

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора по
метрологии
ФБУ «УРАЛТЕСТ»



Д. Г. Дедков

МП
« 28 »

03

2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОНТРОЛЛЕРЫ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ERGON

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 4400/0256-2022

г. Екатеринбург
2022

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок Контроллеров программируемых ERGON (далее – контроллер), изготавливаемых ООО «АСУ ПРО».

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемого контроллера к ГЭТ 4-91 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, ГЭТ 13-01 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457, ГЭТ 88-2014 государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668, ГЭТ 89-2008 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 03.09.2021 г. № 1942, ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.07.2018 г. № 1621, ГЭТ 34-2020 в соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.558-2009, ГЭТ153-2019 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436, ГЭТ 14-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456.

1.3 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов контроллеров и поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений на основании письменного заявления свободной формы владельца контроллера, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Методика поверки реализуется методом прямых измерений контроллером воспроизводимой эталоном величины.

1.5 В случае, если соответствии с паспортом в состав контроллера программируемого ERGON входит контроллер программируемый КАПП-82-168 (рег. 67169-17), то КАПП-82-168 поверяется по установленной для него методике поверки в соответствии со сведениями в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки контроллера должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9		
Определение основной приведенной погрешности измерений силы и напряжения постоянного тока модуля аналогового ввода КАПП2-80-000-0	9.1	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение основной приведенной погрешности воспроизведения напряжения и силы постоянного тока модулей аналогового вывода КАПП2-04-000-0, КАПП2-04-000-1	9.2	Да	Да
Определение основной приведенной погрешности измерений напряжения переменного тока, силы переменного тока, частоты, мощности, фазового угла между напряжениями и коэффициента мощности модуля аналогового ввода КАПП2-60-001-3	9.3	Да	Да
Определение основных абсолютных погрешностей модулей КАПП2-40-000-1 и КАПП2-40-000-2	9.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности счета импульсов модуля дискретного ввода/вывода КАПП2-00-044-1	9.5	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °Сот +18 до +28;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки и вспомогательные средства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки и вспомогательные средства

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
3.1	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +18 °С до +28 °С с пределами абсолютной погрешности $\pm 0,4$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с пределами абсолютной погрешности ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84,0 до 106,7 кПа с пределами абсолютной погрешности ± 5 гПа;	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
7.5	Средства измерений сопротивления изоляции (при постоянном напряжении от 100 до 250 В) в диапазоне от 1 кОм до 60 МОм	Мегаомметр Е6-32, рег.№ 53668-13;
	Средство измерений времени от 0 до 30 мин, класс точности 2	Секундомер механический СОП-пр, рег.№ 11519-11

Продолжение таблицы 2

1	2	3
9.1	Рабочий эталон 3 разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457, диапазон воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока от -10 до 10 В;	Компаратор-калибратор универсальный КМ300Р, рег. № 40239-08
9.2	Рабочий эталон 2 разряда согласно приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, диапазон воспроизведения и измерения силы постоянного тока от 0 до 20 мА	Калибратор многофункциональный портативный Метран 510-ПКМ, рег. № 26044-07
9.3	Рабочий эталон 2 разряда согласно приказу Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436; Рабочий эталон 2 разряда согласно приказу Росстандарта от 14.05.2015 г. № 575 в диапазоне значений силы переменного тока от 0,05 до 6 А; Рабочий эталон 3-го разряда согласно приказу Росстандарта №1942 от 03.09.2021 в диапазоне значений напряжения переменного тока от 1 до 840 В	Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ, рег. № 57346-14 Прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии "Энергомонитор 3.3Т1", рег. № 31953-06
9.4	Рабочий эталон 3 разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457 в диапазоне значений напряжения от -80 до 80 мВ Рабочий эталон 3 разряда согласно ГОСТ 8.558-2009 Рабочий эталон 4 разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 в диапазоне значений сопротивления от 0 до 2100 Ом Средство измерений времени от 0 до 30 мин, класс точности 2 Диапазон воспроизведений температур от -40 °С до +70 °С	Компаратор-калибратор универсальный КМ300Р, рег. № 40239-08 Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05М, рег. № 46432-11 Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-2-3, рег. № 32777-06 Магазин сопротивления Р4831, рег. № 6332-77 Секундомер механический СОП-пр, рег. № 11519-11 Климатическая камера
9.3, 9.5	Рабочий эталон 4 разряда согласно приказу Росстандарта от 31.07.2018 № 1621 в диапазоне значений частот до 20 кГц	Генератор сигналов специальной формы ГСС-10, рег. № 30405-05

4.2 Допускается использовать при поверке другие средства поверки и вспомогательное оборудование, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования инструкций по охране труда организации, выполняющей работы и оказывающей услуги по поверке средств измерений, аккредитованной на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.

5.2 При проведении поверки необходимо соблюдать «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н, требования ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.2.007.0-75.

