

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ  
Первый заместитель  
генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



Е.В. Морин

«21» июня 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
МОДУЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ

ТОРАZ ТМ РМ7-Pr

Методика поверки

РТ-МП-5278-551-2018

г. Москва  
2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на модули измерительные многофункциональные TOPAZ ТМ РМ7-Pr (далее – модули), изготовленные ООО «ПиЭлСи Технолоджи», г. Москва, и устанавливает операции при первичной и периодической поверке.

Интервал между поверками – 8 лет.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции   | Номер пункта методики | Обязательность выполнения операции при |                       |
|---|-----------------------|--|-----------------------|
|   |                       | первичной поверке                      | периодической поверке |
| Внешний осмотр  | 7.1                   | Да                                     | Да                    |
| Проверка идентификации программного обеспечения   | 7.2                   | Да                                     | Да                    |
| Проверка электрической прочности изоляции   | 7.3                   | Да                                     | Нет                   |
| Определение основной относительной погрешности измерений активной и реактивной энергии  | 7.4 <sup>1)</sup>     | Да                                     | Да                    |
| Определение основной относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока  | 7.5 <sup>1)</sup>     | Да                                     | Да                    |
| Определение основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока  | 7.6 <sup>1)</sup>     | Да                                     | Да                    |
| Определение основной относительной погрешности измерений силы переменного тока  | 7.7 <sup>1)</sup>     | Да                                     | Да                    |
| Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока   | 7.8 <sup>1)</sup>     | Да                                     | Да                    |
| Определение погрешностей измерения показателей качества электрической энергии (ПКЭ)   | 7.9 <sup>1)</sup>     | Да                                     | Нет                   |
| Определение абсолютной погрешности встроенных часов   | 7.10                  | Да                                     | Да                    |
| Оформление результатов поверки  | 8                     | Да                                     | Да                    |
| Примечание – <sup>1)</sup> – операции поверки необходимо выполнять при наличии в модулях соответствующих каналов измерений. При отсутствии каналов измерений операции не выполняются. |                       |  |                       |

1.2 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки модули признают непригодным и их поверку прекращают.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки модулей должны применяться основные средства поверки (эталон), указанные в таблице 2.

2.2 Для определения условий проведения поверки используют вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 3.

2.3 Допускается применение не приведённых в таблицах 2 и 3 средств поверки, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых модулей и условий проведения поверки с требуемой точностью.

2.4 Все применяемые средства поверки должны быть поверены (аттестованы) в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации).

Таблица 2 – Основные средства поверки

| Номер пункта методики поверки  | Наименование и тип (условное обозначение), обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки  |
|--|--|
| 7.2  | Установка для проверки параметров электрической безопасности GPI 725 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19971-00)<br>– диапазон воспроизведения напряжения:<br>от 100 В до 5 кВ, $\Delta = \pm(0,01 \cdot U + 5 \text{ В})$ ;<br>– диапазон измерения сопротивления изоляции: от 1 до 500 МОм, $\delta = \pm 5 \%$ ; от 501 до 2000 МОм, $\delta = \pm 10,0 \%$ ; от 2001 до 9900 МОм, $\delta = \pm 20,0 \%$ . |
| 7.3, 7.4, 7.6, 7.7, 7.8  | Система поверочная переносная PTS 3.3С (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 60751-15)   |
| 7.5  | Калибратор многофункциональный Fluke 5522А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 51160-12)   |
| 7.9  | Калибратор Ресурс-К2М (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 31319-12).   |
| Примечание – основные метрологические и технические характеристики применяемых средств измерений утвержденного типа приведены в описаниях типа, доступных по ссылке: <a href="http://www.fundmetrology.ru/10_tipy_si/7list.aspx">http://www.fundmetrology.ru/10_tipy_si/7list.aspx</a> |  |

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

| Номер пункта методики поверки  | Наименование и тип (условное обозначение), обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки |
|--|---|
| 5.1  | Прибор комбинированный Testo 622 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 53505-13)  |
| 7.10   | Тестер-анализатор пакетных сетей МАКС-ЕМК Е (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 63631-16)   |
| Примечание – основные метрологические и технические характеристики применяемых средств измерений утвержденного типа приведены в описаниях типа, доступных по ссылке: <a href="http://www.fundmetrology.ru/10_tipy_si/7list.aspx">http://www.fundmetrology.ru/10_tipy_si/7list.aspx</a> |   |

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке модулей допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на поверяемые модули, основные и вспомогательные средства поверки и настоящую методику поверки.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

4.2 При проведении поверки модулей необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах на поверочную установку и поверяемый модуль.

