

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «Энергоинновация»



О.М. Митин

2015г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель
ИЦ ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

2015г.

Контролеры многофункциональные МАВ3-IED

Методика поверки

к.р. 63281-16

г. Москва

2015 г.

Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры многофункциональные МАВЗ-IED (далее – контроллеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

На первичную поверку следует предъявлять контроллер, принятый отделом технического контроля организации-изготовителя или уполномоченным на то представителем организации, до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

На периодическую поверку следует предъявлять контроллер в процессе эксплуатации и хранения, который был, подвергнут регламентным работам необходимого вида, и в эксплуатационных документах на который есть отметка о выполнении указанных работ.

Периодичность поверки в процессе эксплуатации и хранения устанавливается потребителем с учетом условий и интенсивности эксплуатации контроллер, но не реже одного раза в восемь лет.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки контроллеров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции поверки | Номер пункта методики поверки | Необходимость выполнения | |
|---|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | при первичной поверке | при периодической поверке |
| Внешний осмотр | 7.1 | Да | Да |
| Опробование | 7.2 | Да | Да |
| Подтверждение соответствия программного обеспечения | 7.3 | Да | Нет |
| Проверка метрологических характеристик | 7.4 | Да | Да |

1.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

1.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки контроллер бракуют и его поверку прекращают.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

Таблица 2

| Номер пункта документа по поверке | Наименование и тип средства поверки; основные метрологические и технические характеристики средства поверки |
|-----------------------------------|---|
| 6 | Гигрометр-термо-барометр воздуха высокой точности GFTB 100, диапазон измерений температуры от -25 до 70 С, абсолютная погрешность $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$; диапазон измерений относительной влажности воздуха от 11 до 90%, абсолютная погрешность $\pm 1,5\%$, диапазон измерений давления от 10 до 1100 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ кПа |
| 7.2, 7.4 | Перечень основных средств поверки: Калибратор универсальный «Micron СМС 256». Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока: от 0,2 до 1000 В, пределы допускаемой |

| Номер пункта документа по поверке | Наименование и тип средства поверки; основные метрологические и технические характеристики средства поверки |
|-----------------------------------|--|
| | <p>погрешности: $\pm 0,003$ %. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока: от 0,2 до 1000 В, пределы допускаемой погрешности: $\pm 0,008$ %. Диапазон воспроизведения силы постоянного тока: от 0,0002 до 30 А, пределы допускаемой погрешности: $\pm 0,05$ %. Диапазон воспроизведения силы переменного тока: от 0,002 до 30 А, пределы допускаемой погрешности: $\pm 0,03$ %.</p> <p>Установка поверочная универсальная «Omicron СМС 256» с контроллером электроизмерительным эталонным многофункциональным. Диапазон воспроизведения активной электрической мощности: от 0,05 Вт до 52,8 кВт, пределы допускаемой погрешности: $\pm 0,02$ %. Диапазон воспроизведения значений коэффициента мощности: от 0,1 до 1, пределы допускаемой погрешности: $\pm 0,001$.</p> <p>Магазин сопротивлений Tinsley 1682-0.02. Диапазон воспроизведения электрических сигналов от 0 до 100 Ом, пределы допускаемой основной погрешности ± 20 мОм, от 100 до 400 Ом, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,01\%$ от показания +10 мОм.</p> |
| 7.2, 7.4 | Компьютер оператора с интерфейсом Ethernet-100BASE-T, с операционной системой WINDOWS (-2000 или -XP или W7). |

2.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение характеристик прибора с требуемой точностью.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны.

2.4 Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в соответствии с ПР 50.2.012-94 в качестве поверителей средств измерений электрических величин, имеющих удостоверение, подтверждающее право работы на установках с напряжением до 1000 В, с группой по электробезопасности не ниже III и изучивших настоящую методику поверки.

4 Требования безопасности

4.1 3.3 При проведении испытаний должны быть соблюдены требования ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.3.019-80, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утверждённые приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24.07.2013 г. № 328н. Соблюдают также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на испытываемые приборы и применяемые средства измерений и испытательное оборудование.

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

5 Условия поверки

При проведении поверки контроллеров должны соблюдаться следующие условия:
- температура окружающего воздуха (20 ± 10) °С;

- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм.рт.ст.).

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают контроллер в условиях окружающей среды, указанных в разделе 5 настоящей методики поверки, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 5.
- соединяют зажимы защитного заземления используемых средств поверки с контуром защитного заземления лаборатории.
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на средства поверки;
- измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления.