5.3 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на контроллеры и применяемые средства поверки.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено
- соответствие внешнего вида контроллера описанию типа;
 - отсутствие дефектов, влияющих на безопасность проведения поверки или результаты поверки;
 - соответствие комплектности контроллера паспорту.

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 средство измерений допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, средство измерений к дальнейшей поверке не допускается.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией на контроллеры и средства поверки.

7.2 Подготовить к работе контроллер и средства поверки в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

7.3 Контроллер и средства поверки перед включением в сеть должны быть заземлены, а после включения прогреты в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на них.

7.4 Проводят контроль условий поверки. Условия поверки должны соответствовать п. 3.1.

7.5 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.5.1 Определение электрического сопротивления изоляции проводят путем измерения сопротивления изоляции между соединенными вместе контактами подключения питания и входными (выходными) клеммами модулей, входящих в состав контроллера, при напряжении постоянного тока от 100 до 250 В и времени испытаний равном 1 мин.

Отсчет показаний по мегаомметру проводят после установления показаний, но не ранее, чем через 5 с.

7.5.2 По результатам проверки делают соответствующую запись в протоколе поверки.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверка идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее по тексту – ПО) производится после подключения контроллера и запуска автономного ПО на персональном компьютере (далее по тексту – ПК). При подключении автономного ПО к контроллеру номер версии встроенного ПО и заводской номер модуля, входящего в состав контроллера, отображаются в строке состояния окна программы.

Провести сравнение номера версии встроенного ПО с данными, указанными в описании типа, в зависимости от типа модуля.

В главном окне ПО АСУ ПРО Конфигуратор нажимают «Помощь», затем «О программе», проверяют наименование и номер версии автономного ПО.

Наименование и номер версии автономного ПО должны соответствовать данным, указанным в описании типа.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение основной приведенной погрешности измерений силы и напряжения постоянного тока модуля аналогового ввода КАПП2-80-000-0

Основную приведенную погрешность измерений силы постоянного тока определяют методом прямых измерений путем подключения к измерительным входам модулей калибратора. Настройку модуля производят в соответствии с п. 2.3.6 руководства по эксплуатации.

В меню ПО (режим Конфигурация) устанавливают режим работы при измерении силы постоянного тока (напряжения постоянного тока) для аналоговых входов в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Режимы работы при измерении силы постоянного тока и напряжений постоянного тока

Обозначение модуля	Наименование характеристики	Значение (режим работы)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %
КАПП2-80-000-0	Диапазоны измерений силы постоянного тока, мА	от 4 до 20	±0,075	±0,01	±0,140
		от 0 до 20	±0,06		±0,125
	Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 10	±0,15		±0,22
		от -5 до +5	±0,03		±0,10
		от 0 до 5	±0,06		±0,125
		от -10 до 10	±0,075		±0,140

При помощи калибратора на входы модуля КАПП2-80-000-0 воспроизводят последовательно пять значений силы постоянного тока (напряжения постоянного тока), равномерно распределенных по диапазону измерений (0; 25; 50; 75; 100 %), поочередно для каждого из режимов в соответствии с таблицей 3.

Фиксируют измеренные значения силы постоянного тока (напряжения постоянного тока) в протоколе поверки.

9.2 Определение основной приведенной погрешности воспроизведения напряжения и силы постоянного тока модулей аналогового вывода КАПП2-04-000-0, КАПП2-04-000-1

Основную приведенную погрешность воспроизведения напряжения и силы постоянного тока определяют поочередно методом прямых измерений путем подключения к выходам модулей калибратора.

В меню ПО (режим Конфигурация) устанавливают режим работы для аналоговых входов в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Режимы работы КАПП2-04-000-0, КАПП2-04-000-1

Наименование характеристики	Обозначение модуля	Значение (режим работы)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения, %	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности воспроизведения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %
Выходной сигнал	КАПП2-04-000-0 КАПП2-04-000-1	от 4 до 20 мА	±0,075	±0,01	±0,140
			±0,1		±0,165
	КАПП2-04-000-1	от 0 до 20 мА	±0,1		±0,165
		от 0 до 24 мА	±0,1		±0,165
		от 0 до 10 В	±0,075		±0,140
		от -5 до +5 В	±0,06		±0,125
		от 0 до 5 В	±0,12		±0,185
		от -10 до 10 В	±0,05		±0,115
		от 1 до 5 В	±0,15		±0,215

В ПО последовательно задают пять значений выходных сигналов поочередно от каждого из модулей КАПП2-04-000-0, КАПП2-04-000-1, равномерно распределенных по диапазону выходных сигналов (0; 25; 50; 75; 100 %), поочередно для каждого из режимов в соответствии с таблицей 4.

Фиксируют измеренные значения выходных сигналов в протоколе поверки.

