

СОГЛАСОВАНО

Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»


М.С. Казаков

2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
Контроллеры электрического присоединения ARIS-22xx

Методика поверки

ПБКМ.424359.019 МП

г. Москва

2022 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	13
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР	13
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ	14
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	18
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	18
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	66
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	67

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры электрического присоединения ARIS-22xx (далее – контроллеры), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Прософт-Системы» (ООО «Прософт-Системы»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость контроллера к ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091, ГЭТ 89-2008 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03 сентября 2021 года № 1942, ГЭТ 88-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 года № 668, ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 года № 1621, ГЭТ 153-2019 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2021 г. № 1436.

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных модулей из состава средства измерений и проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка контроллеров должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – прямой метод измерений, метод сличения с помощью компаратора, метод непосредственного сличения и измерения разности шкал времени по каналам связи и по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (далее также – ГНСС).

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в разделе 11.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Наименование операции	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
7	Внешний осмотр	Да	Да
8	Опробование	Да	Да
9	Проверка программного обеспечения	Да	Да
10	Определение метрологических характеристик	Да	Да
10.1	Определение метрологических характеристик модуля M1.4 при измерении параметров переменного тока и измерении показателей качества электрической энергии	Да	Да

10.2	Определение метрологических характеристик модулей М3.4, М4.4 при измерении параметров переменного тока и измерении показателей качества электрической энергии	Да	Да
10.3	Определение метрологических характеристик модуля М6.4 при измерении параметров переменного тока	Да	Да
10.4	Определение метрологических характеристик модуля М7.4 при измерении параметров переменного тока	Да	Да
10.5	Определение приведенной основной погрешности при измерении унифицированных аналоговых сигналов силы постоянного тока для модуля G1.4	Да	Да
10.6	Определение относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направления с симметричными нагрузками для контроллеров класса точности 0,2S (функция М), относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направления для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений для контроллеров класса точности 0,2S (функция М), относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направления с симметричными нагрузками для контроллеров класса точности 0,5 (функция М), относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направления для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений для контроллеров класса точности 0,5 (функция М)	Да	Да
10.7	Определение метрологических характеристик собственных часов контроллеров	Да	Да
11	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс (25 ± 10) °С;
- относительная влажность не более 80 %;
- атмосферное давление, кПа (высота размещения над уровнем моря) от 84,0 до 106,7 (до 1000 м);
- напряжение питания переменного тока (220 ± 22) В;
- напряжение питания постоянного тока (220 ± 22) В;
- напряжение питания постоянного тока $(24 \pm 2,4)$ В.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые контроллеры и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
Основные средства поверки		
р.10.5	Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 2091 в диапазоне от -5 до +20 мА	Калибратор многофункциональный АОИР, модификация Calys 150R (далее – калибратор Calys 150R), рег. № 48000-11
р.10.1, р. 10.2, р. 10.3	<p>Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу № 1942.</p> <p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 668.</p> <p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 1436.</p> <p>Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно Приказу № 1621.</p> <p>Диапазон воспроизведений частоты переменного тока от 42,5 до 57,5 Гц;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении частоты переменного тока не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений среднеквадратических значений фазного/междуфазного напряжения переменного тока от $0,05 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ В, при $U_{\text{НОМ}} = 57,7/100$ В и $U_{\text{НОМ}} = 220/380$ В;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же</p>	Калибратор переменного тока «Ресурс-К2», модификация «Ресурс-К2М» (далее – калибратор Ресурс-К2М), рег. № 31319-12

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
	<p>значении напряжения переменного тока не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений среднеквадратических значений фазного/междуфазного напряжения переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности от $0,05 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{ном}}$ В, при $U_{\text{ном}} = 57,7/100$ В и $U_{\text{ном}} = 220/380$ В;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении напряжения переменного тока и последовательности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot I_{\text{ном}}$, при $I_{\text{ном}} = 1$ А и $I_{\text{ном}} = 5$ А;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении силы переменного тока не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений активной фазной и трехфазной электрической мощности от $0,05 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{ном}}$ В; от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot I_{\text{ном}}$ А; $0,25 \leq \cos\varphi \leq 1$;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении активной электрической мощности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений реактивной фазной и трехфазной электрической мощности от $0,05 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{ном}}$ В; от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot I_{\text{ном}}$ А; $0,25 \leq \sin\varphi \leq 1$;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств</p>	

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
	<p>измерений при одном и том же значении реактивной электрической мощности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений полной фазной и трехфазной электрической мощности от $0,05 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{ном}}$ В; от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot I_{\text{ном}}$ А;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении полной электрической мощности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении угла фазового сдвига не более 1:2.</p> <p>Диапазон воспроизведений коэффициента искажения синусоидальности кривой тока от 1 до 45 % (при $K_1 \geq 1,0$) и от 0 до 1 % (при $K_1 < 1,0$);</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении коэффициента искажения синусоидальности кривой тока не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений коэффициента n-й гармонической составляющей силы переменного тока от 1 до 30 (при $K_{\text{лsg},n} \geq 1,0$) и от 0 до 1 (при $K_{\text{лsg},n} < 1,0$);</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении коэффициента n-й гармонической составляющей силы переменного тока не более 1:3.</p>	

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
	<p>Диапазон воспроизведенный коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности от 0 до 20 %;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведенный коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности от 0 до 20 %;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведенный длительности провала (прерывания) напряжения переменного тока от 0,02 до 60 с;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении длительности провала (прерывания) напряжения переменного тока не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведенный длительности перенапряжения от 0,02 до 60 с;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении длительности перенапряжения не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведенный коэффициента временного перенапряжения от 0,01 до 30 отн. ед.;</p> <p>соотношение погрешностей</p>	

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
	<p>эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении коэффициента временного перенапряжения не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений глубины провала напряжения от 10 до 95 %;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении глубины провала напряжения не более 1:3.</p>	
р.10.4	<p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 668.</p> <p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 1436.</p> <p>Диапазон воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока от 1,5 до 2000 А;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении силы переменного тока не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности от 1,5 до 2000 А;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений активной фазной и трехфазной электрической мощности от</p>	<p>Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-61 рег. № 39508-14 в совокупности с Блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10</p>

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
	<p>$0,05 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{ном}}$ В; $1,5 \leq I \leq 2000$ А; $0,25 \leq \cos\varphi \leq 1$;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении активной фазной и трехфазной электрической мощности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений реактивной фазной и трехфазной электрической мощности от $0,05 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{ном}}$ В; $1,5 \leq I \leq 2000$ А; $0,25 \leq \sin\varphi \leq 1$;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении реактивной фазной и трехфазной электрической мощности не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений полной фазной и трехфазной электрической мощности от $0,05 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{ном}}$ В; $1,5 \leq I \leq 2000$ А;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении полной фазной и трехфазной электрической мощности не более 1:3.</p>	
р.10.4	<p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 668.</p> <p>Номинальные значения первичного тока 100; 400; 500; 700; 1000; 2000 А.</p> <p>Номинальное значение вторичного тока 5 А.</p> <p>Класс точности 0,05 по ГОСТ 23624-2001</p>	Трансформатор тока измерительный переносной ТТИП-5000/5, рег. № 39854-08
р.10.4, р. 10.6	<p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 668.</p> <p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 1436.</p>	Установка модульная трехфазная портативная для поверки счетчиков электрической энергии PTS 400.3 (далее – установка PTS 400.3), рег. № 33229-06

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
	<p>Диапазон воспроизведений силы переменного тока от 0,001 до 120 А;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении силы переменного тока не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений активной электрической энергии прямого и обратного направлений с симметричными нагрузками от $0,01 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot I_{\text{ном}}$ А; при $\cos\varphi = 0,25$ (инд.), 0,5 (инд.), 0,5 (емк.), 0,8 (емк.), 1,0; при $U_{\text{ном}} = 57,7/100$ В и $U_{\text{ном}} = 230/380$ В;</p> <p>Диапазон воспроизведений активной электрической энергии прямого и обратного направлений для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений от $0,05 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot I_{\text{ном}}$ А; при $\cos\varphi = 0,5$ (инд.); 1,0; при $U_{\text{ном}} = 57,7/100$ В и $U_{\text{ном}} = 230/380$ В;</p> <p>соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении накопленной активной электрической энергии не более 1:3.</p> <p>Диапазон воспроизведений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений с симметричными нагрузками от $0,02 \cdot I_{\text{ном}}$ до $1,5 \cdot I_{\text{ном}}$ А; при $\sin\varphi = 0,25, 0,5, 1$; при $U_{\text{ном}} = 57,7/100$ В и $U_{\text{ном}} = 230/380$ В;</p> <p>Диапазон воспроизведений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений от</p>	

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
	0,05·I _{НОМ} до 1,5·I _{НОМ} А; при sinφ = 0,5 (инд./емк.), 1,0; при U _{НОМ} = 57,7/100 В и U _{НОМ} = 230/380 В; соотношение погрешностей эталонных и рабочих средств измерений при одном и том же значении накопленной реактивной электрической энергии не более 1:3.	
р.10.7	Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу № 1621	Устройство синхронизации времени ИСС, рег. № 71235-18
Вспомогательные средства поверки		
р.8, р.9, р.10	Диапазон измерений температуры окружающей среды от + 15 до + 35 °С, диапазон измерений относительной влажности от 5 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности – ± 0,7 °С	Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, рег. № 22129-09
р.8.2, р.8.3	Диапазон измерений сопротивления изоляции от 1 до 2000 МОм (в диапазоне выходного напряжения постоянного тока от 50 до 500 В); Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления изоляции в диапазонах 1 – 50 МОм: ± (0,05·R _{изм.} + 1 МОм) 51 – 2000 МОм: ± (0,1·R _{изм.} + 1 МОм) 1 – 500 МОм: ± (0,05·R _{изм.} + 1 МОм) 501 – 9500 МОм: ± (0,1·R _{изм.} + 1 МОм) Диапазон воспроизведений напряжения переменного тока от 100 до 5000 В частотой 50 Гц Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока, В ± (0,01·U _{изм.} + 5 В)	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12

Номер раздела (пункта) методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
р.8, р.9, р.10	Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от 21,6 до 242 В Предел допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока: $\pm (0,005 \cdot U + 2 \text{ е.м.р.})$	Источник питания серии SM1500, модификация SM 400-AR-8, рег. № 53452-13
р.8, р.9, р.10	Диапазон воспроизведений напряжения переменного тока от 198 до 242 В	Автотрансформатор ЛАТР-1,25 однофазный от 0 до 250 В
р.8, р.9, р.10	Диапазон измерений напряжения переменного тока от 198 до 242 В Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm (0,015 \cdot U + 0,5 \text{ В})$	Клещи токоизмерительные Fluke 325, рег. № 53163-13
р.10.4	Коэффициенты преобразования тока, $K_T=I_1/I_2$: 0,1; 5; 10	Блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10
р.8, р.9, р.10	-	Персональный компьютер IBM PC (далее – ПК, ПЭВМ); наличие интерфейсов Ethernet и USB; дисковод для чтения CD-ROM; операционная система Windows с установленным программным обеспечением; объем оперативной памяти не менее 1 Гб; объем жесткого диска не менее 10 Гб

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений, установленную в документах, регламентирующих требования к поверочным схемам на соответствующую единицу величин.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые контроллеры и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

Контроллер допускают к поверке, если:

- внешний вид контроллера соответствует описанию типа;
- соблюдаются требования по защите контроллера от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа;

– отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и контроллер допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, контроллер к дальнейшей поверке не допускают.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

– изучают эксплуатационную документацию на поверяемый контроллер и на применяемые средства поверки;

– выдерживают контроллер в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготавливают его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;

– подготавливают к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;

– провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3 с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции повышенным напряжением осуществляют при помощи установки для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 (далее – GPT-79803).

При проверке электрической прочности изоляции испытательное оборудование подключают к контрольным точкам независимых цепей контроллера, изображенным на рисунках 1 – 2. Независимыми цепями являются цепи питания, цепи дискретных входов (групповая развязка), цепи дискретных выходов (групповая развязка), цепи аналоговых входов (групповая развязка), цепи портов связи RS-485 (групповая развязка), цепи портов связи RS-232 (RS-422).

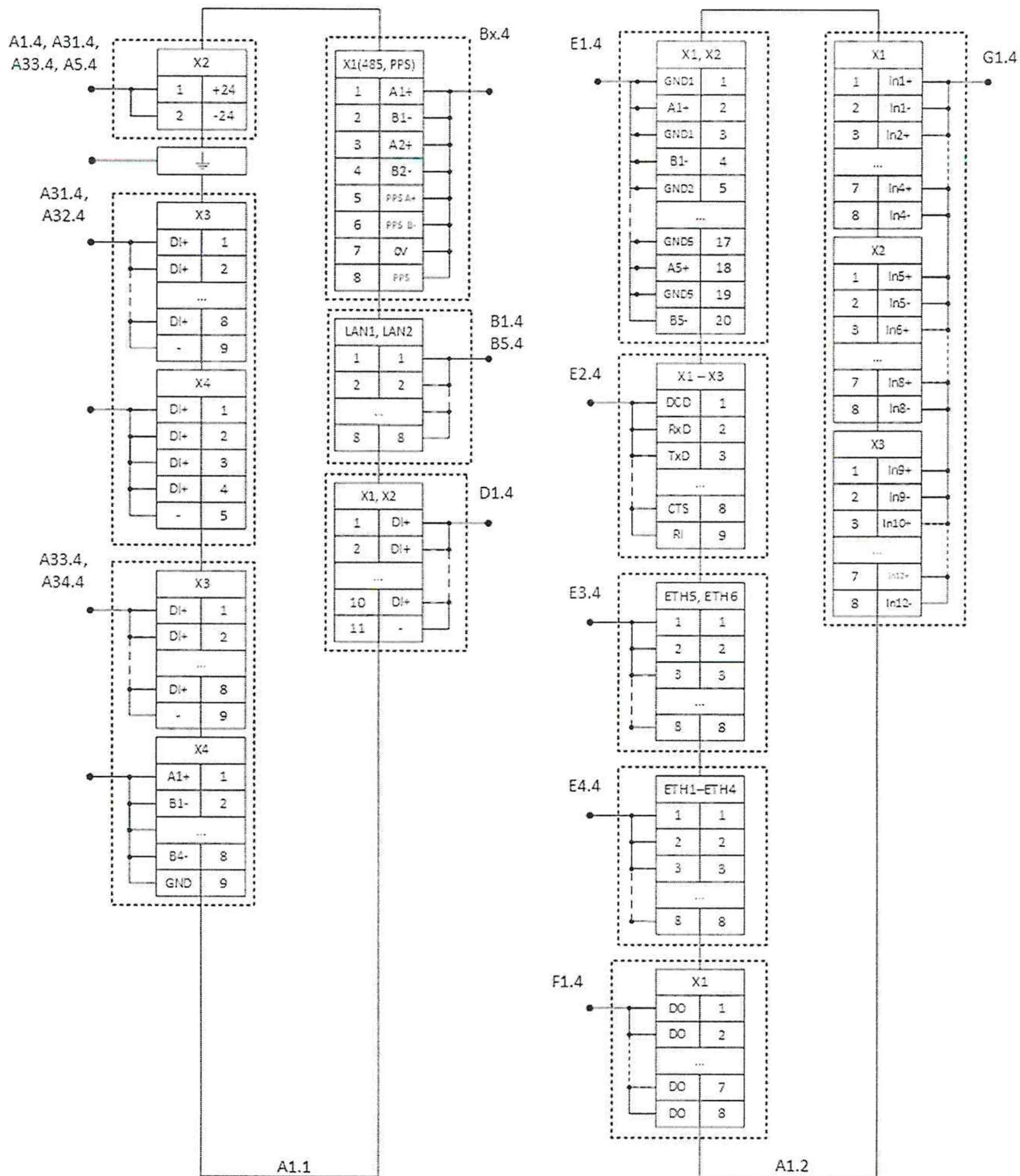


Рисунок 2 – Схема соединений для проверки электрической прочности изоляции цепей контроллера с номинальным напряжением не более 60 В

Испытание проводят напряжением частотой 50 Гц, приложенным в течение 1 мин., с действующим значением:

- 2 кВ для цепей с рабочим напряжением свыше 60 В;
- 500 В для цепей с рабочим напряжением не более 60 В.