7 Проведение поверки

7.1 Визуальный осмотр

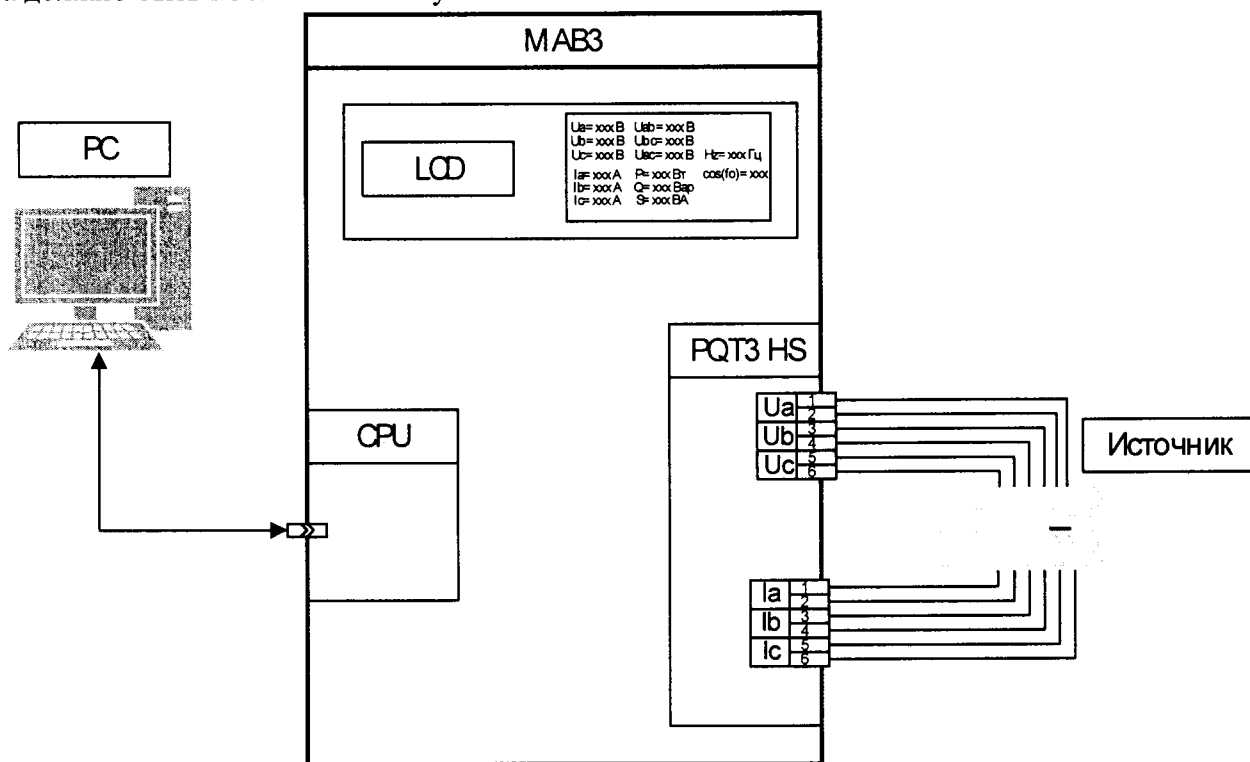
При проведении визуального осмотра контроллера проверяется отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях его корпуса, отсутствие повреждений разъемных соединителей, целостность маркировки.

Внешний вид контроллера должен соответствовать приведенному в руководстве по эксплуатации.

7.2 Опробование

7.2.1 Опробование необходимо осуществлять в следующем порядке:

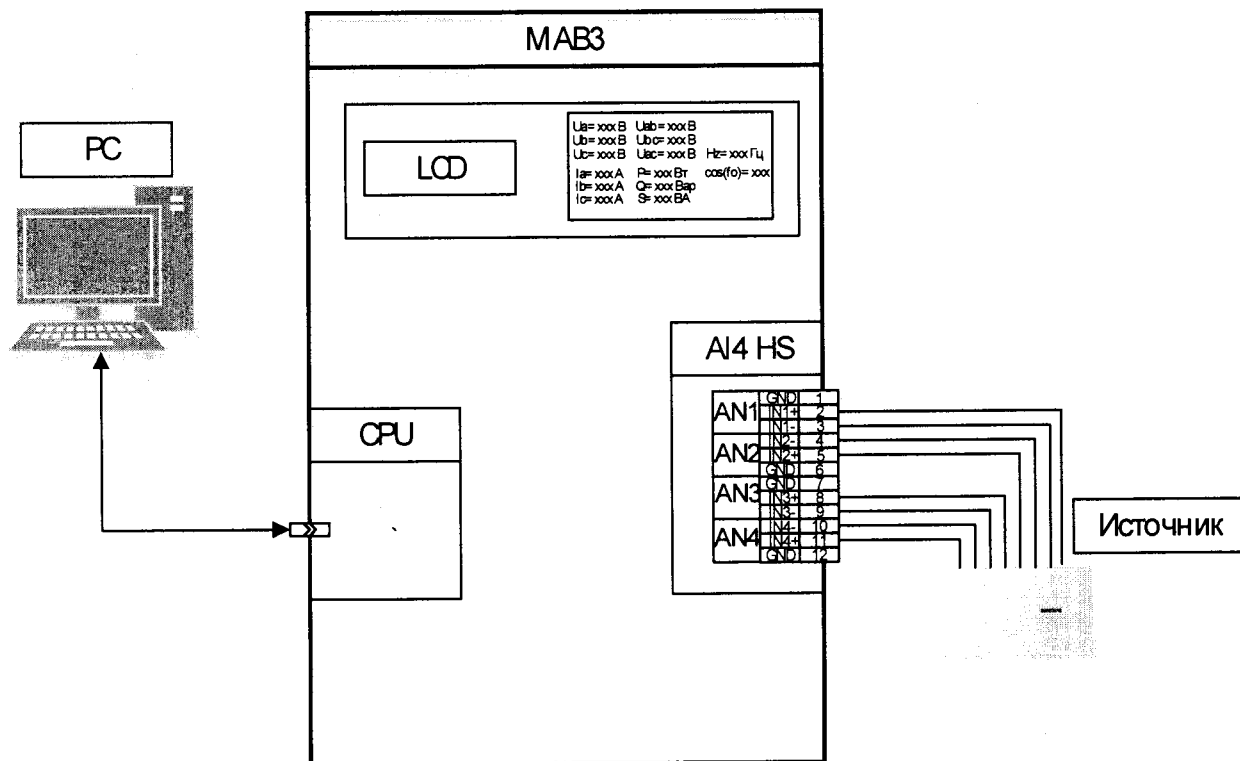
1. Собрать схему согласно рис. 1. Сечение соединительных токовых проводников должно быть не менее 1 мм².
2. Включить электропитание используемого оборудования. Время прогрева должно быть не менее 30 минут.



где LCD – панель управления, PC – компьютер оператора

Рис.1. Схема проверки погрешностей каналов измерения переменных напряжения, тока, мощности, коэффициента мощности

3. Выбрать любой измерительный канал PQT3 HS.
4. Установить на калибраторе «Н4-7» (далее по тексту - калибратор) на входе каналов напряжение переменного тока 35,0 В, силу переменного тока 0,6 А с частотой 50 Гц.
5. Проконтролировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала 35 ± 1 В и $0,6 \pm 0,1$ А.
6. Собрать схему согласно рис.2.
7. Выбрать любой канал измерения постоянного тока.
8. Установить на калибраторе «Н4-7» на входе канала силу постоянного тока 10 мА.



где LCD – панель управления, PC – компьютер оператора

Рис.2. Схема проверки погрешностей каналов измерения силы постоянного тока.

9. Проконтролировать по экрану панели управления LCD измеренный сигнал на выходе канала 10 ± 1 мА.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные сигналы на выходе канала составили значения 35 ± 1 В, $0,6 \pm 0,1$ А и 10 ± 1 мА.

7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Программное обеспечение (далее по тексту – ПО) контроллера проверяется в следующей последовательности:

1. Подготавливают и включают питание контроллера в соответствии с руководством по эксплуатации;
2. Дождаться загрузки программного обеспечения панели управления LCD;
3. Подключиться к контроллеру используя стандартные средства Windows – Telnet или любое другое аналогичное программное обеспечение.
4. В командной строке ввести команду «hw» и нажать клавишу «Enter»

Результат проверки считают положительным, если номер считываемой версии программного обеспечения не ниже указанного в приложении А.

7.4 Проверка метрологических характеристик.

7.4.1. Проверку диапазонов измерения и допускаемой приведенной погрешности (к верхней границе диапазона) действующего значения напряжения переменного синусоидального тока с номинальной частотой 50 Гц проводят в следующем порядке:

1. Собрать схему согласно рис.1.
2. Измерительные каналы PQT3 HS ($U_{ном}=57,74$ В) проверить по следующей методике.

2.1 Выбрать канал.

2.2 Установить на калибраторе поочередно образцовый сигнал напряжения переменного тока на входе канала X_0 со значением 3,0; 14,0; 29,0; 43,0; 57,0; 69,29 В частотой 50 Гц.