9.3 Определение основной приведенной погрешности измерений напряжения переменного тока, силы переменного тока, частоты, мощности, фазового угла между напряжениями и коэффициента мощности модуля аналогового ввода КАПП2-60-001-3

Основную приведенную погрешность измерений напряжения, силы переменного тока, частоты, мощности, фазового угла между напряжениями и коэффициента мощности определяют путем подключения к входам модуля установки поверочной универсальной УППУ МЭ (далее – УППУ МЭ) методом непосредственного сличения измеренных значений параметров модуля с Энергомонитор 3.1 КМ (далее – Энергомонитор).

В меню ПО (режим Конфигурация) устанавливают коэффициенты трансформации для тока и напряжения равными единице или учитывают текущие. Коэффициенты трансформации используются для масштабирования уровня сигнала при использовании внешних трансформаторов тока и/или напряжения.

Таблица 5 – Режимы работы КАПП2-60-001-3

Обозначение модуля	Наименование характеристики		Значение
1	2	3	4
КАПП2-60-001-3	Фазное напряжение переменного тока (действующее значение)	Диапазон измерений, В	от 1 до 280 ($U_{нф}=230$ В)
		Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	$\pm 0,5$ % от $U_{нф}$
		Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	$\pm 0,1$ % от $U_{нф}$
		Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %	$\pm 1,15$ % от $U_{нф}$
	Линейное напряжение переменного тока (действующее значение)	Диапазон измерений, В	от 1 до 480, при U_{ϕ} больше 2 В ($U_{нл}=400$ В)
		Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	$\pm 0,5$ % от $U_{нл}$
		Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	$\pm 0,1$ % от $U_{нл}$
		Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %	$\pm 1,15$ % от $U_{нл}$
	Напряжение нулевой последовательности (действующее значение)	Диапазон измерений, В	от 0 до 840, при U_{ϕ} больше 2 В ($U_{нф}=230$ В)
		Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений, %	$\pm 1,0$ % от $U_{нф}$
	Сила переменного тока (действующее значение)	Диапазон измерений, А	от $0,01 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$ ($I_n = 5$ А)
		Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	$\pm 0,5$ % от I_n
		Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	$\pm 0,1$ % от I_n
		Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %	$\pm 1,15$ % от I_n
	Сила переменного тока нейтрального проводника (действующее значение)	Диапазон измерений, А	(от 0 до $3,6$) $\cdot I_n$ ($I_n = 5$ А)
		Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений, %	$\pm 1,0$ % от I_n
	Частота	Диапазон измерений, Гц	от 47 до 63
		Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений, %	$\pm 0,2$
		Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	$\pm 0,05$
		Пределы допускаемой относительной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %	$\pm 0,53$
	Угол между фазными напряжениями при U_{ϕ} больше 2	Диапазон измерений	от -180° до 180°
		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений	$\pm 1,0^\circ$
		Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С	$\pm 0,2^\circ$
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне	$\pm 1,8^\circ$
Полная мощность	Диапазон измерений, В · А	(от 0,01 до $1,2$) $\cdot I_n \cdot U_n$	
	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	$\pm 1,0$	
	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	$\pm 0,2$	
	Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %	$\pm 2,3$	

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
КАПП2-60-001-3	Активная мощность	Диапазон измерений, Вт	(от 0,01 до 1,2) · I _н · U _н
		Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	±1,0
		Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	±0,2
		Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %	±2,3
	Реактивная мощность	Диапазон измерений, вар	(от 0,01 до 1,2) · I _н · U _н
		Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	±1,0
		Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	±0,2
		Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %	±2,3
	Коэффициент мощности	Диапазон измерения	от минус 1 до 1
		Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	±1
		Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных на каждые 10 °С, %	±0,2
		Пределы допускаемой приведенной погрешности во всем рабочем температурном диапазоне, %	±1,8

9.3.1 Определение основной приведенной погрешности измерений действующего значения фазного (линейного) напряжения

При помощи УППУ МЭ и энергомонитора на входы модуля КАПП2-60-001-3 воспроизводят последовательно пять сигналов фазного (линейного) напряжения переменного тока, равномерно распределенных по диапазону измерений: 0; 25; 50; 75; 100 %.

Фиксируют измеренные действующие значения фазного (линейного) напряжения переменного тока в протоколе поверки.

9.3.2 Определение основной приведенной погрешности измерений действующего значения напряжения нулевой последовательности

При помощи УППУ МЭ и энергомонитора на входы модуля КАПП2-60-001-3 воспроизводят последовательно пять сигналов фазного напряжения переменного тока, равномерно распределенных по диапазону измерений: 0; 25; 50; 75; 100 %, с установленными углами сдвига фаз между напряжениями разных фаз равным 0°.

Фиксируют измеренные действующие значения напряжения нулевой последовательности в протоколе поверки.

9.3.3 Определение основной приведенной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока

При помощи УППУ МЭ и энергомонитора на вход модуля КАПП2-60-001-3 воспроизводят последовательно пять сигналов силы переменного тока, равномерно распределенных по диапазону измерений: 0; 25; 50; 75; 100 %.