4.3 К работам по поверке модулей следует допускать лиц, прошедших инструктаж по технике безопасности и имеющих удостоверение о проверке знаний. Специалист, осуществляющий поверку модулей, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

## **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С.....23±2
- относительная влажность окружающего воздуха, %.....от 30 до 80

## **6 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ**

6.1 Выдержать модуль при температуре, указанной в пункте 5.1 настоящей методики, в течение 30 мин.

6.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отключений.

6.3 Подключить средства поверки к сети переменного тока, включить и дать им прогреться в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на них.

6.4 Проверить условия поверки по пункту 5.1 настоящей методики.

## **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяется:

- комплектность модуля в соответствии с паспортом;
- отсутствие повреждений на разъемах;
- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных элементов, нарушающих работу модуля или затрудняющих поверку.

7.1.2 Модули, имеющие дефекты, дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются.

### **7.2 Проверка идентификации программного обеспечения**

7.2.1 Для проверки идентификационных данных программного обеспечения (ПО) необходимо, согласно руководству по эксплуатации, подключить модуль к персональному компьютеру через консоль (USB порт) или по сети Ethernet.

7.2.2 При подключении модуля через консоль в программе «Конфигуратор устройств телемеханики» установить соединение с модулем. Выбрать вкладку «Текущие значения» и нажать кнопку «Считать текущие значения»

В появившемся окне считать значения следующих параметров: «Версия ПО» и «Тип устройства».

7.2.3 Результат проверки соответствия ПО считается положительным, если полученные значение параметра «Тип устройства» соответствует типу поверяемого модуля, номер версии ПО соответствует данным приведенным в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Идентификационные данные встроенного ПО

| Идентификационные данные (признаки)       | Модификация модуля |                         |             |             |
|---|--------------------|-------------------------|-------------|-------------|
|   | W                  | E                       | D           | Q, RDQ      |
| Идентификационное наименование ПО         | PM7-M              | PM7.E1.DI8              | Topaz PM7D  | pke.so      |
| Номер версии (идентификационный номер ПО) | v. 1.0.1.27        | v. 1.0.2.4              | v. 4.3.0.68 | 1.0.0.6     |
| Цифровой идентификатор ПО                 | отсутствует        | отсутствует             | отсутствует | отсутствует |
| Идентификационные данные (признаки)       | Модификация модуля |                         |             | LW          |
|   | RW                 | R, RW, RD, RDQ          |             |             |
| Идентификационное наименование ПО         | mip.so             | analoge_ras_launcher.so |             | PM7-LW      |
| Номер версии (идентификационный номер ПО) | 1.0.0.2            | 1.0.0.2                 |             | 1.0.1.5     |
| Цифровой идентификатор ПО                 | отсутствует        | отсутствует             |             | отсутствует |

Таблица 5 – Идентификационные данные внешнего ПО

| Идентификационные данные (признаки)       | Значение               |
|---|------------------------|
| Идентификационное наименование ПО         | «HW ITDS Конфигуратор» |
| Номер версии (идентификационный номер ПО) | не ниже v. 1.1.032.    |
| Цифровой идентификатор ПО                 | -                      |

### 7.3 Проверка электрической прочности изоляции

7.3.1 Проверка электрической прочности изоляции модуля напряжением переменного тока проводится на установке GPI 725, которая позволяет плавно повышать испытательное напряжение синусоидальной формы частотой 50 Гц от нуля к заданному значению. Мощность источника испытательного напряжения должна быть не менее 500 Вт.

7.3.2 При проверке электрической прочности изоляции подачу испытательного напряжения следует производить, начиная с нуля или со значения, не превышающего рабочего напряжения проверяемой цепи.

7.3.3 Скорость изменения напряжения должна быть такой, чтобы напряжение изменялось от нуля к заданному значению или от заданного значения к нулю за время от 5 до 20 с.

7.3.2 Испытательное напряжение 4 кВ переменного тока частотой 50 Гц прикладывают:

- между соединенными вместе всеми силовыми цепями тока и напряжения и «землей»;
- между соединенными вместе вспомогательными цепями с номинальным напряжением свыше 40 В и «землей».