2.3 Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала X_u , В.

2.4 Допускаемая приведенная (к верхней границе диапазона) погрешность измерения канала γ определяется по формуле (1)

$$\gamma = (X_u - X_0)/D \cdot 100 \% \quad (1)$$

где X_u – измеренный сигнал на выходе канала, В;

X_0 – образцовый сигнал на входе канала, В;

$D = 69,29$ В – граница диапазона измерения канала.

2.5 Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить погрешность измерения γ согласно п.2.

3. Измерительные каналы PQT3 HS ($U_{ном}=115,47$ В) проверить по следующей методике.

3.1 Установить на калибраторе поочередно образцовый сигнал напряжения переменного тока на входе канала X_0 со значением 5,0; 29,0; 58,0; 87,0; 115,0; 138,0 В частотой 50 Гц.

3.2 Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала X_u , В.

3.3 Определить в каждой точке погрешность канала γ по формуле (1), где $D = 138,56$ В.

3.4 Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить их погрешность γ согласно п.3.

4. Измерительные каналы PQT3 HS ($U_{ном}=230$ В) проверить по следующей методике.

4.1 Установить на калибраторе поочередно образцовый сигнал напряжения переменного тока на входе канала X_0 со значением 30,0; 60,0; 120,0; 150,0; 250,0 В частотой 50 Гц.

4.2 Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала X_u , В.

4.3 Определить в каждой точке погрешность канала γ по формуле (1), где $D = 276,00$ В.

4.4 Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить их погрешность γ согласно п.4.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если допускаемая приведенная (к верхней границе диапазона) погрешность измерения γ не превышает $\pm 0,2$ %.

7.4.2. Проверку диапазонов измерения и допускаемой приведенной погрешности (к верхней границе диапазона) каналов измерения действующего значения силы переменного синусоидального тока с номинальной частотой 50 Гц проводят в следующем порядке:

1. Собрать схему согласно рис.1.

2. Измерительные каналы PQT3 HS ($I_{ном}=1$ А) проверить по следующей методике.

2.1 Выбрать канал.

2.2 Установить на калибраторе поочередно образцовый сигнал силы переменного тока на входе канала X_o со значением 0,05; 0,15; 0,25; 0,50; 0,75; 1,2 А частотой 50 Гц.

2.3 Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала X_u , А.

2.4 Определить в каждой точке погрешность канала γ по формуле (1), где $D = 1,2$ А.

2.5 Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить их погрешность γ согласно п.2.

3. Измерительные каналы PQT3 HS ($I_{ном}=5$ А) проверить по следующей методике.

3.1 Выбрать канал.

3.2 Установить на калибраторе поочередно образцовый сигнал силы переменного тока на входе канала X_o со значением 0,75; 1,25; 2,5; 3,75; 5,0 6,0 А частотой 50 Гц.

3.3 Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала X_u , А.

3.4 Определить в каждой точке погрешность канала γ по формуле (1), где $D = 6$ А.

3.5 Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить их погрешность γ согласно п.3.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если допускаемая приведенная (к верхней границе диапазона) погрешность измерения γ не превышает $\pm 0,2$ %.

7.4.3. Проверку диапазонов измерения и допускаемой абсолютной погрешности каналов измерения частоты переменного синусоидального тока проводят в следующем порядке:

1. Собрать схему согласно рис.1.

На любом измерительном канале PQT3 HS, проверить каналы измерения частоты по следующей методике.

2. Выбрать канал измерения действующего значения напряжения переменного синусоидального тока с номинальной частотой 50 Гц .

3. Установить на калибраторе поочередно образцовый сигнал напряжения переменного тока на входе канала X_o величиной 60 В с частотой 45; 50; 55 Гц.

4. Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала X_u , Гц.

Определить в каждой точке абсолютную погрешность канала Δ по формуле (2)

$$\Delta = X_u - X_o \quad (2)$$

где X_u – измеренный сигнал на выходе канала, Гц;

X_o – образцовый сигнал на входе канала, Гц

5. Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить их погрешность Δ согласно п. 7.4.3.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если допускаемая абсолютная погрешность Δ не превышает ± 10 мГц.

7.4.4. Проверку диапазонов измерения и допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона) погрешности каналов измерения активной, реактивной и полной мощности фазы синусоидального тока с номинальной частотой 50 Гц проводят в следующем порядке:

1. Собрать схему согласно рис.1.
2. Измерительные каналы PQТ3 HS ($U_{ном}=57,74$ В и $I_{ном}=1$ А) проверить по следующей методике.

- 2.1 Выбрать канал.