Фиксируют измеренные действующие значения силы переменного тока в протоколе поверки.

9.3.4 Определение основной приведенной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока нейтрального проводника

При помощи УППУ МЭ и энергомонитора на вход модуля КАПП2-60-001-3 воспроизводят последовательно пять сигналов силы переменного тока, равномерно распределенных по диапазону измерений: 0; 25; 50; 75; 100 %, с установленными углами сдвига фаз между токами разных фаз равным 0°.

Фиксируют измеренные действующие значения силы переменного тока нейтрального проводника в протоколе поверки.

9.3.5 Определение основной относительной погрешности измерений частоты

Основную относительную погрешность измерений частоты модуля КАПП2-60-001-3 определяют с помощью УППУ МЭ и генератора сигналов специальной формы, при номинальном значении напряжения переменного тока и значениях частот 47, 50, 55, 63 Гц для каждой из фаз.

Фиксируют установившиеся значения частоты для каждой из этих точек в протоколе поверки.

9.3.6 Определение основной приведенной погрешности измерений полной, активной, реактивной мощности

Основную приведенную погрешность измерений полной, активной, реактивной мощности модуля КАПП2-60-001-3 определяют с помощью УППУ МЭ и энергомонитора, воспроизводят последовательно значения сигналов, соответствующие значениям входных сигналов контроллеров в контрольных точках, приведенным в таблице 6.

Таблица 6 – Контрольные точки при измерении полной, активной, реактивной мощности

Напряжение переменного тока, В	Сила переменного тока, А	Угол сдвига между током и напряжением
40	0,25	0°
280		
40	0,25	90°
280		
40	6	0°
280		
40	6	90°
280		

Фиксируют установившиеся значения для каждой из этих точек в протоколе поверки.

9.3.7 Определение основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности

Основную приведенную погрешность измерений коэффициента мощности модуля КАПП2-60-001-3 определяют в точках, представленных в таблице 7 при номинальном напряжении и силе тока на входе модуля, при частоте 50 Гц с помощью УППУ МЭ и энергомонитора.

Таблица 7 – Значения фазового угла

Фазовый угол между напряжением и током первой гармоники	Коэффициент мощности $\cos\varphi$
0°	1,0
60°	0,5
90°	0,0
120°	-0,5
180°	-1,0

Фиксируют измеренные контроллером значения коэффициента мощности в протоколе поверки.

9.3.8 Определение основной абсолютной погрешности измерений угла между фазными напряжениями

Основную абсолютную погрешность измерений угла между фазными напряжениями определяют в контрольных точках минус 180°, минус 60°, 0°, плюс 60°, плюс 180° при

напряжениях 230 В и частоте 50 Гц. Сначала измеряют угол между напряжениями фаз А и В, далее между напряжениями фаз В и С, далее между напряжениями фаз С и А.

Полученные результаты заносят в протокол поверки.

9.4 Определение основных абсолютных погрешностей модулей КАПП2-40-000-1 и КАПП2-40-000-2

9.4.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений напряжения (сопротивления)

Основную абсолютную погрешность измерений напряжения (сопротивления) определяют методом прямых измерений путем подключения к входам модуля калибратора.

В меню ПО (режим Конфигурация) устанавливают режим работы для каждого аналогового входа в соответствии с таблицей 8 в зависимости от проверяемой характеристики.

Последовательно на все входы модулей КАПП2-40-000-1, КАПП2-40-000-2 воспроизвести с помощью калибратора (магазина сопротивления) три сигнала напряжения (сопротивления), равномерно распределенных по диапазону измерений в соответствии с таблицей 8 (0; 50; 100 %).

Таблица 8 – Режимы работы КАПП2-40-000-1, КАПП2-40-000-2

Обозначение модуля	Наименование характеристики	Значение (режим работы)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений
КАПП2-40-000-1	Диапазон измерений напряжения, мВ	от -80 до +80	±22,8 мкВ	±11,4 мкВ
КАПП2-40-000-2			±0,10 мВ	±0,05 мВ
КАПП2-40-000-1	Диапазон измерений сопротивления, Ом	от 0 до 1000	±0,77 Ом	±0,385 Ом
КАПП2-40-000-2			±0,37 Ом	±0,185 Ом
КАПП2-40-000-1		от 0 до 2100	±0,70 Ом	±0,35 Ом
КАПП2-40-000-2			±0,70 Ом	±0,35 Ом

Фиксируют измеренные значения напряжения (сопротивления) в протоколе поверки.

9.4.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры при подключении термопары (ТП)

Основную абсолютную погрешность измерений температуры при измерении и преобразовании сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585-2001 определяют методом прямых измерений путем подключения компаратора-калибратора универсального КМ300Р (далее – КМ300Р) к входам модуля, при этом должна быть отключена автоматическая компенсация температуры свободных концов.

Автоматическая компенсация температуры свободных концов модуля отключается в соответствии с эксплуатационной документацией.