Контроллер считают выдержавшим проверку и допускают к дальнейшей поверке, если при проверке электрической прочности изоляции не произошло пробоя либо поверхностного перекрытия изоляции.

8.4 Опробование

Опробование контроллера проводят в следующей последовательности:

- надежно заземляют корпус контроллера (место подключения заземления отмечено соответствующим знаком);
 - подводят питающее напряжение контроллера;
 - подключают кабель (кабели) питания к разъему (разъемам) на модуле источника питания контроллера;
 - подключают кабель связи Ethernet к разъему Ethernet процессорного модуля (при конфигурации контроллера по умолчанию разъемы ET1 или LAN1) и разъему Ethernet персонального компьютера (далее – ПК);
 - подают напряжение питания на контроллер и убеждаются в наличии индикации напряжения питания;
 - запускают web-браузер на ПК и переходят по адресу <http://10.1.1.1> (при конфигурации контроллера по умолчанию, либо в соответствии с выполненными настройками контроллера);
- Контроллер считают работоспособным при отображении стартовой страницы web-конфигуратора.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверку программного обеспечения контроллера проводят в следующей последовательности:

- подключают контроллер к ПК с помощью кабеля связи Ethernet;
- подают напряжение питания на модуль источника питания контроллера, в случае проверки контроллера с двумя модулями источника питания, напряжение питания подают на оба модуля;
- запускают web-браузер, открывают web-конфигуратор в соответствии методикой, описанной в руководстве по эксплуатации ПБКМ.424359.019 РЭ;
- в меню «Система/Метрология» считывают данные о встроенном программном обеспечении процессорного модуля и модулей в составе контроллера, нажав кнопку «Сверить контрольные суммы». При этом сравниваются следующие параметры: идентификационные наименования, номера версий и цифровые идентификаторы.

Контроллер допускают к дальнейшей поверке, если идентификационное наименование, контрольная сумма и номер версии встроенного программного обеспечения соответствуют данным, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Определение метрологических характеристик модуля M1.4 (с функцией QS) при измерении параметров переменного тока и измерении показателей качества электрической энергии

10.1.1 Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения (фазного и междуфазного) напряжения переменного тока

Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 3;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений напряжения (фазного и междуфазного) и силы переменного тока:

а) $U_{\text{НОМ}} = 220/380 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 5,0 \text{ А}$;

б) $U_{\text{НОМ}} = 57,7/100 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$.

- рассчитывают значения приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения (фазного и междуфазного) напряжения перемен-

ного тока в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 3 – Испытательные сигналы для определения приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения (фазного и междуфазного) напряжения переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{НОМ}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{НОМ}$			Фазовый угол между током и напряжением, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	5	5	5	100	100	100	0
2	20	20	20				
3	50	50	50				
4	80	80	80				
5	100	100	100				
6	120	120	120				
7	150	150	150				

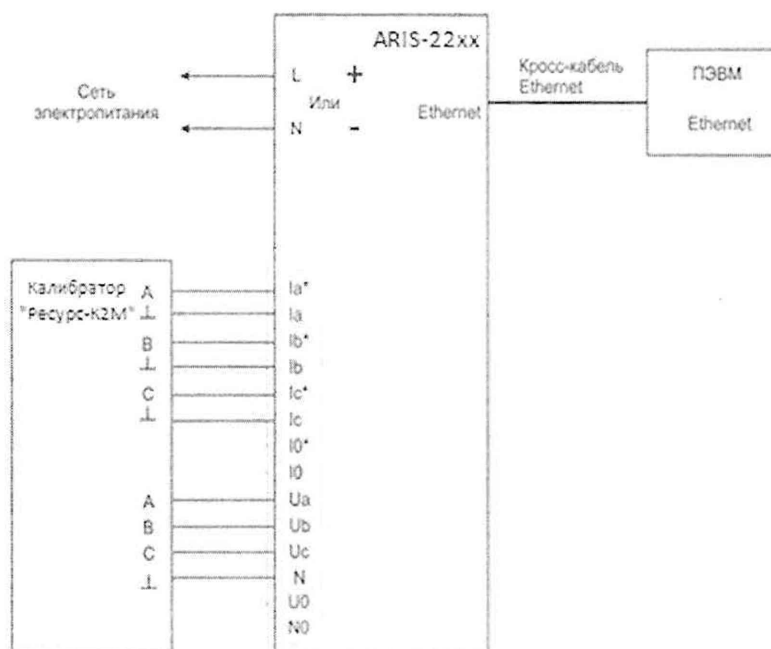


Рисунок 4 – Схема подключений для проверки параметров переменного тока, для проверки ПКЭ модулей Мх.4

10.1.2 Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока

Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 4;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:

а) $I_{НОМ} = 5,0$ А при $U_{НОМ} = 220$ В;

б) $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

- рассчитывают значения приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 4 – Испытательные сигналы для определения приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{НОМ}}$			Фазовый угол между током и напряжением, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	100	100	100	1	1	1	0
2				20	20	20	
3				50	50	50	
4				80	80	80	
5				100	100	100	
6				120	120	120	
7				150	150	150	

10.1.3 Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения (фазного и междуфазного) напряжения и силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности

Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 5;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений напряжения и силы переменного тока:

а) $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 5,0 \text{ А}$;

б) $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$.

- рассчитывают значения приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения (фазного и междуфазного) напряжения и силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 5 – Испытательные сигналы для определения приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения (фазного и междуфазного) напряжения и силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{НОМ}}$			Фазовый угол между током и напряжением, °	Фазовый угол, °	
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c		Φ_{Uab}	Φ_{Uac}
1	100	100	100	100	100	100	0	- 120	120
2	50	100	100	50	100	100	0	- 120	120

Испы- татель- ный сигнал №	Среднеквадратиче- ское значение напряжения пере- менного тока, % от $U_{НОМ}$			Среднеквадратиче- ское значение силы переменного тока, % от $I_{НОМ}$			Фазовый угол между током и напряжением, °	Фазовый угол, °	
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c		φ_{Uab}	φ_{Uac}
3	100	50	100	100	50	100	0	- 120	120
4	100	100	50	100	100	50	0	- 120	120
5	0	100	100	0	100	100	0	- 120	120
6	100	0	100	100	0	100	0	- 120	120
7	100	100	0	100	100	0	0	- 120	120
8	100	100	100	100	100	100	0	120	- 120
9	100	100	100	100	100	100	0	0	0

10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 6;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:

а) $I_{НОМ} = 5,0$ А при $U_{НОМ} = 220$ В;

б) $I_{НОМ} = 1,0$ А при $U_{НОМ} = 57,7$ В.

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники в соответствии с формулой (6), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 6 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{НОМ}$			Среднеквадратическое значение силы пере- менного тока, % от $I_{НОМ}$			Фазовый угол, °		
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	φ_a	φ_b	φ_c
1	100	100	100	100	100	100	0	0	0
2							30	30	30
3							60	60	60
4							90	90	90
5							120	120	120
6							150	150	150
7							180	180	180
8							-30	-30	-30
9							-60	-60	-60
10							-90	-90	-90
11							-120	-120	-120
12							-150	-150	-150
13							-180	-180	-180

10.1.5 Определение относительной погрешности измерений активной, реактивной и полной фазной и трехфазной электрической мощности и определение абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности

Определение относительной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 7;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:

а) $I_{\text{НОМ}} = 5,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

б) $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

- рассчитывают значения относительной погрешности измерений активной, реактивной и полной фазной и трехфазной электрической мощности в соответствии с формулой (5), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки, а также значения абсолютной основной погрешности измерений коэффициента мощности в соответствии с формулой (6), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 7 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерений активной, реактивной и полной фазной и трехфазной электрической мощности, абсолютной основной погрешности измерений коэффициента мощности

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{НОМ}}$			Фазовый угол, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	5	5	5	100			0
2	20	20	20				0
3	50	50	50				0
4	80	80	80				0
5	100	100	100				0
6	120	120	120				0
7	150	150	150				0
8	100			1	1	1	0
9				20	20	20	0
10				50	50	50	0
11				80	80	80	0
12				120	120	120	0
13				150	150	150	0
14	150			150			0
15							30
16							60
17							90
18							120
19							150
20							180

10.1.6 Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 8;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:

а) $I_{\text{НОМ}} = 5,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

б) $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока в соответствии с формулой (6), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 8 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{НОМ}}$			Значение частоты переменного тока, Гц
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	100	100	100	100	100	100	42,500
2							44,992
3							47,497
4							49,997
5							52,500
6							55,000
7							57,500

10.1.7 Определение абсолютной погрешности измерений отклонения частоты

Определение абсолютной погрешности измерений отклонения частоты проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 9;

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений отклонения частоты по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 9 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений отклонения частоты

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал	
	Частота, Гц	Отклонение частоты, Гц
1	42,500	- 7,500
2	46,001	- 3,999
3	49,997	- 0,003
4	53,992	3,992
5	57,500	7,500

10.1.8 Определение абсолютной погрешности измерений отклонения фазного напряжения переменного тока

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 10. Эталонные значения положительного и отрицательного отклонений напряжения не задаются Ресурс-К2М непосредственно, значения получены путем вычисления на основе величины установившегося отклонения напряжения;

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений отклонения напряжений по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания провести последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$;

- $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 10 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерения отклонения напряжения

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал		
	$\delta U_A, \%$	$\delta U_{A(+)}, \%$	$\delta U_{A(-)}, \%$
	$\delta U_B, \%$	$\delta U_{B(+)}, \%$	$\delta U_{B(-)}, \%$
	$\delta U_C, \%$	$\delta U_{C(+)}, \%$	$\delta U_{C(-)}, \%$
1	0	0	0
2	- 10	0	2,03
3	- 20	0	16,92
4	20	20,82	0
5	10	11,66	0

10.1.9 Определение относительной погрешности измерений глубины провала фазного и междуфазного напряжения, абсолютной погрешности измерений длительностей провала и прерывания фазного и междуфазного напряжения

Определение относительной и абсолютной погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

- устанавливают поочередно и последовательно значения глубины и длительности провала/прерывания напряжения на Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 11 (в качестве эталонного сигнала прерывания используются значения провала напряжения до 100 %) для каждой фазы А, В, С (в каждом случае период повторения провалов должен быть установлен более их длительности, перед каждой серией рекомендуется обнулять счетчики провалов);

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений длительностей провала и прерывания напряжения, относительной погрешности измерения глубины провала напряжения, по всем поверяемым точкам в соответствии с формулами (6) и (5) соответственно;

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$;

- $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 11 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерений глубины провала фазного и междуфазного напряжения, абсолютной погрешности измерений длительностей провала и прерывания фазного и междуфазного напряжения

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал				
	$\Delta U_{\text{пров}}, \%$	$t_{\text{пров}}, \text{с}$	$t_{\text{прер}}, \text{с}$	Количество провалов	Количество прерываний
1	10	60,0034	-	2	0
2	50	1	-	5	0
3	90	0,02	-	10	0
4	90	0,02	-	10	0
5	50	-	0,02	-	10
6	90	-	60,0034	-	2
7	100	0,02	0,02	10	10
8	100	60,0034	60,0034	2	2

10.1.10 Определение относительной погрешности измерений коэффициента перенапряжения, абсолютной погрешности измерений длительности перенапряжения

Определение относительной и абсолютной погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 12;

– в каждом случае период повторения перенапряжений должен быть установлен более их длительности;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений длительности перенапряжения, относительной погрешности измерений коэффициента временного перенапряжения по всем поверяемым точкам в соответствии с формулами (6) и (5) соответственно;

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 12 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерений коэффициента перенапряжения фазного перенапряжения, абсолютной погрешности измерений длительности перенапряжения

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал		
	$K_{\text{пер}U}$	$\delta_{\text{пер}U}, \text{с}$	Количество перенапряжений
1	1,1	60,0034	2
2	1,3	1	5
3	1,5	0,02	10

10.1.11 Определение абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой фазного и междуфазного напряжения переменного тока

Определение погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 13;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой фазного напряжения по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_U < 1,0$; относительной погрешности измерений коэффициента

искажения синусоидальности кривой фазного напряжения переменного тока K_U по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_U \geq 1,0$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;

– $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 13– Испытательные сигналы для определения абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой фазного и междофазного напряжения переменного тока

Испытательный сигнал №	Частота, Гц	$\delta U_A, \%$	$K_{Ua}, K_{Ia}, \%$
		$\delta U_B, \%$	$K_{Ub}, K_{Ib}, \%$
		$\delta U_C, \%$	$K_{Uc}, K_{Ic}, \%$
1	49,997	0	0,75
2	46,001	-10	43,01
3	53,992	-20	28,00
4	42,504	20	11,68
5	57,492	10	17,43

10.1.12 Определение абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой тока

Определение погрешности измерений проводят в следующей последовательности

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 14;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_I < 1,0$; относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_I \geq 1,0$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;

– $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 14 – Испытательные сигналы для определения абсолютной и относительной погрешности измерения коэффициента искажения синусоидальности кривой тока

Испытательный сигнал	Частота, Гц	$\delta I_A, \%$	$K_{Ia}, \%$
		$\delta I_B, \%$	$K_{Ib}, \%$
		$\delta I_C, \%$	$K_{Ic}, \%$
1	49,997	0	0
2	48,994	- 10	42,72
3	50,996	- 20	24,98
4	44,996	20	11,52
5	55,000	10	17,27

10.1.13 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 15.