Примечание – «Земля» – металлическая фольга, которой закрывают корпус модуля. Расстояние от фольги до вводов модуля должно быть не более 20 мм.

Результаты проверки считают положительными, если электрическая изоляция модуля выдерживает воздействие прикладываемого напряжения в течение 1 мин без пробоя или перекрытия изоляции.

Появление «короны» и шума не являются признаками неудовлетворительной изоляции.

### 7.4 Определение основной относительной погрешности измерений активной и реактивной энергии

Определение основной относительной погрешности измерений активной и реактивной энергии проводят при значениях параметров входного сигнала, указанных в таблицах 6 – 9, при использовании системы поверочной переносной PTS 3.3С при номинальном значении напряжения модулей.

Таблица 6 – Значения силы тока, коэффициента мощности и пределов допускаемой основной относительной погрешности измерений активной энергии при симметричной многофазной нагрузке

| Значение силы тока для модулей                     | Коэффициент мощности       | Пределы допускаемой основной погрешности, % |
|--|----------------------------|---|
| $0,01 I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 I_{\text{НОМ}}$ | 1                          | $\pm 0,2$                                   |
| $0,05 I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$  |                            | $\pm 0,2$                                   |
| $0,02 I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,10 I_{\text{НОМ}}$ | 0,5 (инд.),<br>0,8 (емк.)  | $\pm 0,2$                                   |
| $0,10 I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$  |                            | $\pm 0,2$                                   |
| $0,10 I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$  | 0,25 (инд.),<br>0,5 (емк.) | $\pm 0,2$                                   |

Таблица 7 – Значения силы тока, коэффициента мощности и пределов допускаемой основной относительной погрешности измерений активной энергии при однофазной нагрузке

| Значение силы тока для модулей                    | Коэффициент мощности | Пределы допускаемой основной погрешности, % |
|---|----------------------|---|
| $0,05 I_{\text{НОМ}} \leq I < I_{\text{МАКС}}$    | 1,0                  | $\pm 0,2$                                   |
| $0,01 I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$ | 0,5 (инд.)           | $\pm 0,2$                                   |

Таблица 8 – Значения силы тока, коэффициента мощности и пределов допускаемой основной относительной погрешности измерений реактивной энергии при симметричной многофазной нагрузке

| Значение силы тока для модулей                     | Коэффициент $\sin \varphi$ (инд., емк.) | Пределы допускаемой основной погрешности, % |
|--|---|---|
| $0,02 I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 I_{\text{НОМ}}$ | 1                                       | $\pm 0,5$                                   |
| $0,05 I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$  | 1                                       | $\pm 0,5$                                   |
| $0,05 I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,10 I_{\text{НОМ}}$ | 0,5                                     | $\pm 0,5$                                   |
| $0,10 I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$  | 0,5                                     | $\pm 0,5$                                   |
| $0,10 I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$  | 0,25                                    | $\pm 0,5$                                   |

Таблица 9 – Значения силы тока, коэффициента мощности и пределов допускаемой основной относительной погрешности измерений реактивной энергии при однофазной нагрузке

| Значение силы тока для модулей                    | Коэффициент $\sin \varphi$ (инд., емк.) | Пределы допускаемой основной погрешности, % |
|---|---|---|
| $0,10 I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$ | 1,0                                     | $\pm 0,5$                                   |
| $0,05 I_{\text{НОМ}} \leq I < I_{\text{МАКС}}$    | 0,5                                     | $\pm 0,5$                                   |

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения основной относительной погрешности не превышают значений пределов допускаемой основной относительной погрешности, приведенных в таблицах 6 – 9.

### 7.5 Определение основной относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение основной относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока проводят с помощью калибратора многофункционального Fluke 5522A методом прямых измерений в следующей последовательности:

– входные разъемы, предназначенные для измерения напряжения постоянного тока, соединить при помощи измерительных кабелей с выходными разъемами калибратора многофункционального Fluke 5522A;

– на калибраторе устанавливать значения напряжения постоянного тока на выходе, соответствующие 10, 25, 50, 75 и 100 % от верхнего граничного значения диапазона измерения модуля;

– относительную погрешность измерения напряжения постоянного тока определить по формуле (1):

$$\delta = \frac{U_{\text{изм.}} - U_{\text{уст.}}}{U_{\text{уст.}}} \cdot 100 \quad (1)$$

где  $\delta$  – относительная погрешность измерения напряжения постоянного тока, %;

$U_{\text{уст.}}$  – значение напряжения постоянного тока, задаваемое на калибраторе Fluke 5522A, В;

$U_{\text{изм.}}$  – значение напряжения постоянного тока, измеренное модулем, В.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительных погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на модули.