Устанавливают на КМ300Р тип выходного сигнала, соответствующий определяемой характеристике.

Последовательно с помощью КМ300Р воспроизводят значения ТЭДС (в соответствии с номинальной статической характеристикой по ГОСТ Р 8.585-2001), соответствующие значениям входного сигнала в контрольных точках 0; 50; 100 % от диапазона измерений температуры по таблице 9.

Таблица 9 – Режимы работы КАПП2-40-000-1, КАПП2-40-000-2 при подключении ТП и ТС

Обозначение модуля	Наименование характеристики	НСХ (ТП, ТС)	Значение	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (Δ), °C
1	2	3	4	5
КАПП2-40-000-1		R (ТПП13)	от -50 до 99 включ. от св. 99 до 1768 включ.	$\pm(-7 \cdot 10^{-3} \cdot t + 1,8)$ $\pm(35 \cdot 10^{-8} \cdot (t - 1300)^2 + 0,6)$
		S (ТПП10)	от -50 до 99 включ. от св. 99 до 1768 включ.	$\pm(-7 \cdot 10^{-3} \cdot t + 1,9)$ $\pm(35 \cdot 10^{-8} \cdot (t - 1200)^2 + 0,75)$
		B	от 250 до 600 включ. от св. 600 до 1820 включ.	$\pm(7 \cdot 10^{-6} \cdot (t-810)^2 + 1,4)$ $\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot (t-1500)^2 + 0,9)$
		L	от -200 до -10 включ. от св. -10 до 800 включ.	$\pm(6 \cdot 10^{-6} \cdot (t-60)^2 + 0,3)$ $\pm(3 \cdot 10^{-7} \cdot (t-550)^2 + 0,23)$
		E	от -200 до -17 включ. от св. -17 до 1000 включ.	$\pm(-16 \cdot 10^{-4} \cdot t + 0,24)$ $\pm(20 \cdot 10^{-8} \cdot (t - 600)^2 + 0,19)$
		K	от -200 до 35 включ. от св. 35 до 1372 включ.	$\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot (t-70)^2 + 0,45)$ $\pm(1 \cdot 10^{-7} \cdot (t-400)^2 + 0,45)$
		N	от -200 до 50 включ. от св. 50 до 1300 включ.	$\pm(75 \cdot 10^{-7} \cdot (t-120)^2 + 0,39)$ $\pm(22 \cdot 10^{-8} \cdot (t - 800)^2 + 0,3)$
		J	от -210 до -90 включ. от св. -90 до 1200 включ.	$\pm(-3 \cdot 10^{-3} \cdot t + 0,04)$ $\pm(10 \cdot 10^{-8} \cdot (t - 800)^2 + 0,22)$
		T	от -200 до 150 включ. от св. 150 до 400 включ.	$\pm(33 \cdot 10^{-7} \cdot (t - 150) + 0,23)$ $\pm 0,23$
		M	от -200 до 100	$\pm(4,3 \cdot 10^{-6} \cdot (t-70)^2 + 0,2)$
		A-1	от 0 до 80 от св. 80 до 2404 включ. от св. 2404 до 2500 включ.	$\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot (t-500)^2 - 0,2)$ $\pm(5 \cdot 10^{-7} \cdot (t-900)^2 + 1,2)$ $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot (t-2000)^2 + 0,7)$
		A-2	от 0 до 90 включ. от св. 90 до 1800 включ.	$\pm(-11 \cdot 10^{-3} \cdot t + 2)$ $\pm(50 \cdot 10^{-8} \cdot (t - 797) + 0,75)$
		A-3	от 0 до 29 от св. 29 до 1783 включ. от св. 1783 до 1800 включ.	$\pm(-0,02 \cdot t + 1,6)$ $\pm(30 \cdot 10^{-8} \cdot (t - 1000)^2 + 0,73)$ $\pm(0,01 \cdot t - 16,9)$
		КАПП2-40-000-2	Диапазон измерений температуры, °C	R (ТПП13)
S (ТПП10)	от -50 до 74 включ. от св. 74 до 1768 включ.			$\pm(9 \cdot 10^{-5} \cdot (t-220)^2 + 3,3)$ $\pm(1,5 \cdot 10^{-6} \cdot (t-1200)^2 + 3,3)$
B	от 250 до 700 включ. от св. 700 до 1820 включ.			$\pm(2,2 \cdot 10^{-5} \cdot (t-810)^2 + 3,7)$ $\pm(1,5 \cdot 10^{-6} \cdot (t-1600)^2 + 2,7)$
L	от -200 до -20 включ. от св. -20 до 800 включ.			$\pm(4 \cdot 10^{-5} \cdot (t-60)^2 + 1,7)$ $\pm(1,7 \cdot 10^{-6} \cdot (t-550)^2 + 1,4)$
E	от -200 до -17 включ. от св. -17 до 1000 включ.			$\pm(-1,2 \cdot 10^{-3} \cdot t + 1,5)$ $\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot (t-600)^2 + 1,3)$
K	от -200 до -40 включ. от св. -40 до 1372 включ.			$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot (t+10)^2 + 2,9)$ $\pm 2,9$
N	от -200 до 50 включ. от св. 50 до 1300 включ.			$\pm(5,7 \cdot 10^{-5} \cdot (t-120)^2 + 2,8)$ $\pm(1,5 \cdot 10^{-6} \cdot (t-800)^2 + 2,2)$
J	от -210 до -87 включ. от св. -87 до 1200 включ.			$\pm(-3 \cdot 10^{-2} \cdot t + 0,2)$ $\pm(9 \cdot 10^{-7} \cdot (t-800)^2 + 2,1)$
T	от -200 до 150 включ. от св. 150 до 400 включ.			$\pm(6 \cdot 10^{-6} \cdot (t-150)^2 + 0,4)$ $\pm 0,4$
M	от -200 до 100			$\pm(5,5 \cdot 10^{-6} \cdot (t-80)^2 + 0,25)$
A-1	от 0 до 2500			$\pm(1,2 \cdot 10^{-6} \cdot (t-1000)^2 + 2,5)$
A-2	от 0 до 78 включ. от св. 78 до 1800 включ.			$\pm(-11 \cdot 10^{-3} \cdot t + 2,8)$ $\pm(9 \cdot 10^{-7} \cdot (t-850)^2 + 1,4)$
A-3	от 0 до 38 от св. 38 до 1800 включ.			$\pm(-1,5 \cdot 10^{-2} \cdot t + 2,4)$ $\pm(9 \cdot 10^{-7} \cdot (t-820)^2 + 1,3)$
КАПП2-40-000-1 КАПП2-40-000-2				Pt 10
		Pt 50	от -200 до 850	$\pm 0,8$
		Pt 100	от -200 до 850	$\pm 0,8$
		Pt 200	от -200 до 850	$\pm 0,8$
		Pt 500	от -200 до 850	$\pm 0,8$
		Pt 1000	от -200 до 250	$\pm 0,5$
		10П	от -200 до 850	± 1
		46П	от -200 до 850	$\pm 0,8$
		50П	от -200 до 850	$\pm 0,8$
		100П	от -200 до 850	$\pm 0,8$
		500П	от -200 до 850	$\pm 0,8$
		1000П	от -200 до 200	$\pm 0,3$
		10М	от -180 до 200	$\pm 0,8$
		50М	от -180 до 200	$\pm 0,5$
53М	от -180 до 200	$\pm 0,5$		
100М	от -180 до 200	$\pm 0,5$		
Cu 10	от -50 до 200	$\pm 0,8$		