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 15 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал				
	$\delta U_A, \delta I_A\%$	$\delta U_B, \delta I_B\%$	$\delta U_C, \delta I_C\%$	$K_{0U}, K_{0I}\%$	$K_{2U}, K_{2I}\%$
1	- 15	- 10	- 5	3,208	3,208
2	30	- 10	- 20	15,275	15,275

10.1.14 Определение погрешности измерений коэффициентов гармонической составляющей напряжения переменного тока

Определение погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 16;

Таблица 16 – Испытательные сигналы для определения погрешности измерений коэффициентов гармонической составляющей напряжения переменного тока

Порядок гармоники n	Тип 1		Тип 2		Тип 3			Тип 4		Тип 5	
	$K_{Usg,n}, K_{Isg,n}\%$	$\varphi_{U(n)}, \varphi_{UI(n)}, \varphi_{\circ}$	$K_{Usg,n}, K_{Isg,n}\%$	$\varphi_{U(n)}, \varphi_{UI(n)}, \varphi_{\circ}$	$K_{Usg,n}, K_{Isg,n}\%$	$\varphi_{U(n)}, \varphi_{UI(n)}, \varphi_{\circ}$	$\varphi_{UI(n)}, \varphi_{\circ}$	$K_{Usg,n}, K_{Isg,n}\%$	$\varphi_{U(n)}, \varphi_{UI(n)}, \varphi_{\circ}$	$K_{Usg,n}, K_{Isg,n}\%$	$\varphi_{U(n)}, \varphi_{UI(n)}, \varphi_{\circ}$
2	0,15	0	0	0	4	-90	0	2,00	0	3,00	0
3	0	0	30	0	4	-90	10	5,00	0	7,50	30
4	0	0	0	0	4	-90	20	1,00	0	1,50	0
5	0	0	0	0	4	-90	30	6,00	0	9,00	60
6	0	0	0	0	4	-90	40	0,50	0	0,75	0
7	0,30	0	0	0	4	-90	50	5,00	0	7,50	90
8	0	0	0	0	4	-90	60	0,50	0	0,75	0
9	0	0	0	0	4	-90	70	1,50	0	2,25	120
10	0	0	20	0	4	-90	80	0,50	0	0,75	0
11	0	0	0	0	4	0	90	3,50	0	5,25	150
12	0,15	0	0	0	4	0	100	0,20	0	0,30	0
13	0	0	0	0	4	0	110	3,00	0	4,50	180
14	0	0	0	0	4	0	120	0,20	0	0,30	0
15	0	0	0	0	4	0	130	0,30	0	0,45	-150
16	0	0	0	0	4	0	140	0,20	0	0,30	0
17	0,30	0	0	0	4	0	150	2,00	0	3,00	-120

Порядок гармоники n	Тип 1		Тип 2		Тип 3			Тип 4		Тип 5	
	$K_{U_{sg,n}},$ $K_{I_{sg,n}},$ %	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)},$ °	$K_{U_{sg,n}},$ $K_{I_{sg,n}},$ %	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)},$ °	$K_{U_{sg,n}},$ $K_{I_{sg,n}},$ %	$\varphi_{U(n)},$ °	$\varphi_{UI(n)},$ °	$K_{U_{sg,n}},$ $K_{I_{sg,n}},$ %	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)},$ °	$K_{U_{sg,n}},$ $K_{I_{sg,n}},$ %	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)},$ °
18	0	0	0	0	4	0	160	0,20	0	0,30	0
19	0	0	0	0	4	90	170	1,50	0	2,25	-90
20	0	0	20	0	4	90	180	0,20	0	0,30	0
21	0	0	0	0	4	90	-170	0,20	0	0,30	-60
22	0,15	0	0	0	4	90	-160	0,20	0	0,30	0
23	0	0	0	0	4	90	-150	1,50	0	2,25	-30
24	0	0	0	0	4	90	-140	0,20	0	0,30	0
25	0	0	0	0	4	90	-130	1,50	0	2,25	0
26	0	0	0	0	4	90	-120	0,20	0	0,30	0
27	0,30	0	0	0	4	90	-110	0,20	0	0,30	30
28	0	0	0	0	4	90	-100	0,20	0	0,30	0
29	0	0	0	0	4	90	-90	1,32	0	1,92	60
30	0	0	10	0	4	90	-80	0,20	0	0,30	0
31	0	0	0	0	4	90	-70	1,25	0	1,86	90
32	0,15	0	0	0	4	90	-60	0,20	0	0,30	0
33	0	0	0	0	4	90	-50	0,20	0	0,30	120
34	0	0	0	0	4	0	-40	0,20	0	0,30	0
35	0	0	0	0	4	0	-30	1,13	0	1,70	150
36	0	0	0	0	4	0	-20	0,20	0	0,30	0
37	0,30	0	0	0	4	0	-10	1,08	0	1,62	180
38	0	0	0	0	4	0	0	0,20	0	0,30	0
39	0	0	0	0	4	0	10	0,20	0	0,30	-150
40	0	0	5	0	4	0	20	0,20	0	0,30	0

- рассчитывают значения относительной погрешности измерений коэффициентов гармонической составляющей напряжения переменного тока, в соответствии с формулой (5) для при $K_{U_{sg,n}} \geq 1$ % или абсолютной погрешности измерений коэффициентов гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока в соответствии с формулой (6) при $K_{U_{sg,n}} < 1$ %. В качестве нормирующего значения A_n принимают $U_{ном}$;

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;
- $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

10.1.15 Определение погрешностей измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока

Определение погрешностей измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 17;

Таблица 17 – Испытательные сигналы для определения погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока

Порядок интергармоники m	Тип 1 частота основной гар- моники – 49,997 Гц		Тип 2 частота основной гар- моники – 42,504 Гц		Тип 3 частота основной гар- моники – 57,492 Гц	
	$K_{U_{isg(m)}},$ $K_{I_{isg(m)}}, \%$	$\varphi_{U_{isg(m)}},$ $\varphi_{U_{isg(m)}}, ^\circ$	$K_{U_{isg(m)}},$ $K_{I_{isg(m)}}, \%$	$\varphi_{U_{isg(m)}},$ $\varphi_{U_{isg(m)}}, ^\circ$	$K_{U_{isg(m)}},$ $K_{I_{isg(m)}}, \%$	$\varphi_{U_{isg(m)}},$ $\varphi_{U_{isg(m)}}, ^\circ$
2	2,0	0	0	0	1	0
3	1,0	0	0	0	1	30
4	0,5	0	0	0	1	0
5	0	0	10	0	1	60
6	3,0	0	0	0	1	0
7	2,0	0	0	0	1	90
8	1,0	0	0	0	1	0
9	0,5	0	0	0	1	120
10	0	0	10	0	1	0
11	3,0	0	0	0	1	150
12	2,0	0	0	0	1	0
13	1,0	0	0	0	1	180
14	0,5	0	0	0	1	0
15	0	0	10	0	1	-150
16	3,0	0	0	0	1	0
17	2,0	0	0	0	1	-120
18	1,0	0	0	0	1	0
19	0,5	0	0	0	1	-90
20	0	0	10	0	1	0
21	3,0	0	0	0	1	-60
22	2,0	0	0	0	1	0
23	1,0	0	0	0	1	-30
24	0,5	0	0	0	1	0
25	0	0	10	0	1	0
26	3,0	0	0	0	1	0
27	2,0	0	0	0	1	30
28	1,0	0	0	0	1	0
29	0,5	0	0	0	1	60
30	0	0	10	0	1	0
31	3,0	0	0	0	1	90
32	2,0	0	0	0	1	0
33	1,0	0	0	0	1	120
34	0,5	0	0	0	1	0
35	0	0	10	0	1	150
36	3,0	0	0	0	1	0
37	2,0	0	0	0	1	180
38	1,0	0	0	0	1	0
39	0,5	0	0	0	1	-150

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_{U_{isg(m)}} < 1,0$; относительной погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока по всем проверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_{U_{isg(m)}} \geq 1,0$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

- $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

10.1.16 Определение погрешности измерений коэффициента n -й гармонической составляющей силы переменного тока

Определение погрешности измерений коэффициента n -й гармонической составляющей силы переменного тока проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 16;

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициентов n -й гармонической составляющей силы переменного тока по всем проверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_{\text{Isg},n} < 1,0$; относительной погрешности измерений коэффициентов n -й гармонической составляющей силы переменного тока по всем проверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_{\text{Isg},n} \geq 1,0$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

- $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

10.2 Определение метрологических характеристик модулей М3.4, М4.4 при измерении параметров переменного тока и измерении показателей качества электрической энергии

Перед проверкой необходимо провести предварительную настройку модулей в следующем порядке:

- открывают веб-конфигуратор, открывают меню «Система/Настройка модулей», выбирают необходимый измерительный модуль типа М3.4, М4.4;

- в меню настройки модуля снимают знак выбора в ячейке «Пересчитывать параметры в первичные значения»;

- для номинального значения напряжения переменного тока 220 В из выпадающего меню «Напряжение вторичной цепи» выбирают значение 220 В, в поле «Номинальное напряжение» устанавливают значение 220 В;

- для номинального значения напряжения переменного тока 57,7 В из выпадающего меню «Напряжение вторичной цепи» выбирают значение $100/\sqrt{3}$ В, в поле «Номинальное напряжение» устанавливают значение 57,7 В;

- для номинального значения силы переменного тока 5 А из выпадающего меню «Ток вторичной цепи» выбирают значение 5 А;

- для номинального значения силы переменного тока 1 А из выпадающего меню «Ток вторичной цепи» выбирают значение 1 А;

- подключают Ресурс-К2М к модулю М3.4, М4.4 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4.

- кабель связи интерфейса Ethernet подключают к разъему Ethernet контроллера, другой конец кабеля подключают к ПК, сетевое соединение ПК должно быть в одной подсети с контроллером, т.е. <IP-адрес контроллера> должен быть доступен с ПК. Схема подключений приведена на рисунке 4;

- подают питание на контроллер, ожидают загрузки ПО.

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока
 Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы контроллера с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 18;
- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока для всех величин частоты по формуле (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;
- $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 18 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{НОМ}}$			Значение частоты переменного тока, Гц
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	100	100	100	100	100	100	42,500
2							44,992
3							47,497
4							49,997
5							52,500
6							55,000
7							57,500

10.2.2 Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических значений фазного и междуфазного напряжения переменного тока, а также их средних значений

Определение погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы контроллера с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 19;

– рассчитывают значения приведенной к номинальному значению основной погрешности измерений среднеквадратических значений фазного и междуфазного напряжения переменного тока (в том числе их средних значений) по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (4). В качестве нормирующего значения A_n принимается номинальное значение напряжения $U_{\text{НОМ}}$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$;
- $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 19 – Испытательные сигналы для определения приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических значений фазного и междуфазного напряжения переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{ном}$			Фазовый угол между током и напряжением, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	5	5	5	100	100	100	0
2	20	20	20				
3	50	50	50				
4	80	80	80				
5	100	100	100				
6	120	120	120				
7	150	150	150				

10.2.3 Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока

Определение погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы контроллера с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 20;

– измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:

а) $I_{ном} = 5,0$ А при $U_{ном} = 220$ В;

б) $I_{ном} = 1,0$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

– рассчитывают значения приведенной основной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 20 – Испытательные сигналы для определения приведенной к номинальному значению измерений погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{ном}$			Фазовый угол между током и напряжением, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	100	100	100	1	1	1	0
2				20	20	20	
3				50	50	50	
4				80	80	80	
5				100	100	100	
6				120	120	120	
7				150	150	150	

10.2.4 Определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения (фазного и междуфазного) прямой, обратной и нулевой последовательности, а также определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности

Определение погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 21;

– рассчитывают значения приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения (фазного и междуфазного) прямой, обратной и нулевой последовательности, а также определение приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (4).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 21 – Испытательные сигналы для определения приведенной к номинальному значению погрешности измерений симметричных составляющих силы и напряжения переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{ном}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{ном}}$			Фазовый угол между током и напряжением, °	Фазовый угол, °	
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c		φ_{Uab}	φ_{Uac}
1	100	100	100	100	100	100	0	- 120	120
2	50	100	100	50	100	100	0	- 120	120
3	100	50	100	100	50	100	0	- 120	120
4	100	100	50	100	100	50	0	- 120	120
5	0	100	100	0	100	100	0	- 120	120
6	100	0	100	100	0	100	0	- 120	120
7	100	100	0	100	100	0	0	- 120	120
8	100	100	100	100	100	100	0	120	- 120
9	100	100	100	100	100	100	0	0	0

10.2.5 Определение относительной погрешности измерений активной, реактивной, полной фазной (трехфазной) электрической мощности и абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности (фазный и средний по трем фазам)

Определение относительной и абсолютной погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 22;

– рассчитывают значения относительной основной погрешности измерений активной, реактивной и полной фазной (трехфазной) электрической мощности, а также значения абсолютной погрешности коэффициента мощности по всем поверяемым точкам в соответствии с формулами (5) и (6) соответственно.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{НОМ}} = 1$ А при $U_{\text{НОМ}} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 22 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерений мощности и абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{НОМ}}$			Фазовый угол, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	5	5	5	100			0
2	20	20	20				0
3	50	50	50				0
4	80	80	80				0
5	100	100	100				0
6	120	120	120				0
7	150	150	150				0
8	100			1	1	1	0
9				20	20	20	0
10				50	50	50	0
11				80	80	80	0
12				120	120	120	0
13				150	150	150	0
14	150			150			0
15							30
16							60
17							90
18							120
19							150
20							180

10.2.6 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники, угла фазового сдвига между токами основной гармоники

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 23;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники и угла фазового сдвига между токами основной гармоники по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{НОМ}} = 5$ А при $U_{\text{НОМ}} = 220$ В;

– $I_{\text{НОМ}} = 1$ А при $U_{\text{НОМ}} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 23 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники, угла фазового сдвига между токами основной гармоники

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{ном}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{ном}}$			Фазовый угол, °		
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	φ_a	φ_b	φ_c
1	100	100	100	100	100	100	0	0	0
2							30	30	30
3							60	60	60
4							90	90	90
5							120	120	120
6							150	150	150
7							180	180	180
8							-30	-30	-30
9							-60	-60	-60
10							-90	-90	-90
11							-120	-120	-120
12							-150	-150	-150
13							-180	-180	-180

10.2.7 Определение относительной погрешности измерений активной, реактивной, полной электрической мощности прямой, обратной и нулевой последовательностей, абсолютной погрешности измерений углов фазового сдвига между током и напряжением прямой, обратной и нулевой последовательностей

Определение относительной и абсолютной погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 24;

– рассчитывают значения относительной основной погрешности измерений активной, реактивной, полной электрической мощности прямой, обратной и нулевой последовательностей, а также абсолютной погрешности угла фазового сдвига между током и напряжением прямой, обратной и нулевой последовательностей по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) и (6) соответственно.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{ном}} = 5$ А при $U_{\text{ном}} = 220$ В;

– $I_{\text{ном}} = 1$ А при $U_{\text{ном}} = 57,7$ В.

Расчет активных мощностей прямой, обратной и нулевой последовательностей P_1 , P_2 , P_0 , Вт, осуществляется по формулам:

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_{U1I1}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_{U2I2}$$

$$P_0 = U_0 \cdot I_0 \cdot \cos \varphi_{U0I0}$$

где U_1 , U_2 , U_0 – среднеквадратические значения напряжения прямой, обратной и нулевой последовательностей соответственно, измеренные приборами, В;

I_1 , I_2 , I_0 – среднеквадратические значения силы тока прямой, обратной и нулевой последовательностей соответственно, измеренные модулями, А;

φ_{U1I1} , φ_{U2I2} , φ_{U0I0} – углы фазового сдвига между напряжением и током прямой, обратной и нулевой последовательностей соответственно, измеренные модулями.