### 7.6 Определение основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока

Определение основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока проводят при пользовании системы поверочной переносной PTS 3.3С методом прямых измерений в следующей последовательности:

– входные разъемы, предназначенные для измерения напряжения переменного тока, соединить при помощи измерительных кабелей с выходными разъемами системой поверочной переносной PTS 3.3С;

– на калибраторе устанавливать значения напряжения переменного тока на выходе, соответствующие 10, 25, 50, 75 и 100 % от верхнего граничного значения диапазона измерения модуля, частотой 50 Гц;

– относительную погрешность измерения напряжения переменного тока определить по формуле (2):

$$\delta = \frac{U_{\text{изм.}} - U_{\text{уст.}}}{U_{\text{уст.}}} \cdot 100 \quad (2)$$

где  $\delta$  – относительная погрешность измерения напряжения переменного тока, %;

$U_{\text{уст.}}$  – значение напряжения переменного тока, задаваемое на системе поверочной переносной PTS 3.3С, В;

$U_{\text{изм.}}$  – значение напряжения переменного тока, измеренное модулем, В.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительных погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на модули.

### 7.7 Определение основной относительной погрешности измерений силы переменного тока

Определение основной относительной погрешности измерений силы переменного тока проводят при пользовании системы поверочной переносной PTS 3.3С методом прямых измерений в следующей последовательности:

– измерительные трансформаторы тока, предназначенные для измерения силы переменного тока, соединить при помощи измерительных кабелей с системой поверочной переносной PTS 3.3С;

– на системе поверочной переносной PTS 3.3С устанавливать значения силы переменного тока на выходе, соответствующие 10, 25, 50, 75 и 100 % от верхнего граничного значения диапазона измерения модуля (для верхнего граничного значения 200 А соответственно 10, 25 и 50 %), частотой 50 Гц;

– относительную погрешность измерения силы переменного тока определить по формуле (3):

$$\delta = \frac{I_{\text{изм.}} - I_{\text{уст.}}}{I_{\text{уст.}}} \cdot 100 \quad (3)$$

где  $\delta$  – относительная погрешность измерения силы переменного тока, %;

$I_{\text{уст.}}$  – значение силы переменного тока, задаваемое на системе поверочной переносной PTS 3.3С, А;

$I_{\text{изм.}}$  – значение силы переменного тока, измеренное модулем, А.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительных погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на модули.

### 7.8 Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока проводят при пользовании системы поверочной переносной PTS 3.3С методом прямых измерений в следующей последовательности:

– все измерительные трансформаторы тока, предназначенные для измерения силы переменного тока, соединить при помощи измерительных кабелей с системой поверочной переносной PTS 3.3С;

– на системе поверочной переносной PTS 3.3С установить значения силы переменного тока на выходе, 50 % от верхнего граничного значения диапазона измерения модуля;

– на системе поверочной переносной PTS 3.3С устанавливать значения частоты переменного тока равные 43, 50, 57 Гц;

– абсолютную погрешность измерения частоты переменного тока определить по формуле (4):

$$\Delta = f_{\text{изм.}} - f_{\text{уст.}} \quad (4)$$

где  $\Delta$  – абсолютная погрешность измерения частоты переменного тока, Гц;

$f_{\text{уст.}}$  – значение частоты переменного тока, задаваемое на системе поверочной переносной PTS 3.3С, Гц;

$f_{\text{изм.}}$  – значение частоты переменного тока, измеренное модулем, Гц.



Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительных погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на модули.

### **7.9 Определение погрешностей измерения показателей качества электрической энергии (ПКЭ)**

Для проверки метрологических характеристик модуля при измерении ПКЭ, параметров напряжения, силы тока и углов фазового сдвига применяют калибраторы переменного тока Ресурс-К2М.