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
КАПП2-40-000-1 КАПП2-40-000-2	Диапазон измерений температуры, °С	Cu 50	от -50 до 200	±0,5
		Cu 100	от -50 до 200	±0,5
		100Н (Ni 100)	от -60 до 180	±0,3
		120Н (Ni 120)	от -60 до 180	±0,3
		200Н (Ni 200)	от -60 до 180	±0,3
		500Н (Ni 500)	от -60 до 180	±0,3
		1000Н (Ni 1000)	от -60 до 150	±0,3
	Диапазон измерений температуры свободных концов, °С	-	от -40 до +70	±1,5

В меню ПО (режим Конфигурация) устанавливают режим работы для каждого аналогового входа в соответствии с таблицей 9 в зависимости от проверяемой характеристики. Фиксируют измеренные значения температуры в протоколе поверки.

9.4.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры при подключении термопреобразователей сопротивления (ТС)

Основную абсолютную погрешность измерений температуры при измерении и преобразовании сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 определяют для модулей КАПП2-40-000-1, КАПП2-40-000-2 методом прямых измерений путем подключения магазина сопротивления к входам модуля.

Последовательно с помощью магазина сопротивления воспроизводят значения сопротивления (в соответствии с номинальной статической характеристикой по ГОСТ 6651-2009), соответствующие значениям входного сигнала в контрольных точках 0; 50; 100 % от диапазона измерений сопротивления по таблице 9.

Фиксируют измеренные значения температуры в протоколе поверки.

9.4.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры свободных концов

Абсолютную погрешность измерений температуры свободных концов определяют методом сравнения измеренных модулями и измеренным измерителем температуры двухканальным прецизионным МИТ 2.05 (далее – МИТ 2.05) с платиновым термометром сопротивления вибропрочным ПТСВ-2.3 значением температур.

Включают автоматическую компенсацию температуры свободных концов модуля и МИТ 2.05 в соответствии с эксплуатационной документацией.

Устанавливают на МИТ 2.05 тип выходного сигнала, соответствующий подключенному к нему платиновому термометру сопротивления.

Абсолютную погрешность измерений температуры свободных концов, °С, определяют в трех контрольных точках, равномерно распределенных по диапазону измерений, включая верхний и нижний пределы измерений.