Расчет реактивных мощностей прямой, обратной и нулевой последовательностей Q1, Q2, Q0, вар, осуществляется по формулам

$$Q_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_{U1}$$

$$Q_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \sin \varphi_{U2}$$

$$Q_0 = U_0 \cdot I_0 \cdot \sin \varphi_{U0}$$

Расчет полных мощностей прямой, обратной и нулевой последовательностей S1, S2, S0, В·А, осуществляется по формулам:

$$S_1 = U_1 \cdot I_1$$

$$S_2 = U_2 \cdot I_2$$

$$S_0 = U_0 \cdot I_0$$

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 24 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений активной, реактивной, полной электрической мощности прямой, обратной и нулевой последовательностей

№	Напряжение переменного тока, % от $U_{ном}$			Угол фазового сдвига между напряжениями, °			Сила переменного тока, % от $I_{ном}$			Угол фазового сдвига между током и напряжением, °		
	U_a	U_b	U_c	φ_{Ua}	φ_{Ub}	φ_{Uc}	I_a	I_b	I_c	φ_{UIa}	φ_{UIb}	φ_{UIc}
1	5	5	5	0	-120	120	1	1	1	60	60	60
2	5	5	5	0	120	-120	1	1	1	-120	-120	-120
3	5	5	5	0	0	0	1	1	1	150	150	150
4	150	150	150	0	-120	120	150	150	150	30	30	30
5	150	150	150	0	120	-120	150	150	150	-150	-150	-150
6	150	150	150	0	0	0	150	150	150	-60	-60	-60

10.2.8 Определение абсолютной погрешности измерений отклонения частоты

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 25;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений отклонения частоты по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;

– $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 25 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений отклонения частоты

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал	
	Частота, Гц	Отклонение частоты, Гц
1	42,500	- 7,500
2	46,001	- 3,999

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал	
	Частота, Гц	Отклонение частоты, Гц
3	49,997	- 0,003
4	53,992	3,992
5	57,500	7,500

10.2.9 Определение абсолютной погрешности измерений отклонения фазного (междуфазного) напряжения переменного тока

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 26. Эталонные значения положительного и отрицательного отклонений напряжения не задаются Ресурс-К2М непосредственно, значения получены путем вычисления на основе величины установившегося отклонения напряжения;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений отклонения напряжений по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания провести последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 26 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерения отклонения напряжения

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал		
	$\delta U_A, \%$	$\delta U_{A(+)}, \%$	$\delta U_{A(-)}, \%$
	$\delta U_B, \%$	$\delta U_{B(+)}, \%$	$\delta U_{B(-)}, \%$
	$\delta U_C, \%$	$\delta U_{C(+)}, \%$	$\delta U_{C(-)}, \%$
1	0	0	0
2	- 10	0	2,03
3	- 20	0	16,92
4	20	20,82	0
5	10	11,66	0

10.2.10 Определение относительной погрешности измерений кратковременной и длительной доз фликера

Определение относительной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 27, номинальное значение выходного напряжения Ресурс-К2М устанавливают в зависимости от номинального значения фазного напряжения терминала, эквивалентное значение кратковременной дозы фликера указанное в Таблица 27 (значения приведено в качестве нормированного значения (показания Ресурс-К2М) для расчета погрешностей);

– считают с контроллера результаты измерений кратковременной дозы фликера за полный интервал времени 10 мин (по границе временных интервалов текущего времени терминала, кратных 10 мин);

– рассчитывают относительную погрешность измерений кратковременной дозы фликера по формуле (5), принимая показание Ресурс-К2М (заданное значение кратковременной дозы фликера) указанное в таблице 27;

– устанавливают сигнал 4 из таблицы 27, измеряют длительную дозу фликера. Время измерений должно составлять 2 ч, начало и окончание интервала времени 2 ч должны совпадать с началом четных часов текущего времени контроллера. По истечении времени измерений считывают с контроллера результаты измерений длительной дозы фликера;

– рассчитывают относительную погрешность измерений длительной дозы фликера по формуле (5), принимая показание Ресурс-К2М (заданное значение длительной дозы фликера) указанное в таблице 27.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 27 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерений кратковременной и длительной доз фликера

Испытательный сигнал №	Число прямоугольных изменений в минуту	Амплитуда относительных изменений напряжения $\Delta U/U$, %	Значение дозы фликера напряжения
1	2	2,21	1,009
2	7	1,460	1,007
3	39	0,905	1,012
4	110	0,725	1,004
5	1620	0,402	0,988

10.2.11 Определение абсолютной погрешности измерений глубины провала фазного и междуфазного напряжения, приведенной к номинальному значению погрешности измерений остаточного значения напряжения при провале фазного и междуфазного напряжения, абсолютной погрешности измерений длительностей провала и прерывания фазного и междуфазного напряжения

Определение абсолютных погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

– устанавливают поочередно и последовательно значения глубины и длительности провала/прерывания напряжения на Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 28 (в качестве эталонного сигнала прерывания используются значения провала напряжения до 100 %) для каждой фазы А, В, С (в каждом случае период повторения провалов должен быть установлен более их длительности, перед каждой серией рекомендуется обнулять счётчики провалов);

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений длительностей провала и прерывания напряжения, абсолютной погрешности измерения глубины провала напряжения, по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

– рассчитывают значение приведенной к номинальному значению напряжения погрешности измерений остаточного значения напряжения при провале фазного и междуфазного напряжения по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (4). В качестве нормирующего значения A_n принимают $U_{ном}$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;

– $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 28 – Испытательные сигналы для определения погрешности измерений глубины провала фазного и междуфазного напряжения, приведенной к номинальному значению напряжения погрешности измерений остаточного значения напряжения при провале фазного и междуфазного напряжения, абсолютной погрешности измерений длительностей провала и прерывания фазного и междуфазного напряжения

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал				
	$\Delta U_{\text{пров}}, \%$	$t_{\text{пров}}, \text{с}$	$t_{\text{пер}}, \text{с}$	Количество провалов	Количество прерываний
1	10	60,0034	-	2	0
2	50	1	-	5	0
3	90	0,02	-	10	0
4	90	0,02	-	10	0
6	50	-	0,02	-	0
7	90	-	60,0034	-	0
8	100	0,02	0,02	10	10
9	100	60,0034	60,0034	2	2

10.2.12 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента перенапряжения фазного и междуфазного временного перенапряжения, приведенной к номинальному значению погрешности измерений максимального значения напряжения для каждого фазного и междуфазного перенапряжения, абсолютной погрешности измерений длительности перенапряжения

Определение абсолютных погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 29;

- в каждом случае период повторения перенапряжений должен быть установлен более их длительности;

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений длительности перенапряжения, абсолютной погрешности измерений коэффициента временного перенапряжения по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6);

- рассчитывают приведенные погрешности измерений максимального значения напряжения для каждого фазного и междуфазного перенапряжения $\gamma U_{\text{пер}U}, \%$, по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (4). В качестве нормирующего значения A_n принимают $U_{\text{ном}}$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$;

- $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 29 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений коэффициента перенапряжения фазного и междуфазного временного перенапряжения, приведенной к номинальному значению погрешности измерений максимального значения напряжения для каждого фазного и междуфазного перенапряжения, абсолютной погрешности измерений длительности перенапряжения

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал		
	$K_{перU}$	$\delta_{перU}$, с	Количество перенапряжений
1	1,1	60,0034	2
2	1,3	1	5
3	1,5	0,02	10

¹⁾ Значение максимального напряжения $U_{пер}$ не задается с Ресурс-К2М напрямую, рассчитывается по формуле: $U_{пер} = K_{перU} \cdot U_{ном}$.

10.2.13 Определение относительной и приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических значений гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока, относительной и приведенной к номинальному значению погрешности измерений коэффициентов гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока (эталонные значения среднеквадратических значений n -х гармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока не задаются калибратором непосредственно, значения получены путем умножения величины коэффициента n -х гармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока на среднеквадратичное значение основной гармоники напряжения переменного тока), абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазным током и напряжением гармонической составляющей

Определение погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 30;

Примечание – междуфазные значения испытательных сигналов формируются на Ресурс-К2М исходя из заданных фазных значений испытательных сигналов.

– рассчитывают значения относительной погрешности измерений среднеквадратических гармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока, в соответствии с формулой (5) для при $U_{sg,n} \geq 0,01 \cdot U_{(1)}$ или приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических гармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока в соответствии с формулой (4) при $U_{sg,n} < 0,01 \cdot U_{(1)}$. В качестве нормирующего значения A_n принимают $U_{ном}$;

– рассчитывают значения относительной погрешности измерений коэффициентов гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока, в соответствии с формулой (5) для при $K_{Usg,n} \geq 1\%$ или приведенной к номинальному значению погрешности измерений коэффициентов гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока в соответствии с формулой (4) при $K_{Usg,n} < 1\%$. В качестве нормирующего значения A_n принимают $U_{ном}$;

– рассчитывают значение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазным током и напряжением гармонической составляющей в соответствии с формулой (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;

– $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 30 – Испытательные сигналы для определения относительной и приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических значений гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока, относительной и приведенной к номинальному значению погрешности измерений коэффициентов гармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока (эталонные значения среднеквадратических значений n-х гармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока не задаются калибратором непосредственно, значения получены путем умножения величины коэффициента n-х гармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока на среднеквадратичное значение основной гармоники напряжения переменного тока), абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазным током и напряжением гармонической составляющей

Порядок гармоники n	Тип 1		Тип 2		Тип 3			Тип 4		Тип 5	
	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, $\varphi_{UI(n)}$, °	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, $\varphi_{UI(n)}$, °	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, °	$\varphi_{UI(n)}$, °	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, $\varphi_{UI(n)}$, °	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, $\varphi_{UI(n)}$, °
2	0,15	0	0	0	4	-90	0	2,00	0	3,00	0
3	0	0	30	0	4	-90	10	5,00	0	7,50	30
4	0	0	0	0	4	-90	20	1,00	0	1,50	0
5	0	0	0	0	4	-90	30	6,00	0	9,00	60
6	0	0	0	0	4	-90	40	0,50	0	0,75	0
7	0,30	0	0	0	4	-90	50	5,00	0	7,50	90
8	0	0	0	0	4	-90	60	0,50	0	0,75	0
9	0	0	0	0	4	-90	70	1,50	0	2,25	120
10	0	0	20	0	4	-90	80	0,50	0	0,75	0
11	0	0	0	0	4	0	90	3,50	0	5,25	150
12	0,15	0	0	0	4	0	100	0,20	0	0,30	0
13	0	0	0	0	4	0	110	3,00	0	4,50	180
14	0	0	0	0	4	0	120	0,20	0	0,30	0
15	0	0	0	0	4	0	130	0,30	0	0,45	-150
16	0	0	0	0	4	0	140	0,20	0	0,30	0
17	0,30	0	0	0	4	0	150	2,00	0	3,00	-120
18	0	0	0	0	4	0	160	0,20	0	0,30	0
19	0	0	0	0	4	90	170	1,50	0	2,25	-90
20	0	0	20	0	4	90	180	0,20	0	0,30	0
21	0	0	0	0	4	90	-170	0,20	0	0,30	-60
22	0,15	0	0	0	4	90	-160	0,20	0	0,30	0
23	0	0	0	0	4	90	-150	1,50	0	2,25	-30
24	0	0	0	0	4	90	-140	0,20	0	0,30	0
25	0	0	0	0	4	90	-130	1,50	0	2,25	0
26	0	0	0	0	4	90	-120	0,20	0	0,30	0
27	0,30	0	0	0	4	90	-110	0,20	0	0,30	30
28	0	0	0	0	4	90	-100	0,20	0	0,30	0
29	0	0	0	0	4	90	-90	1,32	0	1,92	60
30	0	0	10	0	4	90	-80	0,20	0	0,30	0
31	0	0	0	0	4	90	-70	1,25	0	1,86	90
32	0,15	0	0	0	4	90	-60	0,20	0	0,30	0
33	0	0	0	0	4	90	-50	0,20	0	0,30	120
34	0	0	0	0	4	0	-40	0,20	0	0,30	0
35	0	0	0	0	4	0	-30	1,13	0	1,70	150
36	0	0	0	0	4	0	-20	0,20	0	0,30	0

Порядок гармоники n	Тип 1		Тип 2		Тип 3			Тип 4		Тип 5	
	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, $\varphi_{UI(n)}$, °	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, $\varphi_{UI(n)}$, °	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, °	$\varphi_{UI(n)}$, °	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, $\varphi_{UI(n)}$, °	$K_{Usg,n}$, $K_{Isg,n}$, %	$\varphi_{U(n)}$, $\varphi_{UI(n)}$, °
37	0,30	0	0	0	4	0	-10	1,08	0	1,62	180
38	0	0	0	0	4	0	0	0,20	0	0,30	0
39	0	0	0	0	4	0	10	0,20	0	0,30	-150
40	0	0	5	0	4	0	20	0,20	0	0,30	0
41	0	0	0	0	4	0	30	1,00	0	1,58	-120
42	0,15	0	0	0	4	0	40	0,20	0	0,30	0
43	0	0	0	0	4	0	50	0,98	0	1,52	-90
44	0	0	0	0	4	0	60	0,20	0	0,30	0
45	0	0	0	0	4	0	70	0,20	0	0,30	-60
46	0	0	0	0	4	0	80	0,20	0	0,30	0
47	0,30	0	0	0	4	0	90	0,95	0	1,40	-30
48	0	0	0	0	4	0	100	0,20	0	0,30	0
49	0	0	0	0	4	0	110	0,90	0	1,20	0
50	0	0	5	0	4	0	120	0,20	0	0,30	0

10.2.14 Определение относительной и приведенной к номинальному значению погрешностей измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока (эталонные значения среднеквадратических значений интергармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока не задаются калибратором непосредственно, значения получены путем умножения величины коэффициента интергармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока на среднеквадратическое значение напряжения переменного тока основной гармоники), абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока

Определение погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 31;

Примечание – междуфазные значения испытательных сигналов формируются на Ресурс-К2М исходя из заданных фазных значений испытательных сигналов.

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_{Uisg(m)} < 1,0$; относительной погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_{Uisg(m)} \geq 1,0$.