- 2.2 Подать с калибратора на контроллеры образцовые сигналы напряжения переменного тока U_0 , силы переменного тока I_0 и коэффициента мощности $\cos\varphi_0$ в соответствии с таблицей 2 и зафиксировать по экрану панели управления LCD в фазах А, В, С соответствующие измеренные сигналы P_u, Q_u, S_u .

Таблица 2. Сигналы измерительных каналов PQТ3 HS ($U_{ном}=57,74$ В и $I_{ном}=1$ А)

| № точки | $\cos\varphi_0$ | $U_0, В$ | $I_0, А$ | $P_0, Вт$ | $Q_0, вар$ | $S_0, В\cdot А$ |
|---------|-----------------|----------|----------|-----------|------------|-----------------|
| 1 | 1 | 14 | 0,05 | 2,1 | 0 | 2,100 |
| 2 | 1 | 43 | 0,05 | 6,45 | 0 | 6,450 |
| 3 | 1 | 57 | 0,05 | 8,55 | 0 | 8,550 |
| 4 | 1 | 14 | 0,5 | 21 | 0 | 21,000 |
| 5 | 1 | 43 | 0,5 | 64,5 | 0 | 64,500 |
| 6 | 1 | 57 | 0,5 | 85,5 | 0 | 85,500 |
| 7 | 1 | 14 | 1 | 42 | 0 | 42,000 |
| 8 | 1 | 43 | 1 | 129 | 0 | 129,000 |
| 9 | 1 | 57 | 1 | 171 | 0 | 171,000 |
| 10 | 0,8 | 14 | 0,05 | 1,68 | 1,2600 | 2,100 |
| 11 | 0,8 | 43 | 0,05 | 5,16 | 3,8700 | 6,450 |
| 12 | 0,8 | 57 | 0,05 | 6,84 | 5,1300 | 8,550 |
| 13 | 0,8 | 14 | 0,5 | 16,8 | 12,6000 | 21,000 |
| 14 | 0,8 | 43 | 0,5 | 51,6 | 38,7000 | 64,500 |
| 15 | 0,8 | 57 | 0,5 | 68,4 | 51,3000 | 85,500 |
| 16 | 0,8 | 14 | 1 | 33,6 | 25,2000 | 42,000 |
| 17 | 0,8 | 43 | 1 | 103,2 | 77,4000 | 129,000 |
| 18 | 0,8 | 57 | 1 | 136,8 | 102,6000 | 171,000 |
| 19 | 0,5 | 14 | 0,05 | 1,05 | 1,8187 | 2,100 |
| 20 | 0,5 | 43 | 0,05 | 3,225 | 5,5859 | 6,450 |
| 21 | 0,5 | 57 | 0,05 | 4,275 | 7,4045 | 8,550 |
| 22 | 0,5 | 14 | 0,5 | 10,5 | 18,1865 | 21,000 |
| 23 | 0,5 | 43 | 0,5 | 32,25 | 55,8586 | 64,500 |
| 24 | 0,5 | 57 | 0,5 | 42,75 | 74,0452 | 85,500 |
| 25 | 0,5 | 14 | 1 | 21 | 36,3731 | 42,000 |
| 26 | 0,5 | 43 | 1 | 64,5 | 111,7173 | 129,000 |
| 27 | 0,5 | 57 | 1 | 85,5 | 148,0903 | 171,000 |

- 2.3 Определить в каждой точке приведенную погрешность канала γ по формулам (4), (5), (6)

$$\gamma = (Pu - Po)/D \cdot 100 \% \quad (4)$$

где Pu – измеренный сигнал активной мощности на выходе канала, Вт;
 Po – образцовый сигнал активной мощности на входе канала, Вт;
 $D = 83,15$ Вт – граница диапазона измерения активной мощности для измерительного канала PQT3 HS ($U_{ном}=57,74$ В и $I_{ном}=1$ А).

$$\gamma = (Qu - Qo)/D \cdot 100 \% \quad (5)$$

где Qu – измеренный сигнал реактивной мощности на выходе канала, вар;
 Qo – образцовый сигнал реактивной мощности на входе канала, вар;
 $D = 83,15$ вар – граница диапазона измерения реактивной мощности для измерительного канала PQT3 HS ($U_{ном}=57,74$ В и $I_{ном}=1$ А).

$$\gamma = (Su - So)/D \cdot 100 \% \quad (6)$$

где Su – измеренный сигнал полной мощности на выходе канала, В·А;
 So – образцовый сигнал полной мощности на входе канала, В·А;
 $D = 83,15$ ВА – граница диапазона измерения полной мощности для измерительного канала PQT3 HS ($U_{ном}=57,74$ В и $I_{ном}=1$ А).