Помещают контроллер и эталонный термометр сопротивления в климатическую камеру, последовательно устанавливая в камере значения температур, соответствующие контрольным точкам. ПТСВ-2.3 должен располагаться непосредственно вблизи разъема Х3 модулей.

Контроллер с ПТСВ-2.3 должен быть плотно завернут со всех сторон в 3 слоя хлопчатобумажной ткани, для предотвращения циркуляции воздуха внутри модуля.

После стабилизации температуры, выдерживают контроллер в течение 30 мин и фиксируют измеренные значения температуры в контрольных точках, °С.

9.5 Определение абсолютной погрешности измерений счета импульсов модуля дискретного ввода/вывода КАПП2-00-044-1

Абсолютную погрешность измерений счета импульсов определяют методом прямых измерений путем подключения генератора сигналов специальной формы к входу модуля.

Устанавливают на генераторе прямоугольную форму импульсов с амплитудой 10 В.

Последовательно устанавливают на выходе генератора значения частоты, соответствующие значениям входного сигнала в контрольных точках, указанных в таблице 10, и проводят измерения.

Таблица 10 – Контрольные точки

Обозначение модуля	Частота, Гц	Количество импульсов
КАПП2-00-044-1	5	100
	10	100
	100	1000
	1000	10000
	10000	100000
	20000	100000

Таблица 11 – Режимы работы КАПП2-00-044-1

Обозначение модуля	Наименование характеристики	Значение
КАПП2-00-044-1	Максимальная частота входного сигнала, кГц	20
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности счета импульсов, имп	±1

Фиксируют измеренное количество импульсов в протоколе поверки.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Контроллер, не удовлетворяющий требованиям п.6.1, дальнейшей поверке не подлежит.

10.2 Результаты проверки условий поверки считают положительными, если выполняются требования п.7.4, при отрицательных результатах поверку прекращают.

10.3 Результаты проверки по п. 7.5 считают положительными, если измеренные значения электрического сопротивления изоляции не менее 10 МОм.

10.4 Результаты проверки ПО считают положительными, если установлено полное соответствие идентификационных данных встроенного и автономного ПО контроллера данным, приведенным в описании типа.

10.5 Для каждого измеренного значения по п. 9.1 вычисляют основную приведенную погрешность измерений силы постоянного тока (напряжения постоянного тока) γ_1 , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{X_k - X_{эт}}{X_{норм}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где X_k – измеренное контроллером значение силы постоянного тока (напряжения), мА (В);

$X_{эт}$ – значение силы тока (напряжения), установленное на калибраторе, мА (В);

$X_{норм}$ – нормирующее значение, равное разности верхнего и нижнего пределов диапазона измерений силы постоянного тока (напряжения), мА (В).

Полученные по формуле (1) значения основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока (напряжения постоянного тока) не должны превышать значений, представленных в таблице 3.

10.6 Для каждого измеренного значения по п. 9.2 рассчитывают основную приведенную

погрешность выходных сигналов γ_2 , %, по формуле

$$\gamma_2 = \frac{Z_k - Z_{эт}}{Z_{норм}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где Z_k – значение выходного сигнала модуля (мА или В);

$Z_{эт}$ – значение сигнала, измеренное калибратором (мА или В);

$Z_{норм}$ – нормирующее значение, равное разности верхнего и нижнего пределов диапазона выходного сигнала (мА или В).

Полученные по формуле (2) значения основной приведенной погрешности измерений выходных сигналов не должны превышать значений, представленных в таблице 4.

10.7 Для каждого измеренного значения по п. 9.3.1 рассчитывают основную приведенную погрешность измерений γ_3 , %, по формуле

$$\gamma_3 = \frac{U_k - U_{эт}}{U_n} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где U_k – измеренное контроллером значение напряжения переменного тока, В;

$U_{эт}$ – значение напряжения переменного тока, измеренное эталонным прибором, В;

$U_n = 230$ В – для фазного напряжения;

$U_n = 400$ В – для линейного напряжения.

Полученные по формуле (3) значения основной приведенной погрешности измерений не должны превышать значений, представленных в таблице 5.

10.8 Для каждого измеренного значения по п. 9.3.2 рассчитывают основную приведенную погрешность измерений, %, по формуле (3), где $U_n = 230$ В.

Полученные по формуле (3) значения основной приведенной погрешности измерений не должны превышать значений, представленных в таблице 5.

10.9 Для каждого измеренного значения по п. 9.3.3 рассчитывают основную приведенную погрешность измерений действующего значения силы переменного тока γ_4 , %, по формуле

$$\gamma_4 = \frac{I_k - I_{эт}}{I_n} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где I_k – измеренное контроллером действующее значение силы переменного тока, А;

$I_{эт}$ – значение силы переменного тока, измеренное эталонным прибором, А;

$I_n = 5$ А.