– рассчитывают значения относительной погрешности измерений среднеквадратических значений интергармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока, в соответствии с формулой (5) для при $U_{isg,m} \geq 0,01 \cdot U_{(1)}$ или приведенной к номинальному значению погрешности измерений среднеквадратических интергармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока в соответствии с формулой (4) при $U_{isg,m} < 0,01 \cdot U_{(1)}$. В качестве нормирующего значения A_n принимают $U_{ном}$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;
- $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 31 – Испытательные сигналы для определения относительной и приведенной к номинальному значению погрешностей измерений среднеквадратического значения интергармонической составляющей фазного и междуфазного напряжения переменного тока (эталонные значения среднеквадратических значений интергармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока не задаются калибратором непосредственно, значения получены путем умножения величины коэффициента интергармонических составляющих фазного и междуфазного напряжения переменного тока на среднеквадратическое значение напряжения переменного тока основной гармоники), абсолютной погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих напряжения переменного тока

Порядок интергармоники m	Тип 1 частота основной гармоники – 49,997 Гц		Тип 2 частота основной гармоники – 42,504 Гц		Тип 3 частота основной гармоники – 57,492 Гц	
	$K_{Uisg(m)},$ $K_{Iisg(m)}, \%$	$\varphi_{Uisg(m)},$ $\varphi_{UIisg(m)}, ^\circ$	$K_{Uisg(m)},$ $K_{Iisg(m)}, \%$	$\varphi_{Uisg(m)},$ $\varphi_{UIisg(m)}, ^\circ$	$K_{Uisg(m)},$ $K_{Iisg(m)}, \%$	$\varphi_{Uisg(m)},$ $\varphi_{UIisg(m)}, ^\circ$
1	3,0	0	0	0	1	-30
2	2,0	0	0	0	1	0
3	1,0	0	0	0	1	30
4	0,5	0	0	0	1	0
5	0	0	10	0	1	60
6	3,0	0	0	0	1	0
7	2,0	0	0	0	1	90
8	1,0	0	0	0	1	0
9	0,5	0	0	0	1	120
10	0	0	10	0	1	0
11	3,0	0	0	0	1	150
12	2,0	0	0	0	1	0
13	1,0	0	0	0	1	180
14	0,5	0	0	0	1	0
15	0	0	10	0	1	-150
16	3,0	0	0	0	1	0
17	2,0	0	0	0	1	-120
18	1,0	0	0	0	1	0
19	0,5	0	0	0	1	-90
20	0	0	10	0	1	0
21	3,0	0	0	0	1	-60
22	2,0	0	0	0	1	0
23	1,0	0	0	0	1	-30
24	0,5	0	0	0	1	0
25	0	0	10	0	1	0
26	3,0	0	0	0	1	0
27	2,0	0	0	0	1	30
28	1,0	0	0	0	1	0
29	0,5	0	0	0	1	60
30	0	0	10	0	1	0
31	3,0	0	0	0	1	90
32	2,0	0	0	0	1	0
33	1,0	0	0	0	1	120
34	0,5	0	0	0	1	0
35	0	0	10	0	1	150

Порядок интергармоники m	Тип 1 частота основной гармоники – 49,997 Гц		Тип 2 частота основной гармоники – 42,504 Гц		Тип 3 частота основной гармоники – 57,492 Гц	
	$K_{Uisg(m)},$ $K_{Iisg(m)}, \%$	$\varphi_{Uisg(m)},$ $\varphi_{Uisg(m)}, ^\circ$	$K_{Uisg(m)},$ $K_{Iisg(m)}, \%$	$\varphi_{Uisg(m)},$ $\varphi_{Uisg(m)}, ^\circ$	$K_{Uisg(m)},$ $K_{Iisg(m)}, \%$	$\varphi_{Uisg(m)},$ $\varphi_{Uisg(m)}, ^\circ$
36	3,0	0	0	0	1	0
37	2,0	0	0	0	1	180
38	1,0	0	0	0	1	0
39	0,5	0	0	0	1	-150
40	0	0	10	0	1	0
41	3,0	0	0	0	1	-120
42	2,0	0	0	0	1	0
43	1,0	0	0	0	1	-90
44	0,5	0	0	0	1	0
45	0	0	10	0	1	-60
46	3,0	0	0	0	1	0
47	2,0	0	0	0	1	-30
48	1,0	0	0	0	1	0
49	0,5	0	0	0	1	30

10.2.15 Определение абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой фазного и междуфазного напряжения переменного тока

Определение погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 32;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой фазного напряжения по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_U < 3,0$; относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой фазного напряжения переменного тока K_U по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_U \geq 3,0$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;

– $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 32 – Испытательные сигналы для определения абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой фазного и междуфазного напряжения переменного тока

Испыта- тельный сигнал №	Частота, Гц	$\delta U_A, \%$	$K_{Ua}, K_{Ia}, \%$
		$\delta U_B, \%$	$K_{Ub}, K_{Ib}, \%$
		$\delta U_C, \%$	$K_{Uc}, K_{Ic}, \%$
1	49,997	0	0,75
2	46,001	- 10	43,01
3	53,992	- 20	28,00
4	42,504	20	11,68
5	57,492	10	17,43

10.2.16 Определение погрешности измерений среднеквадратических значений гармонической составляющей силы переменного тока и коэффициента n -й гармонической составляющей силы переменного тока

Определение погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 30 (эталонные значения среднеквадратических значений n -й гармонической составляющей силы переменного тока не задаются калибратором непосредственно, значения получены путем умножения величины коэффициента n -й гармонической составляющей силы переменного тока на среднеквадратическое значение силы переменного тока основной гармоники);

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициентов n -й гармонической составляющей силы переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_{I_{sg,n}} < 1,0$; относительной погрешности измерений коэффициентов n -й гармонической составляющей силы переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_{I_{sg,n}} \geq 1,0$;

– рассчитывают значения относительной погрешности измерений среднеквадратических значений гармонических составляющих силы переменного тока в соответствии с формулой (5) при $I_{sg,n} \geq 0,03 \cdot I_{(1)}$; приведенной к верхней границе диапазона измерений погрешности измерений среднеквадратических значений гармонических составляющих силы переменного тока в соответствии с формулой (3) при $I_{sg,n} < 0,03 \cdot I_{(1)}$. В качестве нормирующего значения A_n принимают $1,5 \cdot I_{ном}$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;

– $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

10.2.17 Определение погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих силы переменного тока и среднеквадратических значений интергармонических составляющих силы переменного тока (эталонные значения среднеквадратических значений интергармонических составляющих силы переменного тока не задаются калибратором непосредственно, значения получены путем умножения величины коэффициента интергармонических составляющих силы переменного тока на среднеквадратическое значение силы переменного тока основной гармоники)

Определение погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 31;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих силы переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_{I_{isg(m)}} < 3,0$; относительной погрешности измерений коэффициентов интергармонических составляющих силы переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_{I_{isg(m)}} \geq 3,0$.

– рассчитывают значения относительной погрешности измерений среднеквадратических значений m -х интергармонических составляющих силы переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $I_{isg,m} \geq 0,03 \cdot I_{(1)}$; приведенной к верхней границе диапазона измерений погрешности измерений среднеквадратических значений m -х интергармонических составляющих силы переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (4) при $I_{isg,m} < 0,03 \cdot I_{(1)}$. В качестве нормирующего значения A_n принимают $1,5 \cdot I_{ном}$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{ном} = 5$ А при $U_{ном} = 220$ В;

– $I_{ном} = 1$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

10.2.18 Определение абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой тока

Определение погрешности измерений проводят в следующей последовательности

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 33;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6) при $K_1 < 3,0$; относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5) при $K_1 \geq 3,0$.

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 33 – Испытательные сигналы для определения абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой тока

Испытательный сигнал	Частота, Гц	$\delta I_A, \%$	$K_{Ia}, \%$
		$\delta I_B, \%$	$K_{Ib}, \%$
		$\delta I_C, \%$	$K_{Ic}, \%$
1	49,997	0	0
2	48,994	- 10	42,72
3	50,996	- 20	24,98
4	44,996	20	11,52
5	55,000	10	17,27

10.2.19 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 34;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 34 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям

Испытательный сигнал №	Измерительный сигнал				
	$\delta U_A, \delta I_A \%$	$\delta U_B, \delta I_B \%$	$\delta U_C, \delta I_C \%$	$K_{0U}, K_{0I} \%$	$K_{2U}, K_{2I} \%$
1	- 15	- 10	- 5	3,208	3,208
2	30	- 10	- 20	15,275	15,275

10.2.20 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициентов несимметрии токов по обратной и нулевой последовательностям

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 34;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений коэффициентов несимметрии токов по обратной и нулевой последовательностям по всем проверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

– $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

10.2.21 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной гармоники и погрешности измерений между фазными напряжениями основной гармоники провести в следующей последовательности

Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной гармоники и погрешности измерений между фазными напряжениями основной гармоники проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы модуля с Ресурс-К2М последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 35;

Примечание – углы фазового сдвига между напряжениями основной гармоники и угла фазового сдвига между междуфазными напряжениями основной гармоники формируются Ресурс-К2М исходя из заданных значений фазовых углов напряжения.

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между напряжениями основной гармоники и угла фазового сдвига между междуфазными напряжениями основной гармоники по всем проверяемым точкам в соответствии с формулой (1).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

- $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$;

- $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 35 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной гармоники и погрешности измерений между междуфазными напряжениями основной гармоники

№	Значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Значение силы переменного тока, % от $I_{\text{НОМ}}$			Фазовый угол, °		
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	φ_{Ua}	φ_{Ub}	φ_{Uc}
1	100	100	100				0	-120	120
2							0	-30	60
3							0	-60	90
4							0	-90	120
5							0	120	-90
6							0	150	-75
7							0	-90	60

10.3 Определение метрологических характеристик модуля М6.4 при измерении параметров переменного тока

10.3.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения фазного напряжения переменного тока

Определение приведенной основной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 36;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений напряжения фазного и силы переменного тока:

а) $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 5,0 \text{ А}$.

б) $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$.

- рассчитывают значения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения фазного напряжения переменного тока в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 36 – Испытательные сигналы для определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения фазного напряжения переменного тока

№	Значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Угол фазового сдвига между фазными напряжениями, °	
	U_a	U_b	U_c	φ_{ab}	φ_{ac}
1	5	5	5	120	-120
2	50	50	50		
3	100	100	100		
4	200	200	200		
5	300	300	300		
6	400	400	400		
7	520	520	520		

10.3.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения междуфазного напряжения переменного тока

Определение приведенной основной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 37;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений напряжения междуфазного и силы переменного тока:

а) $U_{\text{МФНОМ}} = 100 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 5,0 \text{ А}$.

б) $U_{\text{МФНОМ}} = 100 \text{ В}$ при $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$.

- рассчитывают значения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения междуфазного напряжения переменного тока в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 37 – Испытательные сигналы для определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения междуфазного напряжения переменного тока

№	Значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Угол фазового сдвига между фазными напряжениями, °	
	U_a	U_b	U_c	φ_{ab}	φ_{ac}
1	5	5	5	120	-120
2	50	50	50		
3	100	100	100		
4	200	200	200		
5	300	300	300		

10.3.3 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 38;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:

а) $I_{ном} = 5,0$ А при $U_{ном} = 57,7$ В;

б) $I_{ном} = 1,0$ А при $U_{ном} = 57,7$ В.

- рассчитывают значения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 38 – Испытательные сигналы для определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{ном}$			Фазовый угол между током и напряжением, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	100	100	100	1	1	1	0
2				20	20	20	
3				50	50	50	
4				80	80	80	
5				100	100	100	
6				120	120	120	
7				150	150	150	

10.3.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений активной, реактивной и полной фазной и трехфазной электрической мощности и определение абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности

Определение к диапазону измерений погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 39;

- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:

а) $I_{\text{НОМ}} = 5,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$;

б) $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

- рассчитывают значения к диапазону измерений погрешности измерений активной, реактивной и полной фазной и трехфазной электрической мощности в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки, а также значения абсолютной основной погрешности измерений коэффициента мощности в соответствии с формулой (6), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 39 – Испытательные сигналы для определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений активной, реактивной и полной фазной и трехфазной электрической мощности, абсолютной основной погрешности измерений коэффициента мощности

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{НОМ}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{\text{НОМ}}$			Фазовый угол, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	5	5	5	100			0
2	50	50	50				0
3	100	100	100				0
4	200	200	200				0
5	300	300	300				0
6	400	400	400				0
7	520	520	520				0
8	100			1	1	1	0
9				20	20	20	0
10				50	50	50	0
11				80	80	80	0
12				120	120	120	0
13				150	150	150	0
14	520			150			0
15							30
16							60
17							90
18							120
19							150
20							180

10.3.5 Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 4;

- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Ресурс-К2М в соответствии с таблицей 40;

- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений силы и напряжения переменного тока:

а) $I_{\text{НОМ}} = 5,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$;

б) $I_{\text{НОМ}} = 1,0 \text{ А}$ при $U_{\text{НОМ}} = 57,7 \text{ В}$.

- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока в соответствии с формулой (6), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 40 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_{ном}$			Значение частоты переменного тока, Гц
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	100	100	100	100	100	100	42,500
2							44,992
3							47,497
4							49,997
5							52,500
6							55,000
7							57,500

10.4 Определение метрологических характеристик модуля М7.4 при измерении параметров переменного тока

Перед проверкой проводят предварительную настройку модуля в следующем порядке:

– открывают веб-конфигуратор, открывают меню «Система/Настройка модулей», выбирают необходимый измерительный модуль типа М7.4;

– для номинального значения напряжения переменного тока 57,7 В из выпадающего меню «Номинальное напряжение входов U1, U2, U3 вторичное» выбирают значение 57,7 В;

– подключают комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-61 (далее – РЕТОМ-61), блоки однофазного преобразователя тока РЕТ-10 (далее по тексту – РЕТ-10) и трансформаторы тока измерительные переносные ТТИП-5000/5 (далее по тексту – ТТИП-5000/5) к модулю М7. Схема подключений приведена на рисунке 5;

Примечания:

1) допускается использовать один РЕТ-10 и один ТТИП-5000/5, в этом случае все три катушки Роговского из модуля М7.4 необходимо подключать в одну любую токовую цепь согласно рисунку 5;

2) при определении метрологических характеристик модуля М7.4 допускается использовать PTS 400.3 в качестве источника сигналов напряжения, превышающих 100 В, а также в качестве эталонного счётчика;

3) Значение подаваемого сигнала считывается модулем эталонного, многофункционального счётчика электрической энергии PRS 400.3

– кабель связи интерфейса Ethernet подключают к разъему Ethernet контроллера, другой конец кабеля подключают к ПК, сетевое соединение ПК должно быть в одной подсети с контроллером, т.е. <IP-адрес контроллера> должен быть доступен с ПК. Схема подключений приведена на рисунке 5;

– подают питание на контроллер, ожидают загрузки ПО.