3. Измерительные каналы PQT3 HS ($U_{ном}=57,74$ В и $I_{ном}=5$ А) проверить по следующей методике.

3.1. Выбрать канал.

3.2. Подать с калибратора на контроллеры образцовые сигналы напряжения переменного тока Uo , силы переменного тока Io и коэффициента мощности $\cos\phi_o$ в соответствии с таблицей 3 и зафиксировать по экрану панели управления LCD в фазах А, В, С соответствующие измеренные сигналы Pu , Qu , Su .

Таблица 3. Сигналы измерительных каналов PQT3 HS ($U_{ном}=57,74$ В и $I_{ном}=5$ А)

| № точки | $\cos\phi_o$ | $Uo, В$ | $Io, А$ | $Po, Вт$ | $Qo, вар$ | $So, В\cdot А$ |
|---------|--------------|---------|---------|----------|-----------|----------------|
| 1 | 1 | 14 | 0,25 | 10,5 | 0 | 10,500 |
| 2 | 1 | 43 | 0,25 | 32,25 | 0 | 32,250 |
| 3 | 1 | 57 | 0,25 | 42,75 | 0 | 42,750 |
| 4 | 1 | 14 | 2,5 | 105 | 0 | 105,000 |
| 5 | 1 | 43 | 2,5 | 322,5 | 0 | 322,500 |
| 6 | 1 | 57 | 2,5 | 427,5 | 0 | 427,500 |
| 7 | 1 | 14 | 5 | 210 | 0 | 210,000 |
| 8 | 1 | 43 | 5 | 645 | 0 | 645,000 |
| 9 | 1 | 57 | 5 | 855 | 0 | 855,000 |
| 10 | 0,8 | 14 | 0,25 | 8,4 | 6,3000 | 10,500 |
| 11 | 0,8 | 43 | 0,25 | 25,8 | 19,3500 | 32,250 |
| 12 | 0,8 | 57 | 0,25 | 34,2 | 25,6500 | 42,750 |
| 13 | 0,8 | 14 | 2,5 | 84 | 63,0000 | 105,000 |
| 14 | 0,8 | 43 | 2,5 | 258 | 193,5000 | 322,500 |
| 15 | 0,8 | 57 | 2,5 | 342 | 256,5000 | 427,500 |
| 16 | 0,8 | 14 | 5 | 168 | 126,0000 | 210,000 |
| 17 | 0,8 | 43 | 5 | 516 | 387,0000 | 645,000 |

| <i>№ точки</i> | <i>cosφ₀</i> | <i>U₀, В</i> | <i>I₀, А</i> | <i>P₀, Вт</i> | <i>Q₀, вар</i> | <i>S₀, В·А</i> |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 18 | 0,8 | 57 | 5 | 684 | 513,0000 | 855,000 |
| 19 | 0,5 | 14 | 0,25 | 5,25 | 9,0933 | 10,500 |
| 20 | 0,5 | 43 | 0,25 | 16,125 | 27,9293 | 32,250 |
| 21 | 0,5 | 57 | 0,25 | 21,375 | 37,0226 | 42,750 |
| 22 | 0,5 | 14 | 2,5 | 52,5 | 90,9327 | 105,000 |
| 23 | 0,5 | 43 | 2,5 | 161,25 | 279,2932 | 322,500 |
| 24 | 0,5 | 57 | 2,5 | 213,75 | 370,2259 | 427,500 |
| 25 | 0,5 | 14 | 5 | 105 | 181,8653 | 210,000 |
| 26 | 0,5 | 43 | 5 | 322,5 | 558,5864 | 645,000 |
| 27 | 0,5 | 57 | 5 | 427,5 | 740,4517 | 855,000 |

3.3. Определить в каждой точке приведенную погрешность канала γ по формулам (4), (5), (6),

где $D = 415,73$ Вт – диапазон активной мощности;

$D = 415,73$ вар – диапазон реактивной мощности;

$D = 415,73$ ВА – диапазон полной мощности.

4. Измерительные каналы PQT3 HS ($U_{ном}=115,47$ В и $I_{ном}=1$ А) проверить по следующей методике.

4.1. Выбрать канал.

4.2. Подать с калибратора на контроллеры образцовые сигналы напряжения переменного тока U_0 , силы переменного тока I_0 и коэффициента мощности $\cos\phi_0$, в соответствии с таблицей 4 и зафиксировать по экрану панели управления LCD в фазах А, В, С соответствующие измеренные сигналы P_u , Q_u , S_u .