Для каждого испытательного сигнала проводят не менее пяти измерений всех характеристик (кроме характеристик провалов напряжения, перенапряжений, кратковременной и длительной доз фликера). За погрешность модуля принимают максимальное по модулю значение погрешности.

7.9.1 Проверку погрешностей измерений ПКЭ (кроме характеристик провалов напряжения, перенапряжений, кратковременной и длительной доз фликера, коэффициентов интергармонических составляющих напряжения), параметров напряжения, силы тока и углов фазового сдвига проводят в следующей последовательности:

- подключают модуль к калибратору Ресурс-К2М;
- подают на измерительные входы модуля с выходов Ресурс-К2М испытательный сигнал 1 с характеристиками, приведёнными в таблице 10, в зависимости от номинального значения напряжения и тока устройства;
- для каждого испытательного сигнала на калибраторе задают:
  - отклонения напряжений основной частоты;
  - отклонение частоты;
  - углы фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты;
  - коэффициенты  $n$ -ых гармонических составляющих фазных напряжений;
  - углы фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими фазных напряжений;
  - среднеквадратические значения силы тока основной частоты;
  - углы фазового сдвига между напряжениями и токами основной частоты;
  - коэффициенты  $n$ -ых гармонических составляющих токов;
  - коэффициент мощности;
  - углы фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими напряжений и токов;
  - остальные характеристики воспроизводятся калибратором автоматически.
- считывают с модуля результаты измерений всех характеристик и сравнивают со значениями, воспроизведёнными калибратором;
- рассчитывают погрешности измерений, в зависимости от способа нормирования допускаемых погрешностей, по формулам (1) - (3).

Примечания:

Среднеквадратическое значение  $n$ -ой гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения проверяются вместе с коэффициентом  $n$ -ой гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения.

Среднеквадратическое значение  $n$ -ой гармонической составляющей тока проверяются вместе с коэффициентом  $n$ -ой гармонической составляющей тока.

Выполняют аналогичные операции для испытательных сигналов 2 - 5, приведённых в таблице 10.

Таблица 10 – Испытательные сигналы

| n  | Тип 1          |                               | Тип 2          |                               | Тип 3          |                               | Тип 4          |                               | Тип 5          |                               |
|----|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|
|    | $K_{U(n)}, \%$ | $\varphi_{U(n)}, \dots^\circ$ | $K_{U(n)}, \%$ | $\varphi_{U(n)}, \dots^\circ$ | $K_{U(n)}, \%$ | $\varphi_{U(n)}, \dots^\circ$ | $K_{U(n)}, \%$ | $\varphi_{U(n)}, \dots^\circ$ | $K_{U(n)}, \%$ | $\varphi_{U(n)}, \dots^\circ$ |
| 2  | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 3,00           | 0                             |
| 3  | 0              | 0                             | 20             | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 7,50           | 30                            |
| 4  | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 1,50           | 0                             |
| 5  | 0              | 0                             | 5              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 9,00           | 60                            |
| 6  | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,75           | 0                             |
| 7  | 0              | 0                             | 15             | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 7,50           | 90                            |
| 8  | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,75           | 0                             |
| 9  | 0              | 0                             | 5              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 2,25           | 120                           |
| 10 | 0              | 0                             | 10             | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,75           | 0                             |
| 12 | 0              | 0                             | 5              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 5,25           | 150                           |
| 12 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 13 | 0              | 0                             | 5              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 4,50           | 180                           |
| 14 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 15 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,45           | -150                          |
| 16 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 17 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 3,00           | -120                          |
| 18 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 19 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 2,25           | -90                           |
| 20 | 0              | 0                             | 5              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 21 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | -60                           |
| 22 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 23 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 2,25           | -30                           |
| 24 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 25 | 0              | 0                             | 5              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 2,25           | 0                             |
| 26 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 27 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 30                            |
| 28 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 29 | 0              | 0                             | 5              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 1,92           | 60                            |
| 30 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 31 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 1,86           | 90                            |
| 32 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |
| 33 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 120                           |
| 34 | 0              | 0                             | 0              | 0                             | 1              | 0                             | 0,1            | 0                             | 0,30           | 0                             |

7.9.2 Проверка допускаемых погрешностей измерений характеристик провалов напряжения и перенапряжений.