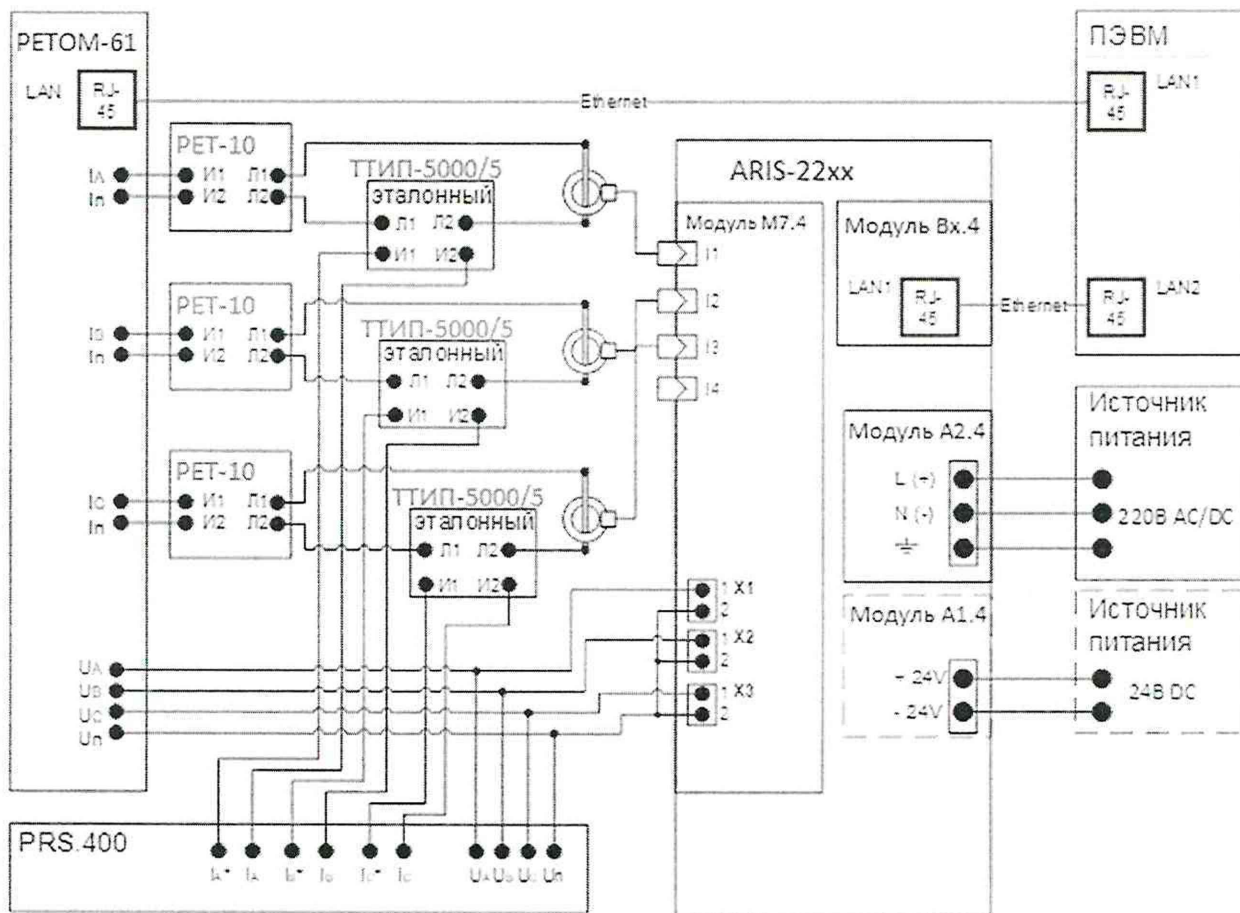


Рисунок 5 – Схема подключений контроллера для поверки модуля М7.4

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- на измерительные входы модуля с РЕТОМ-61 последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 41;
- рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока для всех величин частоты по формуле (6).

Испытания проводят для номинального значения:

$$- U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В.}$$

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 41 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{\text{ном}}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А			Значение частоты переменного тока, Гц
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	100			400			42,500
2							44,992
3							47,497
4							49,997
5							52,500

Испытательный сигнал №	Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А			Значение частоты переменного тока, Гц
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
6							55,000
7							57,500

Примечание – Для подачи указанного тока необходимо в РЕТОМ-61 выбрать величину с учётом коэффициента трансформации РЕТ-10 и количества витков в первичной обмотке ТТИП-5000/5.

10.4.2 Определение относительной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного напряжения переменного тока

Определение относительной основной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 5;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью РЕТОМ-61 (PTS 400.3 – при 150 % $U_{ном}$ и более) в соответствии с таблицей 42;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений напряжения фазного и силы переменного тока:

а) $U_{ном} = 57,7$ В при $I_б = 40$ А.

б) $U_{ном} = 57,7$ В при $I_б = 200$ А.

- рассчитывают значения относительной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного напряжения переменного тока в соответствии с формулой (5), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 42 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного напряжения переменного тока

№	Значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Угол фазового сдвига между фазными напряжениями, °	
	U_a	U_b	U_c	φ_{ab}	φ_{ac}
1	5	5	5	120	-120
2	50	50	50		
3	100	100	100		
4	200	200	200		
5	300	300	300		
6	400	400	400		
7	520	520	520		

10.4.3 Определение относительной погрешности измерений среднеквадратического значения междуфазного напряжения переменного тока

Определение относительной основной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 5;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью РЕТОМ-61 (PTS 400.3 – при 150 % $U_{ном}$ и более) в соответствии с таблицей 43;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений напряжения междуфазного и силы переменного тока:

а) $U_{МФном} = 100$ В при $I_б = 40$ А.

б) $U_{МФном} = 100$ В при $I_б = 200$ А.

- рассчитывают значения относительной погрешности измерений среднеквадратического значения междуфазного напряжения переменного тока в соответствии с формулой (5), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 43 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерений среднеквадратического значения междуфазного напряжения переменного тока

№	Значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Угол фазового сдвига между фазными напряжениями, °	
	U_a	U_b	U_c	φ_{ab}	φ_{ac}
1	5	5	5	120	-120
2	50	50	50		
3	100	100	100		
4	200	200	200		
5	300	300	300		

10.4.4 Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока для каналов I1, I2, I3

Определение относительной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с РЕТОМ-61 последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 44;

– рассчитывают значения относительной погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока по всем поверяемым точкам в соответствии с формулой (5).

Испытания проводят для номинального значения:

– $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 44 – Испытательные сигналы для определения относительной погрешности измерения среднеквадратических значений силы переменного тока для каналов I1, I2, I3

№	Значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от I_b ^{1) 2)}			Угол фазового сдвига между током и напряжением, °
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	
1	100			7,5	7,5	7,5	0
2				10	10	10	
3				50	50	50	
4				100	100	100	
5				250	250	250	
6				500	500	500	
7				1000	1000	1000	

Примечания:

¹⁾ Значения силы переменного тока до 10 А включительно подаются на модуль М7.4 без использования РЕТ-10 и ТТИП-5000/5.

²⁾ Для подачи указанного тока необходимо в РЕТОМ-61 выбрать величину с учётом коэффициента трансформации РЕТ-10 и количества витков в первичной обмотке ТТИП-5000/5.

10.4.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений активной, реактивной, полной фазной (трехфазной) электрической мощности и абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности (фазный)

Определение приведенной к диапазону измерений и абсолютной погрешностей измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с РЕТОМ-61 (PTS 400.3 – при 150 % $U_{ном}$ и более) последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 45;

– рассчитывают значения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений активной, реактивной и полной фазной (трехфазной) электрической мощности, а также значения абсолютной погрешности коэффициента мощности (фазный) по всем проверяемым точкам в соответствии с формулами (4) и (6) соответственно.

Испытания проводят последовательно для номинального значения:

– $U_{ном} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 45 – Испытательные сигналы для определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений активной, реактивной, полной фазной (трехфазной) электрической мощности и абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности (фазный)

№	Значение напряжения переменного тока, % от $U_{ном}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от I_6 ¹⁾²⁾			Угол фазового сдвига между током и напряжением, °	
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c		
1	5	5	5	7,5			0	
2	50	50	50					
3	100	100	100					
4	200	200	200					
5	300	300	300					
6	400	400	400					
7	520	520	520					
	100			10	10	10	0	
				50	50	50		
				100	100	100		
				250	250	250		
				500	500	500		
				1000	1000	1000		
	520			1000				0
								30
								60
								90
							120	
							150	
							180	

Примечания:

¹⁾ Значения силы переменного тока до 10 А включительно подаются на модуль М7.4 без использования РЕТ-10 и ТТИП-5000/5.

²⁾ Для подачи значений силы переменного тока 100; 500; 1000; 2000 А необходимо в РЕТОМ-61 выбрать величину с учётом коэффициента трансформации РЕТ-10 и количества витков в первичной обмотке ТТИП-5000/5.

10.4.5 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники

Определение абсолютной погрешности измерений проводят в следующей последовательности:

– на измерительные входы модуля с РЕТОМ-61 последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины в соответствии с таблицей 46;

– рассчитывают значения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники по всем проверяемым точкам в соответствии с формулой (6).

Испытания проводят последовательно для двух номинальных значений:

– $U_{МФНОМ} = 100$ В;

– $U_{НОМ} = 57,7$ В.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 46 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между током и напряжением основной гармоники

№	Значение напряжения переменного тока, % от $U_{НОМ}$			Среднеквадратическое значение силы переменного тока, % от $I_б^{1) 2)}$			Угол фазового сдвига между током и напряжением, °		
	U_a	U_b	U_c	I_a	I_b	I_c	φ_a	φ_b	φ_c
1	100	100		7,5			0	0	0
2							60	60	60
3							120	120	120
4							180	180	180
5							-30	-30	-30
6							-60	-60	-60
7							-120	-120	-120
8							-180	-180	-180
9	100	100		1000			0	0	0
10							60	60	60
11							120	120	120
12							180	180	180
13							-30	-30	-30
14							-60	-60	-60
15							-120	-120	-120
16							-180	-180	-180

Примечания:
¹⁾ Значение силы переменного тока 1,5 А подается на модуль М7.4 без использования РЕТ-10 и ТТИП-5000/5.
²⁾ Для подачи значения силы переменного тока 2000 А необходимо в РЕТОМ-61 выбрать величину с учётом коэффициента трансформации РЕТ-10 и количества витков в первичной обмотке ТТИП-5000/5.

10.5 Определение приведенной к диапазону измерений основной погрешности при измерении унифицированных аналоговых сигналов силы постоянного тока для модуля G1.4

Определение приведенной основной погрешности проводят в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 6;

- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью калибратора Calys 150R в соответствии с таблицей 47;

- рассчитывают значения приведенной основной погрешности при измерении унифицированных аналоговых сигналов силы постоянного тока в соответствии с формулой (4), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 47 – Испытательные сигналы для определения приведенной к диапазону измерений основной погрешности при измерении унифицированных аналоговых сигналов силы постоянного тока

Испытательный сигнал №	Диапазоны измерений силы постоянного тока, мА	Значение входного сигнала, мА	Сечение диапазона измерений выходного сигнала, %
1	от - 5 до + 20	- 5,00	0
2		0,00	20
3		+ 5,00	40
4		+ 10,00	60
5		+ 15,00	80
6		+ 20,00	100

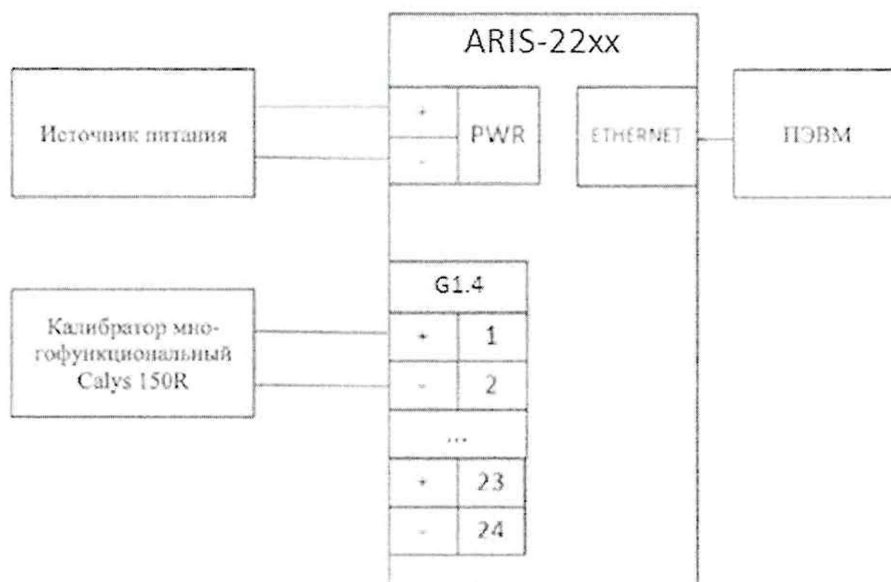


Рисунок 6 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону измерений основной погрешности при измерении унифицированных аналоговых сигналов силы постоянного тока для модуля G1.4

10.6 Определение относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направления с симметричными нагрузками для контроллеров класса точности 0,2S (функция M), относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направления для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений для контроллеров класса точности 0,2S (функция M), относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направления с симметричными нагрузками для контроллеров класса точности 0,5 (функция M), относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направления для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений для контроллеров класса

точности 0,5 (функция M)

Определение относительной основной погрешности измерений проводят методом непосредственного сличения с показаниями эталонного счетчика установки PTS 400.3 в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 7;
- последовательно подают испытательные сигналы соответствующей величины с помощью установки PTS 400.3 в соответствии с таблицами 48 – 51;
- испытания для прямого и обратного направления электрической энергии проводят последовательно для каждого из направлений;
- испытания для однофазной нагрузки при симметрии фазных напряжений проводят последовательно для каждой из фаз отдельно;
- при проведении поверки на контроллере и эталонном счетчике установки PTS 400.3 фиксируют показания накопленной энергии;
- длительность интервала измерения энергии при значениях токов в интервале от $0,5 \cdot I_{НОМ}$ до $I_{МАКС}$ должна составлять не менее двух полных коротких интервалов учета, в абсолютном выражении – не менее 5 минут, для токов менее $0,5 \cdot I_{НОМ}$ – не менее 10 мин;
- рассчитывают приращение учтенной электрической энергии на контроллере и эталонном счетчике установки PTS 400.3;
- измерения проводят для номинальных среднеквадратических значений напряжения переменного тока:

- $U_{НОМ} = 220 \text{ В};$
- $U_{НОМ} = 57,7 \text{ В}.$

- рассчитывают значения относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направления с симметричными нагрузками для контроллеров класса точности 0,2S (функция M), относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направления для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений для контроллеров класса точности 0,2S (функция M), относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направления с симметричными нагрузками для контроллеров класса точности 0,5 (функция M), относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направления для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений для контроллеров класса точности 0,5 (функция M) в соответствии с формулой (5), приведенной в разделе 11 настоящей методики поверки;

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

Таблица 48 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направления с симметричными нагрузками для контроллеров класса точности 0,2S (функция M)

Испытательный сигнал №	Значение силы переменного тока, А		Коэффициент мощности $\cos \varphi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений, %
	для счетчиков с непосредственным включением	для счетчиков, включаемых через трансформатор		
1	$0,01 \cdot I_б$	$0,01 \cdot I_{НОМ}$	1,0	$\pm 0,4$
2	$0,05 \cdot I_б$	$0,05 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,2$
3	$I_б$	$I_{НОМ}$		$\pm 0,2$
4	$I_{МАКС}$	$1,5 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,2$
5	$0,02 \cdot I_б$	$0,02 \cdot I_{НОМ}$	0,5 (инд.)	$\pm 0,5$
6	$0,10 \cdot I_б$	$0,10 \cdot I_{НОМ}$	0,8 (емк.)	$\pm 0,3$

Испытательный сигнал №	Значение силы переменного тока, А		Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений, %
	для счетчиков с непосредственным включением	для счетчиков, включаемых через трансформатор		
7	I_b	$I_{НОМ}$		$\pm 0,3$
8	$I_{макс}$	$1,5 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,3$
9	$0,10 \cdot I_b$	$0,10 \cdot I_{НОМ}$	0,25 (инд.) 0,5 (емк.)	$\pm 0,5$
10	I_b	$I_{НОМ}$		$\pm 0,5$
11	$I_{макс}$	$1,5 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,5$

Таблица 49 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направления для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений для контроллеров класса точности 0,2S (функция M)