Полученные по формуле (4) значения основной приведенной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока не должны превышать значений, представленных в таблице 5.

10.10 Для каждого измеренного значения по п. 9.3.4 рассчитывают основную приведенную погрешность измерений действующего значения силы переменного тока нейтрального проводника, %, по формуле (4).

Полученные по формуле (4) значения основной приведенной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока не должны превышать значений, представленных в таблице 5.

10.11 Для каждого измеренного значения по п. 9.3.5 рассчитывают основную относительную погрешность измерений частоты δ_5 , %, по формуле

$$\delta_5 = \frac{f_k - f_{эт}}{f_{эт}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где f_k – измеренное контроллером значение частоты, Гц;

$f_{эт}$ – значение частоты, измеренное эталонным прибором, Гц.

Полученные по формуле (5) значения основной относительной погрешности измерений частоты не должны превышать значений, представленных в таблице 5.

10.12 Для каждого измеренного значения по п. 9.3.6 рассчитывают основную приведенную погрешность измерений входных сигналов γ_6 , %, по формуле

$$\gamma_6 = \frac{P_k - P_{эт}}{P_n} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где P_k – значение измеряемой величины в заданной контрольной точке, определяемое

по модулю КАПП2-60-001-3, (Вт, вар, В·А);

Рэт – значение измеряемой величины измеренное эталонным прибором, (Вт, вар, В·А);

Рн – нормирующее значение, равное разности верхнего и нижнего пределов диапазона измерений, (Вт, вар, В·А).

Полученные по формуле (6) значения основной приведенной погрешности измерений активной, реактивной, полной мощности не должны превышать значений, представленных в таблице 5.

10.13 Для каждого измеренного значения по п. 9.3.7 рассчитывают основную приведенную погрешность измерений коэффициента мощности γ_7 , %, по формуле

$$\gamma_7 = \frac{X_k - X_p}{X_n} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где X_k – значение, измеренное контроллером;

X_p – расчётное значение коэффициента мощности;

X_n – нормирующее значение, равное разности верхнего и нижнего пределов диапазона измеряемой величины.

Полученные по формуле (7) значения основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности не должны превышать значений, представленных в таблице 5.

10.14 Для каждого измеренного значения по п. 9.3.8 рассчитывают значение основной абсолютной погрешности измерений для каждого значения угла Δ_y , °, по формуле

$$\Delta_y = \varphi_2 - \varphi_1, \quad (8)$$

где φ_2 – значение измеренное модулем, °;

φ_1 – значение измеренное эталоном, °.

Полученные по формуле (8) значения основной абсолютной погрешности измерений угла между фазными напряжениями не должны превышать значений, указанных в таблице 5.

10.15 Для каждого измеренного значения по п. 9.4.1 рассчитывают основную абсолютную погрешность измерений напряжения (сопротивления) Δ_9 , (мВ, Ом), по формуле

$$\Delta_9 = X_k - X_z, \quad (9)$$

где X_k – измеренное контроллером значение измеряемой величины, (мВ, Ом, °С, имп);

X_z – значение измеряемой величины по калибратору, (мВ, Ом, °С, имп).

Полученные по формуле (9) значения основной абсолютной погрешности измерений напряжения (сопротивления) не должны превышать значений, представленных в таблице 8.

10.16 Для каждого измеренного значения по п. 9.4.2 рассчитывают основную абсолютную погрешность измерений температуры Δ_9 , °С, по формуле (9).

Полученные по формуле (9) значения основной абсолютной погрешности измерений температуры не должны превышать значений, представленных в таблице 9.

10.17 Для каждого измеренного значения по 9.4.3 рассчитывают основную абсолютную погрешность измерений температуры Δ_9 , °С, по формуле (9).

Полученные по формуле (9) значения основной абсолютной погрешности измерений температуры не должны превышать значений, представленных в таблице 9.

10.18 Для каждого измеренного значения по п. 9.4.4 рассчитывают абсолютную погрешность измерений температуры свободных концов, °С, по формуле (9).

Полученные по формуле (9) значения абсолютной погрешности измерений температуры свободных концов не должны превышать значений, представленных в таблице 9.

10.19 Для каждого измеренного значения по п. 9.5 рассчитывают основную абсолютную погрешность измерений счета импульсов, имп, по формуле (9).

Полученные по формуле (9) значения абсолютной погрешности измерений счета импульсов не должны превышать значений, представленных в таблице 11.

10.20 Контроллер подтверждает соответствие метрологическим требованиям, если выполняются требования пунктов 10.1 - 10.19, если установлены положительные результаты поверки КАПП-82-168 (если входит в состав контроллера программируемого ERGON).

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий, поверку контроллера прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки оформляют протокол поверки произвольной формы.

11.2 Положительные результаты поверки контроллера оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

11.3 Отрицательные результаты поверки контроллера оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений, на средство измерений выдается извещение о непригодности.

11.4 Информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона N 102-ФЗ, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.