Проверку допускаемых погрешностей измерений характеристик провалов напряжения и перенапряжений проводят в следующей последовательности:

- подключают модуль к калибратору Ресурс-К2М;
- в подпункте «Параметры провалов и перенапряжений» меню калибратора Ресурс-К2М выбирают: «Опорное напряжение» - «заданное»;

– задают в устройстве пороговое значение провала напряжения, равное - 10,00 % относительно заданного напряжения, и пороговое значение перенапряжения, равное 10,00 % относительно заданного напряжения;

– подают на измерительные входы модуля с выходов калибратора Ресурс-К2М испытательный сигнал 1 с параметрами, приведёнными в таблице 11 в зависимости от номинального значения напряжения;

– поочередно устанавливают с помощью калибратора Ресурс-К2М испытательные сигналы 1 - 7 с характеристиками, приведёнными в таблице 11;

– считают с модуля результаты измерений характеристик провалов напряжения (длительность провала напряжения, глубина провала напряжения) и перенапряжений (длительность, коэффициент временного перенапряжения) для каждого испытательного сигнала;

– рассчитывают погрешности измерений характеристик провалов напряжения и перенапряжений;

Таблица 11 – Испытательные сигналы

| Испытательный сигнал | Характеристика провала, перенапряжения | Значение характеристики провала, перенапряжения для фазного и междуфазного напряжения |      |      |      |      |      |
|----------------------|--|---|------|------|------|------|------|
|                      |  | A   | B    | C    | AB   | BC   | CA   |
| 1                    | $\Delta U_n, \%$                       | 12  | 12   | 12   | 12   | 12   | 12   |
|                      | $\Delta_n t^1), c$                     | 59  | 59   | 59   | 59   | 59   | 59   |
|                      | Количество                             | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 2                    | $\Delta U_n, \%$                       | 30  | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   |
|                      | $\Delta_n t^1), c$                     | 10  | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
|                      | Количество                             | 2   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
| 3                    | $\Delta U_n, \%$                       | 50  | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   |
|                      | $\Delta_n t^1), c$                     | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
|                      | Количество                             | 5   | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| 4                    | $\Delta U_n, \%$                       | 99  | 99   | 99   | 99   | 99   | 99   |
|                      | $\Delta_n t^1), c$                     | 0,04  | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
|                      | Количество                             | 10  | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
| 5                    | $\Delta U_n, \%$                       | 1,12  | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,12 |
|                      | $\Delta_n t^1), c$                     | 59  | 59   | 59   | 59   | 59   | 59   |
|                      | Количество                             | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 6                    | $\Delta U_n, \%$                       | 1,3   | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  |
|                      | $\Delta_n t^1), c$                     | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
|                      | Количество                             | 5   | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| 7                    | $\Delta U_n, \%$                       | 2,0   | 2,0  | 2,0  | 2,0  | 2,0  | 2,0  |
|                      | $\Delta_n t^1), c$                     | 0,04  | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
|                      | Количество                             | 10  | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |

Примечание – <sup>1)</sup> – Период повторения провалов напряжения и перенапряжений задаётся в два раза больше их длительности. Длительность и период повторения провалов напряжения и перенапряжений должны быть кратны периоду сигнала основной частоты (параметр «Привязка» калибратора переменного тока «Ресурс-К2М» должен иметь значение «к периоду»).

7.9.3 Проверка допустимой погрешности измерения коэффициентов  $m$ -ых интергармонических составляющих напряжения и тока.

Проверку допустимой погрешности измерения коэффициентов  $m$ -ых интергармонических составляющих напряжения и тока проводят в следующей последовательности:

– подключают модуль к калибратору Ресурс-К2М;

– подают на измерительные входы модуля с выходов калибратора Ресурс-К2М испытательный сигнал 1 из таблицы 12. Номинальное значение выходного напряжения

калибратора Ресурс-К2М устанавливают в зависимости от номинального значения фазного напряжения модуля;

Примечание:

Среднеквадратическое значение  $m$ -ой интергармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения проверяются вместе с коэффициентом  $m$ -ой интергармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения.

Среднеквадратическое значение  $m$ -ой интергармонической составляющей тока проверяются вместе с коэффициентом  $m$ -ой интергармонической составляющей тока.

– считают с модуля результаты измерений коэффициентов  $m$ -ых интергармонических составляющих напряжения и силы тока;

– рассчитывают погрешности измерений коэффициентов  $m$ -ых интергармонических составляющих напряжения и тока, в зависимости от способа нормирования допускаемых погрешностей.