Испытательный сигнал №	Значение силы переменного тока, А		Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений, %
	для счетчиков с непосредственным включением	для счетчиков, включаемых через трансформатор		
1	$0,05 \cdot I_b$	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	1,0	$\pm 0,3$
2	I_b	$I_{НОМ}$		$\pm 0,3$
3	$I_{макс}$	$1,5 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,3$
4	$0,1 \cdot I_b$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	0,5 (инд.)	$\pm 0,4$
5	I_b	$I_{НОМ}$		$\pm 0,4$
6	$I_{макс}$	$1,5 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,4$

Таблица 50 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направления с симметричными нагрузками для контроллеров класса точности 0,5 (функция M)

Испытательный сигнал №	Значение силы переменного тока, А		Коэффициент $\sin\varphi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений, %
	для контроллеров с непосредственным включением	для контроллеров, включаемых через трансформатор		
1	$0,05 \cdot I_b$	$0,02 \cdot I_{НОМ}$	1	$\pm 0,8$
2	$0,1 \cdot I_b$	$0,05 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,5$
3	I_b	$I_{НОМ}$		$\pm 0,5$
4	$I_{макс}$	$1,5 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,5$
5	$0,1 \cdot I_b$	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	0,5	$\pm 0,8$
6	$0,2 \cdot I_b$	$0,10 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,5$
7	I_b	$I_{НОМ}$		$\pm 0,5$
8	$I_{макс}$	$1,5 \cdot I_{НОМ}$		$\pm 0,5$
9	$0,2 \cdot I_b$	$0,10 \cdot I_{НОМ}$	0,25	$\pm 0,8$
10	I_b	$I_{НОМ}$		$\pm 0,8$

Испытательный сигнал №	Значение силы переменного тока, А		Коэффициент $\sin\phi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений, %
	для контроллеров с непосредственным включением	для контроллеров, включаемых через трансформатор		
11	$I_{\text{макс}}$	$1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$		$\pm 0,8$

Таблица 51 – Испытательные сигналы для определения относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направления для однофазной нагрузки при симметрии многофазных напряжений для контроллеров класса точности 0,5 (функция М)

Испытательный сигнал №	Значение силы переменного тока, А		Коэффициент $\sin\phi$	Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений, %
	для контроллеров с непосредственным включением	для контроллеров, включаемых через трансформатор		
1	$0,1 \cdot I_6$	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	1,0	$\pm 0,8$
2	I_6	$I_{\text{НОМ}}$		$\pm 0,8$
3	$I_{\text{макс}}$	$1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$		$\pm 0,8$
4	$0,2 \cdot I_6$	$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}}$	0,5 (инд./емк.)	$\pm 0,8$
5	I_6	$I_{\text{НОМ}}$		$\pm 0,8$
6	$I_{\text{макс}}$	$1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$		$\pm 0,8$

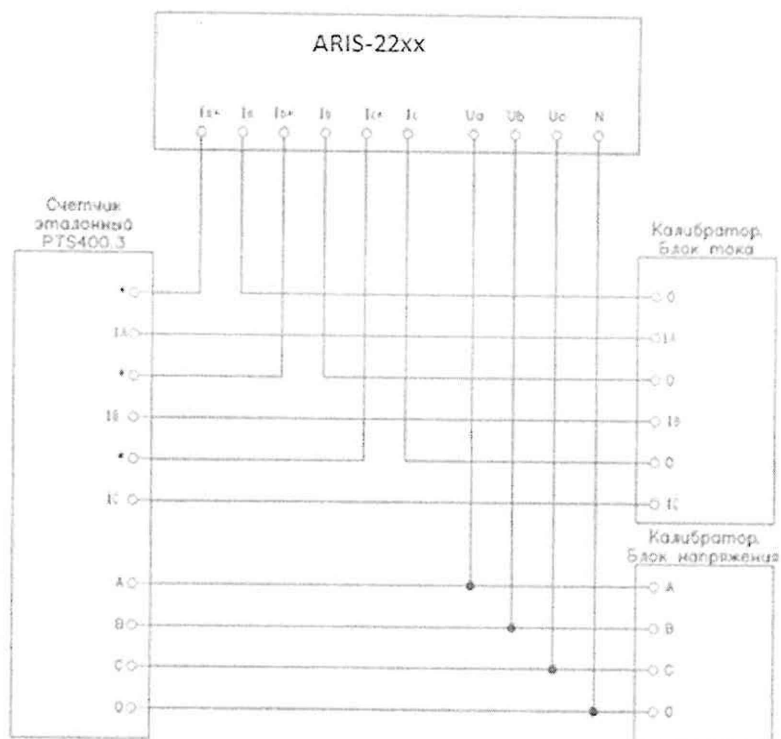


Рисунок 7 – Схема подключений контроллера для поверки модулей Мх.4 (с функцией М)

10.7 Определение метрологических характеристик собственных часов контроллеров

10.7.1 Определение смещения собственной шкалы времени относительно национальной шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации по источнику точного времени ГНСС с использованием PPS-сигнала

Определение смещения проводят в следующей последовательности:

- подключают кабель связи Ethernet к разъёму LAN контроллера, другой конец кабеля соединяют с ПК (сетевое соединение ПК должно быть в одной подсети с контроллером, т.е. контроллер должен быть доступен с ПК);

- в адресной строке web-браузера вводят IP-адрес контроллера. В появившемся окне аутентификации вводят имя пользователя и пароль;

- подключают ГНСС-антенну к разъёму GNSS контроллера в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 8, правильной ориентацией антенны обеспечивают уверенный прием сигналов со спутников;

- в главном меню web-конфигуратора контроллера открывают пункт меню “Система/Дата и время”, в открывшемся окне переходят на вкладку “Параметры” и проверяют установленные символы выбора в чек-боксах “Использовать внутренний ГНСС” и “Использовать PPS внутреннего ГНСС”;

- переходят на вкладку “Состояние”, где проверяют доступность настроенных источников точного времени по колонке таблицы “Доступен”;

- во вкладке "Состояние" проверяют факт синхронизации часов контроллера от указанного источника точного времени. Критерий для контроля синхронизации - наличие надписи "Точное время присутствует";

- в главном меню web-конфигуратора контроллера открывают пункт меню “Система/Метрология”, в открывшемся окне в строке “Выберите порт” из выпадающего меню выбирают последовательный порт COM (RS-485), к которому подключено эталонное устройство синхронизации времени ИСС в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 8;

- убеждаются в том, что эталонное устройство синхронизации времени ИСС пребывает в режиме “есть точное время”;

- нажимают на кнопку “Начать процедуру поверки”, будет проведена проверка корректности конфигурации системы синхронизации собственных часов и, при необходимости, предложено автоматически произвести необходимые изменения и перезагрузить контроллер;

- для продолжения нажимают кнопку “Да”, дожидаются обновления конфигурации и перезагрузки контроллера;

- после выполнения перезагрузки возвращаются на страницу “Система/Метрология”;

- повторно нажимают на кнопку “Начать процедуру поверки”, будет проведена проверка факта синхронизации часов контроллера от указанного в конфигурации источника точного времени. Критерий для контроля синхронизации – наличие надписи “Точное время присутствует” во вкладке “Дата и время”. В случае, если точное время недоступно, будет выдано соответствующее сообщение;

- после синхронизации часов выполняют процедуру поверки, по окончании которой из ретроархива контроллера на экран выводится “Таблица результатов” со значениями смещений собственной шкалы времени в моменты фиксации PPS-импульсов от устройства синхронизации времени ИСС (состояние “1”);

За оценку смещения принимают максимальное отклонение Δt , приведённое под таблицей.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

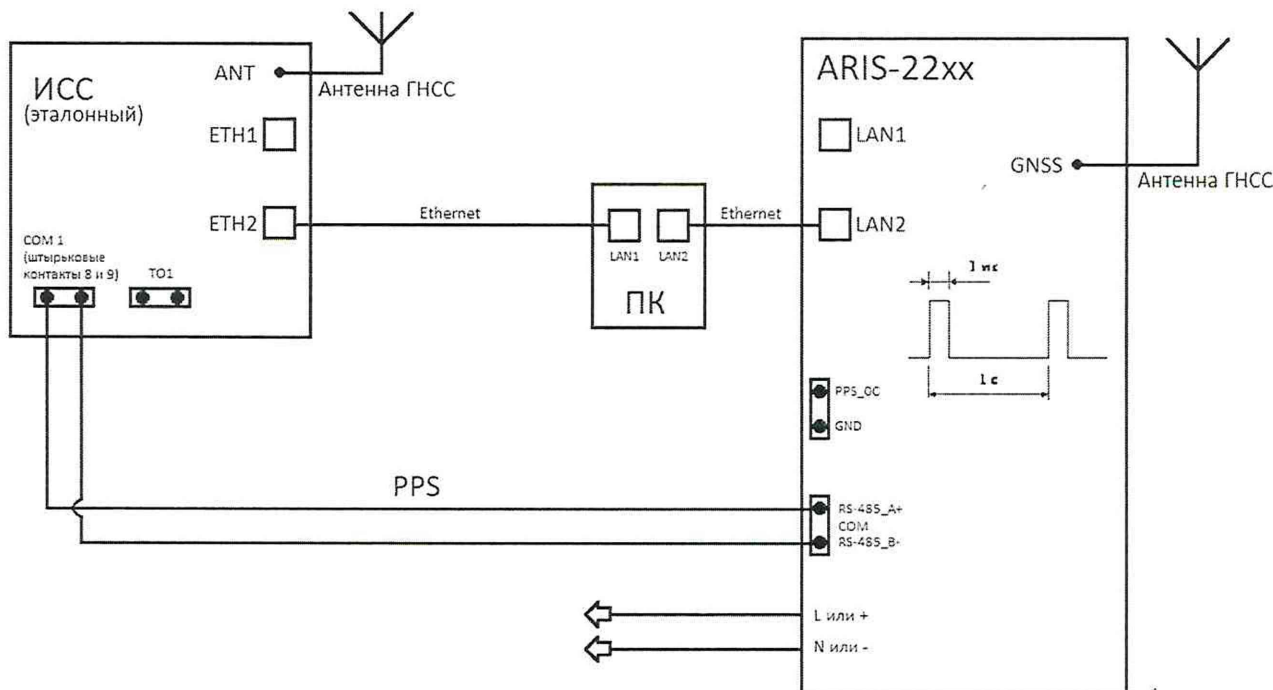


Рисунок 8 – Схема подключения при синхронизации от встроенного приёмника ГНСС

10.7.2 Определение смещения собственной шкалы времени относительно национальной шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации по источнику точного времени NTP с использованием PPS-сигнала

При определении смещения в качестве рабочего и эталонного источника синхронизации используется устройство синхронизации времени ИСС.

Определение смещения проводят в следующей последовательности:

- подключают кабель связи Ethernet к разъёму LAN контроллера, другой конец кабеля соединяют с ПК (сетевое соединение ПК должно быть в одной подсети с контроллером, т.е. контроллер должен быть доступен с ПК);

- в адресной строке web-браузера вводят IP-адрес контроллера. В появившемся окне аутентификации вводят имя пользователя и пароль;

- подключают эталонный NTP-сервер (ИСС) через Ethernet к контроллеру в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 9;

- убеждаются в том, что эталонный NTP-сервер (ИСС) пребывает в режиме “есть точное время”;

- в главном меню web-конфигуратора контроллера открывают пункт меню “Система/Дата и время”, в открывшемся окне переходят на вкладку “Параметры” и проверяют установленные параметры настройки синхронизации:

- а) в перечне “Список используемых NTP-серверов” настроены адреса используемых NTP-серверов;

- б) установлен символ выбора в чек-боксе “Использовать внешний PPS”

- переходят на вкладку “Состояние”, где проверяют доступность настроенных источников точного времени по колонке таблицы “Доступен”;

- во вкладке "Состояние" проверяют факт синхронизации часов контроллера от указанного источника точного времени. Критерий для контроля синхронизации - наличие надписи "Точное время присутствует";

- в главном меню web-конфигуратора контроллера открывают пункт меню “Система/Метрология”, в открывшемся окне в строке “Выберите порт” из выпадающего меню выбирают последовательный порт СОМ (RS-485), к которому подключено устройство синхронизации времени ИСС в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 9;

- нажимают на кнопку “Начать процедуру поверки”, будет проведена проверка корректности конфигурации системы синхронизации собственных часов и, при необходимости, предложено автоматически произвести необходимые изменения и перезагрузить контроллер;
- для продолжения нажимают кнопку “Да”, дожидаются обновления конфигурации и перезагрузки контроллера;
- после выполнения перезагрузки возвращаются на страницу “Система/Метрология”;
- повторно нажимают на кнопку “Начать процедуру поверки”, будет проведена проверка факта синхронизации часов контроллера от указанного в конфигурации источника точного времени. Критерий для контроля синхронизации – наличие надписи “Точное время присутствует” во вкладке “Дата и время”. В случае, если точное время недоступно, будет выдано соответствующее сообщение;
- после синхронизации часов выполняют процедуру поверки, по окончании которой из ретроархива контроллера на экран выводится “Таблица результатов” со значениями смещений собственной шкалы времени в моменты фиксации PPS-импульсов от устройства синхронизации времени ИСС (состояние “1”);

За оценку смещения принимают максимальное отклонение Δt , приведённое под таблицей.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

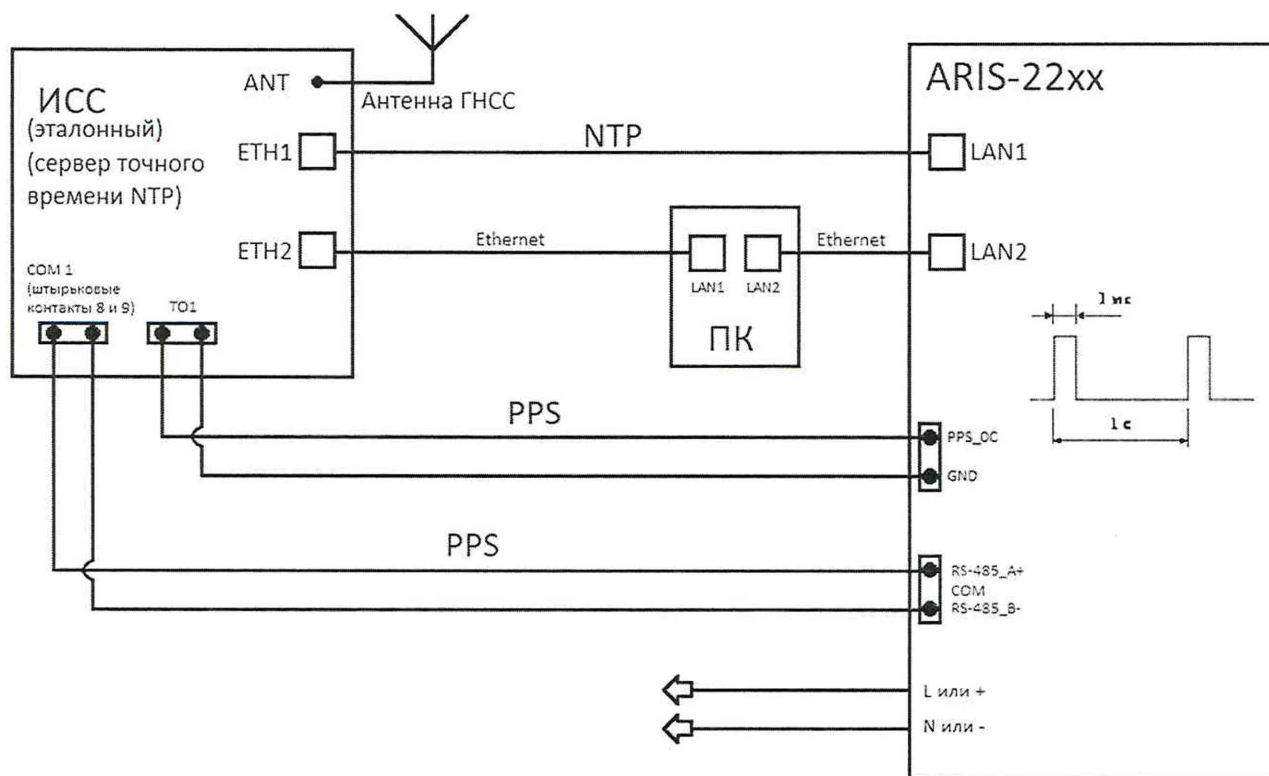


Рисунок 9 – Схема подключения при синхронизации от NTP-сервера

10.7.3 Определение смещения собственной шкалы времени относительно шкалы времени источника времени NTP в режиме синхронизации без использования PPS-сигнала

При определении смещения в качестве эталонного источника синхронизации используется устройство синхронизации времени ИСС.

