора в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений (в диапазоне до 3,8 кА).

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. К выходу поверяемого прибора подключить трансформатор тока ТТИ-5000.5. К его вторичной обмотке подключить измеритель РЕСУРС-UF2-ПТ в режиме измерения силы переменного тока.
2. Перевести прибор в режим воспроизведения силы 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 силы тока.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
  - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_0 \quad (1)$$

где:  $I_X$  – показания поверяемого прибора, А;

$I_0$  – показания эталонного прибора, А;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

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

За показания эталонного прибора  $I_0$  принимается значение, определенное по формуле:

$$I_0 = I_A \times K; \quad (2)$$

где:  $I_A$  – величина силы тока, измеренная измерителем РЕСУРС-UF2-ПТ, А;

$K$  – коэффициент трансформации трансформатора ТТИ-5000.5.

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока для канала 2 проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного амперметра.

В качестве эталонного амперметра использовать амперметр Д5090.

Определение погрешности проводить в непрерывном режиме воспроизведения тока с выхода канала 2 поверяемого прибора в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений (в диапазоне до 9 А).

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. К выходу поверяемого прибора подключить амперметр Д5090.
2. Перевести прибор в режим воспроизведения силы 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 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 эталонного прибора, А;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

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

## **7.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока**

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока для канала 2 проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного вольтметра.

В качестве эталонного вольтметра использовать мультиметр цифровой Keithley 2002.

Определение погрешности проводить в режиме воспроизведения напряжения с выхода канала 2 поверяемого прибора в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. К выходу поверяемого прибора подключить мультиметр цифровой Keithley 2002.
2. Перевести 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:

$$\Delta = U_X - U_0 \quad (4)$$

где:  $U_X$  – показания поверяемого прибора, В;

$U_0$  – показания эталонного прибора, В;

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 измерения силы переменного тока**

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного тока для входа «A1in» проводить методом прямого измерения поверяемым прибором тока, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры силы переменного тока использовать калибратор универсальный Fluke 9100.

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. Подключить ко входу «A1in» прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения силы переменного тока частотой 50 Гц величиной, соответствующей 10 % от выбранного предела измерений.
3. Установить на поверяемом приборе режим измерения силы тока по входу «A1in».
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:

$$\Delta = I_X - I_0 \quad (5)$$

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.

## 7.7 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, воспроизведенного эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры напряжения переменного тока использовать калибратор универсальный Fluke 9100.

Определение погрешности проводить для входов «V1in» и «V2in» 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. Подключить ко входу «V1in» («V2in») прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 50 Гц величиной, соответствующей 10 % от выбранного предела измерений.
3. Установить на поверяемом приборе режим измерения напряжения по входу «V1in» («V2in»).
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:

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

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.

## 7.8 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига

Определение пределов абсолютной допускаемой абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного фазометра.

В качестве источника напряжений и токов использовать установку поверочную универсальную УППУ-МЭ 3.1 Кхх 02. В качестве эталонного фазометра использовать прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1К из состава установки УППУ-МЭ 3.1 Кхх 02.

Определение погрешности прибора проводить используя входы «V2in» (для напряжения) и «A1in» (для тока). Значение напряжения – 100 В, значение тока – 5 А. Частота – 50 Гц.

Определение погрешности проводить в точках 0, 30, 60, 90, 120, 180 градусов в следующем порядке:

1. К входам поверяемого прибора подключить выходы напряжения и тока одной фазы установки УППУ-МЭ 3.1 Кхх 02.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения угла сдвига фаз между напряжением по входу «V2in» и током по входу «A1in».

3. Установить на выходе установки напряжение 100 В, силу тока 5 А, угол сдвига фаз между напряжением и током 0 градусов.
4. Запустить процесс измерения.
5. Снять показания поверяемого и эталонного приборов.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений угла фазового сдвига.
7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
  - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = \phi_x - \phi_0 \quad (7)$$

где  $\phi_x$  – показания поверяемого прибора, градусов;

$\phi_0$  – показания эталонного прибора, градусов;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

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