Выполняют указанные операции для испытательных сигналов 2 и 3, приведённых в таблице 12.

Таблица 12 – Испытательные сигналы

| m  | Тип 1                          |                                |  | Тип 2                          |                                |  | Тип 3                          |                                |  |
|----|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|--|
|    | $K_{U_{i\text{sig}(m)}},$<br>% | $K_{I_{i\text{sig}(m)}},$<br>% | $\Phi_{U_{i\text{sig}(m)}},$<br>$\Phi_{I_{i\text{sig}(m)}},$<br>...° | $K_{U_{i\text{sig}(m)}},$<br>% | $K_{I_{i\text{sig}(m)}},$<br>% | $\Phi_{U_{i\text{sig}(m)}},$<br>$\Phi_{I_{i\text{sig}(m)}},$<br>...° | $K_{U_{i\text{sig}(m)}},$<br>% | $K_{I_{i\text{sig}(m)}},$<br>% | $\Phi_{U_{i\text{sig}(m)}},$<br>$\Phi_{I_{i\text{sig}(m)}},$<br>...° |
| 1  | 2                              | 3                              | 4  | 5                              | 6                              | 7  | 8                              | 9                              | 10   |
| 1  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 2  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 20                             | 60                             | 0  |
| 3  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 20                             | 50                             | 0  |
| 4  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 5  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 20                             | 30                             | 0  |
| 6  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 7  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 8  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 9  | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 10 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,5                            | 2,5                            | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 12 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,25                           | 2,25                           | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 12 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,25                           | 2,25                           | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 13 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2,25                           | 2,25                           | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 14 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2                              | 2                              | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 15 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2                              | 2                              | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 16 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2                              | 2                              | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 17 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2                              | 2                              | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 18 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2                              | 2                              | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 19 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 2                              | 2                              | 0  | 0                              | 10                             | 0  |
| 20 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 1,75                           | 1,75                           | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 21 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 1,75                           | 1,75                           | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 22 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 1,75                           | 1,75                           | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 23 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 1,75                           | 1,75                           | 0  | 0                              | 0                              | 0  |
| 24 | 0,1                            | 0,2                            | 0  | 1,5                            | 1,5                            | 0  | 0                              | 0                              | 0  |

Продолжение таблицы 12

| 1  | 2   | 3   | 4 | 5   | 6   | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|-----|-----|---|-----|-----|---|---|---|----|
| 25 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1,5 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 26 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 27 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 28 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 29 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 30 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 31 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 32 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 33 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 34 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 35 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 36 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 37 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 38 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 39 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 40 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 41 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 42 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 43 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 44 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 45 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 46 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 47 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 48 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 49 | 0,1 | 0,2 | 0 | 1   | 1   | 0 | 0 | 4 | 0  |

#### 7.9.4 Проверка погрешностей измерения кратковременной и длительной доз фликера

Проверку погрешностей измерения кратковременной и длительной доз фликера проводят в следующей последовательности:

- подключают модуль к калибратору Ресурс-К2М;
- подают на измерительные входы модуля с выходов калибратора Ресурс-К2М испытательный сигнал 1 с параметрами, приведёнными в таблице 14. Выходное напряжение калибратора Ресурс-К2М устанавливают в зависимости от номинального значения фазного напряжения модуля;
- устанавливают с помощью калибратора Ресурс-К2М испытательный сигнал с следующими параметрами:
  - число изменений напряжения в минуту 7;
  - размах изменения напряжения (по каждой фазе) 1,46 %;
  - эквивалентное значение дозы фликера 1,000 (значения приведено в качестве – нормированного значения для расчёта погрешностей).
- через 30 мин считывают с модуля результаты измерений кратковременной дозы фликера за второй интервал времени 10 мин;
- рассчитывают погрешность измерений кратковременной дозы фликера принимая показание Ресурс-К2М (заданное значение кратковременной дозы фликера) равным 1,000;

– измеряют длительную дозу фликера, время измерений должно составлять 2 ч, начало и окончание интервала времени 2 ч должны совпадать с началом чётных часов текущего времени устройства по истечении времени измерений считывают с модуля результаты измерений длительной дозы фликера;

– рассчитывают погрешность измерений длительной дозы фликера, принимая показание Ресурс-К2М (заданное значение длительной дозы фликера) равным 1,000.