Таблица 4. Сигналы измерительных каналов PQT3 HS ($U_{ном}=115,47$ В и $I_{ном}=1$ А)

| <i>№ точки</i> | <i>cosφ₀</i> | <i>U₀, В</i> | <i>I₀, А</i> | <i>P₀, Вт</i> | <i>Q₀, вар</i> | <i>S₀, В·А</i> |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 1 | 29 | 0,05 | 4,35 | 0 | 4,350 |
| 2 | 1 | 87 | 0,05 | 13,05 | 0 | 13,050 |
| 3 | 1 | 115 | 0,05 | 17,25 | 0 | 17,250 |
| 4 | 1 | 29 | 0,5 | 43,5 | 0 | 43,500 |
| 5 | 1 | 87 | 0,5 | 130,5 | 0 | 130,500 |
| 6 | 1 | 115 | 0,5 | 172,5 | 0 | 172,500 |
| 7 | 1 | 29 | 1 | 87 | 0 | 87,000 |
| 8 | 1 | 87 | 1 | 261 | 0 | 261,000 |
| 9 | 1 | 115 | 1 | 345 | 0 | 345,000 |
| 10 | 0,8 | 29 | 0,05 | 3,48 | 2,6100 | 4,350 |
| 11 | 0,8 | 87 | 0,05 | 10,44 | 7,8300 | 13,050 |
| 12 | 0,8 | 115 | 0,05 | 13,8 | 10,3500 | 17,250 |
| 13 | 0,8 | 29 | 0,5 | 34,8 | 26,1000 | 43,500 |
| 14 | 0,8 | 87 | 0,5 | 104,4 | 78,3000 | 130,500 |

| № точки | $\cos\varphi_0$ | $U_0, В$ | $I_0, А$ | $P_0, Вт$ | $Q_0, вар$ | $S_0, В\cdot А$ |
|---------|-----------------|----------|----------|-----------|------------|-----------------|
| 15 | 0,8 | 115 | 0,5 | 138 | 103,5000 | 172,500 |
| 16 | 0,8 | 29 | 1 | 69,6 | 52,2000 | 87,000 |
| 17 | 0,8 | 87 | 1 | 208,8 | 156,6000 | 261,000 |
| 18 | 0,8 | 115 | 1 | 276 | 207,0000 | 345,000 |
| 19 | 0,5 | 29 | 0,05 | 2,175 | 3,7672 | 4,350 |
| 20 | 0,5 | 87 | 0,05 | 6,525 | 11,3016 | 13,050 |
| 21 | 0,5 | 115 | 0,05 | 8,625 | 14,9389 | 17,250 |
| 22 | 0,5 | 29 | 0,5 | 21,75 | 37,6721 | 43,500 |
| 23 | 0,5 | 87 | 0,5 | 65,25 | 113,0163 | 130,500 |
| 24 | 0,5 | 115 | 0,5 | 86,25 | 149,3894 | 172,500 |
| 25 | 0,5 | 29 | 1 | 43,5 | 75,3442 | 87,000 |
| 26 | 0,5 | 87 | 1 | 130,5 | 226,0326 | 261,000 |
| 27 | 0,5 | 115 | 1 | 172,5 | 298,7788 | 345,000 |

4.3 Определить в каждой точке приведенную погрешность канала γ по формулам (4), (5), (6),

где $D = 166,28$ Вт – диапазон активной мощности;

$D = 166,28$ вар – диапазон реактивной мощности;

$D = 166,28$ В·А – диапазон полной мощности.

5. Измерительные каналы PQТ3 HS ($U_{ном}=115,47$ В и $I_{ном}=5$ А) проверить по следующей методике.

5.1. Выбрать канал.

5.2. Подать с калибратора на контроллеры образцовые сигналы напряжения переменного тока U_0 , силы переменного тока I_0 и коэффициента мощности $\cos\varphi_0$, в соответствии с таблицей 5 и зафиксировать по экрану панели управления LCD в фазах А, В, С соответствующие измеренные сигналы P_u, Q_u, S_u .