Определение смещения проводят в следующей последовательности:

- подключают кабель связи Ethernet к разъёму LAN контроллера, другой конец кабеля соединяют с ПК (сетевое соединение ПК должно быть в одной подсети с контроллером, т.е. контроллер должен быть доступен с ПК);
- отключают источники синхронизации;
- перезагружают контроллер;

- устройство синхронизации времени ИСС подключают к контроллеру по NTP;
- подают питание на устройство синхронизации времени ИСС;
- ждут факта синхронизации и подают PPS-сигнал от устройства синхронизации времени на последовательный порт COM (RS-485) контроллера;
- ждут уточнения синхронизации по сигналу PPS;
- фиксируют дельту уточнения и убеждаются, что она не превышает значения, указанного в описании типа.

10.7.4 Определение смещения собственной шкалы времени относительно национальной шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации по источнику точного времени PTP с использованием PPS-сигнала

При определении смещения в качестве рабочего и эталонного источника синхронизации используется устройство синхронизации времени ИСС в соответствии с IEEE 1588 v.2.

Определение смещения проводят в следующей последовательности:

- подключают кабель связи Ethernet к разъёму LAN контроллера, другой конец кабеля соединяют с ПК (сетевое соединение ПК должно быть в одной подсети с контроллером, т.е. контроллер должен быть доступен с ПК);

- в адресной строке web-браузера вводят IP-адрес контроллера. В появившемся окне аутентификации вводят имя пользователя и пароль;

- подключают эталонный PTP-сервер (ИСС) через Ethernet к контроллеру в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 10;

- убеждаются в том, что эталонный PTP-сервер (ИСС) пребывает в режиме “есть точное время”;

- в главном меню web-конфигуратора контроллера открывают пункт меню “Система/Дата и время”, в открывшемся окне переходят на вкладку “Параметры” и проверяют установленные параметры настройки синхронизации:

- а) в перечне “Служба времени” настроен PTP;

- переходят на вкладку “Состояние”, где проверяют доступность настроенных источников точного времени по колонке таблицы “Доступен”;

- во вкладке “Состояние” проверяют факт синхронизации часов контроллера от указанного источника точного времени. Критерий для контроля синхронизации - наличие надписи “Точное время присутствует”;

- в главном меню web-конфигуратора контроллера открывают пункт меню “Система/Метрология”, в открывшемся окне в строке “Выберите порт” из выпадающего меню выбирают последовательный порт COM (RS-485), к которому подключено устройство синхронизации времени ИСС в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 10;

- нажимают на кнопку “Начать процедуру поверки”, будет проведена проверка корректности конфигурации системы синхронизации собственных часов и, при необходимости, предложено автоматически произвести необходимые изменения и перезагрузить контроллер;

- для продолжения нажимают кнопку “Да”, ждут обновления конфигурации и перезагрузки контроллера;

- после выполнения перезагрузки возвращаются на страницу “Система/Метрология”;

- повторно нажимают на кнопку “Начать процедуру поверки”, будет проведена проверка факта синхронизации часов контроллера от указанного в конфигурации источника точного времени. Критерий для контроля синхронизации – наличие надписи “Точное время присутствует” во вкладке “Дата и время”. В случае, если точное время недоступно, будет выдано соответствующее сообщение;

- после синхронизации часов выполняют процедуру поверки, по окончании которой из ретроархива контроллера на экран выводится “Таблица результатов” со значениями смещений собственной шкалы времени в моменты фиксации PPS-импульсов от устройства синхронизации времени ИСС (состояние “1”);

За оценку смещения принимают максимальное отклонение Δt , приведённое под таблицей.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

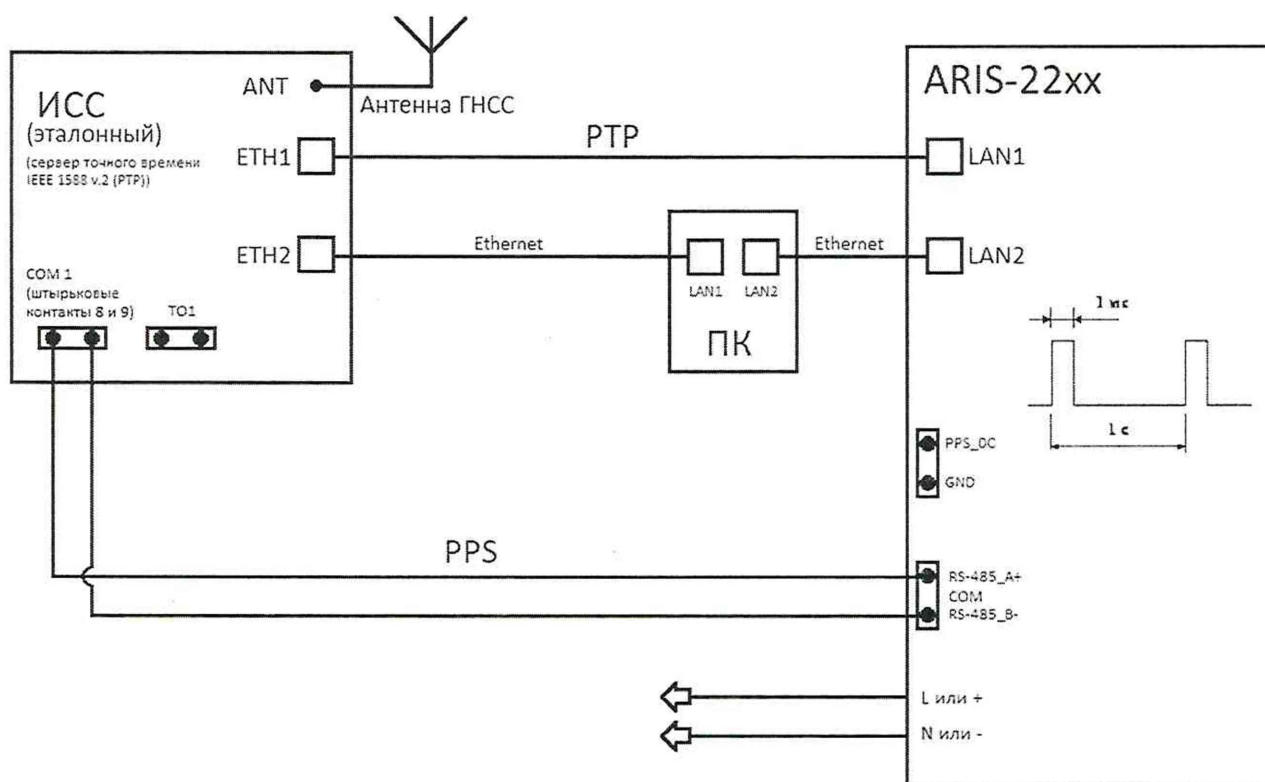


Рисунок 10 – Схема подключения при синхронизации от PTP-сервера

10.7.5 Определение погрешности хранения собственной шкалы времени (без коррекции от источника точного времени)

Определение погрешности проводят в следующей последовательности:

- подключают кабель связи Ethernet к разъёму LAN контроллера, другой конец кабеля соединяют с ПК (сетевое соединение ПК должно быть в одной подсети с контроллером, т.е. контроллер должен быть доступен с ПК);
- в адресной строке web-браузера вводят IP-адрес контроллера. В появившемся окне аутентификации вводят имя пользователя и пароль;
- подключают эталонный NTP-сервер (ИСС) через Ethernet к контроллеру в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 9;
- убеждаются в том, что эталонный NTP-сервер (ИСС) пребывает в режиме “есть точное время”;
- в главном меню web-конфигуратора контроллера открывают пункт меню “Система/Дата и время”, в открывшемся окне переходят на вкладку “Параметры” и проверяют установленные параметры настройки синхронизации:
 - а) в перечне “Список используемых NTP-серверов” настроены адреса используемых NTP-серверов;
 - б) установлен символ выбора в чек-боксе “Использовать внешний PPS”
- переходят на вкладку “Состояние”, где проверяют доступность настроенных источников точного времени по колонке таблицы “Доступен”;
- во вкладке "Состояние" проверяют факт синхронизации часов контроллера от указанного источника точного времени. Критерий для контроля синхронизации - наличие надписи "Точное время присутствует";
- в главном меню web-конфигуратора контроллера открывают пункт меню “Система/Метрология”, в открывшемся окне в строке “Выберите порт” из выпадающего

меню выбирают последовательный порт COM (RS-485), к которому подключено устройство синхронизации времени ИСС в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 9;

- нажимают на кнопку “Начать процедуру поверки”, будет проведена проверка корректности конфигурации системы синхронизации собственных часов и, при необходимости, предложено автоматически произвести необходимые изменения и перезагрузить контроллер;

- для продолжения нажимают кнопку “Да”, ожидают обновления конфигурации и перезагрузки контроллера;

- после выполнения перезагрузки возвращаются на страницу “Система/Метрология”;

- повторно нажимают на кнопку “Начать процедуру поверки”, будет проведена проверка факта синхронизации часов контроллера от указанного в конфигурации источника точного времени. Критерий для контроля синхронизации – наличие надписи “Точное время присутствует” во вкладке “Дата и время”. В случае, если точное время недоступно, будет выдано соответствующее сообщение;

- убеждаются в том, что контроллер синхронизировал собственное время по эталонному NTP-серверу (ИСС);

- отключают эталонный NTP-сервер (ИСС) от контроллера;

- ожидают сообщения об отключении NTP-сервера (ИСС) (не более пяти минут) или в главном меню конфигуратора открывают пункт “Система/Дата и время”, вкладку “Состояние”, проверяют недоступность настроенных источников синхронизации;

- по истечении двух часов подключают эталонный NTP-сервер (ИСС), запрашивают журнал событий контроллера, убеждаются в наличии актуального события о появлении синхронизации и событий коррекции времени – фиксируют величину коррекции времени;

За оценку хода на интервале времени два часа принимают максимальное отклонение Δx_t , приведённое под таблицей.

Погрешность хранения собственной шкалы времени Δx , с/сутки рассчитывают по формуле (7), приведённой в разделе 11 настоящей методики поверки.

Результаты считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Расчет положительного, отрицательного и установившегося отклонений фазного напряжения переменного тока проводят в соответствии со следующими формулами.

11.1.1 Расчетное значение положительного отклонения фазного напряжения переменного тока $\delta U_{A_{y(+)}}$, $\delta U_{B_{y(+)}}$, $\delta U_{C_{y(+)}}$, %, определяют по формуле:

$$\delta U_{y(+)} = (U_{y(+)} - U_n) / U_n \cdot 100, \quad (1)$$

где $U_{y(+)}$ – воспроизведенное калибратором Ресурс-К2М значение положительного отклонения фазного напряжения переменного тока, В;

U_n – номинальное значение фазного напряжения переменного тока, В.

11.1.2 Расчетное значение отрицательного отклонения фазного напряжения переменного тока $\delta U_{A_{y(-)}}$, $\delta U_{B_{y(-)}}$, $\delta U_{C_{y(-)}}$, %, определяют по формуле:

$$\delta U_{y(-)} = (U_{y(-)} - U_n) / U_n \cdot 100, \quad (2)$$

где $U_{y(-)}$ – воспроизведенное калибратором Ресурс-К2М значение отрицательного отклонения фазного напряжения переменного тока, В.

11.1.3 Расчетное значение установившегося отклонения фазного напряжения переменного тока δU_{Ay} , δU_{By} , δU_{Cy} , %, определяют по формуле:

$$\delta U_y = (\sum_{i=1}^n U_y - U_n) / U_n \cdot 100, \quad (3)$$

где U_y – среднее значение из 10 воспроизведенных калибратором Ресурс-К2М значений отклонения фазного напряжения переменного тока в течение 1 мин, В;

Обработку результатов измерений проводят в соответствии со следующими формулами.

11.2.1 Приведенную погрешность измерений γ , %, определяют по формуле:

$$\gamma = (A_x - A_0) / A_n \cdot 100, \quad (4)$$

где A_x – измеренное контроллером значение параметра, отображаемое через веб-интерфейс;

A_0 – значение параметра, воспроизводимое эталоном (сигнал, воспроизводимый калибратором Calys 150R/Ресурс-К2М);

A_n – нормирующее значение измеряемого параметра (номинальное значение параметра).

11.2.2 Относительную погрешность измерений δ , %, определяют по формуле:

$$\delta = (A_x - A_{01}) / A_{01} \cdot 100, \quad (5)$$

где A_{01} – значение параметра, воспроизводимое эталоном (сигнал, воспроизводимый калибратором Ресурс-К2М/установкой PTS 400.3).

11.2.3 Абсолютную погрешность измерений Δ , ед. вел., определяют по формуле:

$$\Delta = A_x - A_{02}, \quad (6)$$

где A_{02} – значение параметра, воспроизводимое эталоном.

11.2.4 Погрешность хранения собственной шкалы времени Δx , с/сутки рассчитывают по формуле:

$$\Delta x = \Delta x_t \cdot 24 / t_{\text{инт}} \quad (7)$$

где $t_{\text{инт}}$ – интервал времени, равный двум часам

Контроллер подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в описании типа.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда контроллер не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) поверку контроллера прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки контроллеров подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 В целях предотвращения доступа к узлам настройки (регулировки) контроллеров в местах пломбирования от несанкционированного доступа, указанных в описании типа, по завершении поверки устанавливаются пломбы, содержащие изображение знака поверки.

12.3 По заявлению владельца контроллера или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда контроллер подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляются свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на контроллер знака поверки, и (или) внесением в формуляр контроллера записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.4 По заявлению владельца контроллера или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда контроллер не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляются извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в формуляр контроллера соответствующей записи.

12.5 Протокол поверки контроллера оформляется по произвольной форме.

Технический директор ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

Казаков М. С.

Инженер ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

Мазевич А. И.