Результаты проверки считают положительными, если рассчитанные значения погрешностей измерений не превышают пределы, указанные в описании типа на модули.

### 7.10 Определение абсолютной погрешности встроенных часов

Определение абсолютной погрешности встроенных часов производится с помощью источника сигналов точного времени. В качестве источника сигналов точного времени используется группировка из 4-х серверов stratum 1, подключенных к государственному первичному эталону времени РФ, предоставленная ФГУП ВНИИФТРИ. Для первоначальной установки в поверяемом модуле текущего времени может быть использовано любое устройство синхронизации времени, например тестер-анализатор пакетных сетей МАКС-ЕМК Е (возможна замена на аналогичные устройства, работающие по сетевым протоколам синхронизации времени PTP или NTP) с антенной приема сигналов GPS. Для выполнения проверки необходимо:

– включить питание всех устройств;  
– настроить устройство синхронизации времени для передачи времени по сети Ethernet по протоколу PTP;

– соединить устройство синхронизации времени с модулем через гнездо LAN1.

– выполнить на модуле команды для синхронизации:

```
/usr/bin/ptp4l -A -4 -H -i eth0 -p /dev/ptp0 -s -q -m &  
/usr/bin/phc2sys -s /dev/ptp0 -S 0.0005 -O 0 -q &
```

– подождать в течение 5 минут для синхронизации устройств;

– проверить успешность синхронизации командой:

```
/usr/bin/pmc -u -b 0 'GET TIME_STATUS_NP'
```

– время в наносекундах в поле `master_offset`, не должно превышать 500;

– остановить синхронизацию, для этого в командной строке набрать следующую команду:  
`killall ptp4l`

– выполнить команды для настройки выхода в интернет:

```
ifconfig eth1 XXX.XXX.XXX.XXX,  
route add default gw YYY.YYY.YYY.YYY  
echo ZZZ.ZZZ.ZZZ.ZZZ >> /etc/resolv.conf
```

где `XXX.XXX.XXX.XXX` – ip адрес модуля;

`YYY.YYY.YYY.YYY` – ip адрес шлюза;

`ZZZ.ZZZ.ZZZ.ZZZ` – ip адрес DNS-сервера.

– в командной строке набрать следующую команду:

```
ntpdate -q ntp1.vniiftri.ru
```

– дождаться появления ответа в командной строке;

– время в секундах в поле `offset`, отображаемое в командной строке, будет соответствовать значению хода часов модуля  $\Delta_1$ ;

– оставить модуль во включенном состоянии на сутки;

– в командной строке набрать следующую команду:

```
ntpdate -q ntp1.vniiftri.ru
```

– дождаться появления ответа в командной строке;

– время в секундах в поле `offset`, отображаемое в командной строке, будет соответствовать значению ухода часов модуля  $\Delta_2$ ;

– рассчитать абсолютную погрешность встроенных часов по формуле:

– рассчитать абсолютную погрешность встроенных часов по формуле (5):

$$\Delta T = \left| \frac{(\Delta_2 - \Delta_1)}{dT} \cdot 24 \cdot 1000 \right| \quad (5)$$

где  $\Delta T$  – абсолютная погрешность встроенных часов, мс/сут;  
 $\Delta_1, \Delta_2$  – уход часов, нс;  
 $dT$  - время проведения испытания, ч.

Модуль считается выдержавшим испытание, если полученные значения абсолютной погрешности встроенных часов не превышают пределы, указанные в описании типа на модули.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

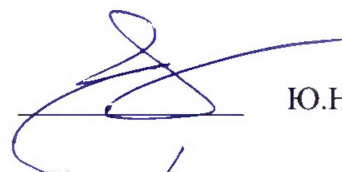
8.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с действующими нормативными правовыми документами.

8.2 Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в соответствующем разделе паспорта, заверенной оттиском поверительного клейма установленной формы с указанием даты.

8.3 Знак поверки наносится в месте, установленном в описании типа модулей.

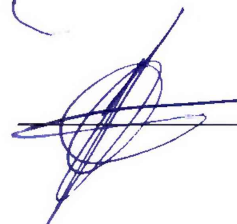
8.4 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник лаборатории № 551



Ю.Н. Ткаченко

Ведущий инженер по метрологии  
лаборатории № 551



А.Д. Чикмарев