Таблица 5. Сигналы измерительных каналов ($U_{ном}=115,47$ В и $I_{ном}=5$ А)

| № точки | $\cos\varphi_0$ | $U_0, В$ | $I_0, А$ | $P_0, Вт$ | $Q_0, вар$ | $S_0, В\cdot А$ |
|---------|-----------------|----------|----------|-----------|------------|-----------------|
| 1 | 1 | 29 | 0,25 | 21,75 | 0 | 21,750 |
| 2 | 1 | 87 | 0,25 | 65,25 | 0 | 65,250 |
| 3 | 1 | 115 | 0,25 | 86,25 | 0 | 86,250 |
| 4 | 1 | 29 | 2,5 | 217,5 | 0 | 217,500 |
| 5 | 1 | 87 | 2,5 | 652,5 | 0 | 652,500 |
| 6 | 1 | 115 | 2,5 | 862,5 | 0 | 862,500 |
| 7 | 1 | 29 | 5 | 435 | 0 | 435,000 |
| 8 | 1 | 87 | 5 | 1305 | 0 | 1305,000 |
| 9 | 1 | 115 | 5 | 1725 | 0 | 1725,000 |
| 10 | 0,8 | 29 | 0,25 | 17,4 | 13,0500 | 21,750 |
| 11 | 0,8 | 87 | 0,25 | 52,2 | 39,1500 | 65,250 |

| № точки | $\cos\varphi_0$ | U_0, B | I_0, A | $P_0, Вт$ | $Q_0, вар$ | $S_0, B\cdot A$ |
|---------|-----------------|----------|----------|-----------|------------|-----------------|
| 12 | 0,8 | 115 | 0,25 | 69 | 51,7500 | 86,250 |
| 13 | 0,8 | 29 | 2,5 | 174 | 130,5000 | 217,500 |
| 14 | 0,8 | 87 | 2,5 | 522 | 391,5000 | 652,500 |
| 15 | 0,8 | 115 | 2,5 | 690 | 517,5000 | 862,500 |
| 16 | 0,8 | 29 | 5 | 348 | 261,0000 | 435,000 |
| 17 | 0,8 | 87 | 5 | 1044 | 783,0000 | 1305,000 |
| 18 | 0,8 | 115 | 5 | 1380 | 1035,0000 | 1725,000 |
| 19 | 0,5 | 29 | 0,25 | 10,875 | 18,8361 | 21,750 |
| 20 | 0,5 | 87 | 0,25 | 32,625 | 56,5082 | 65,250 |
| 21 | 0,5 | 115 | 0,25 | 43,125 | 74,6947 | 86,250 |
| 22 | 0,5 | 29 | 2,5 | 108,75 | 188,3605 | 217,500 |
| 23 | 0,5 | 87 | 2,5 | 326,25 | 565,0816 | 652,500 |
| 24 | 0,5 | 115 | 2,5 | 431,25 | 746,9469 | 862,500 |
| 25 | 0,5 | 29 | 5 | 217,5 | 376,7211 | 435,000 |
| 26 | 0,5 | 87 | 5 | 652,5 | 1130,1632 | 1305,000 |
| 27 | 0,5 | 115 | 5 | 862,5 | 1493,8938 | 1725,000 |

5.3 Определить в каждой точке приведенную погрешность канала γ по формулам (4), (5), (6),

где $D = 831,38$ Вт – диапазон активной мощности;

$D = 831,38$ вар – диапазон реактивной мощности;

$D = 831,38$ В·А – диапазон полной мощности.

6. Измерительные каналы PQT3 HS ($U_{ном}=230$ В и $I_{ном}=5$ А) проверить по следующей методике.

6.1. Выбрать канал.

6.2. Подать с калибратора на контроллеры образцовые сигналы напряжения переменного тока U_0 , силы переменного тока I_0 и коэффициента мощности $\cos\varphi_0$, в соответствии с таблицей 5 и зафиксировать по экрану панели управления LCD в фазах А, В, С соответствующие измеренные сигналы P_u, Q_u, S_u .

Таблица 5. Сигналы измерительных каналов ($U_{ном}=230$ В и $I_{ном}=5$ А)

| № точки | $\cos\varphi_0$ | U_0, B | I_0, A | $P_0, Вт$ | $Q_0, вар$ | $S_0, B\cdot A$ |
|---------|-----------------|----------|----------|-----------|------------|-----------------|
| 1 | 1 | 29 | 0,25 | 2,88 | 0,00 | 2,88 |
| 2 | 1 | 87 | 0,25 | 28,75 | 0,00 | 28,75 |
| 3 | 1 | 115 | 0,25 | 57,50 | 0,00 | 57,50 |
| 4 | 1 | 29 | 2,5 | 28,75 | 0,00 | 28,75 |
| 5 | 1 | 87 | 2,5 | 287,50 | 0,00 | 287,50 |
| 6 | 1 | 115 | 2,5 | 575,00 | 0,00 | 575,00 |
| 7 | 1 | 29 | 5 | 57,50 | 0,00 | 57,50 |
| 8 | 1 | 87 | 5 | 575,00 | 0,00 | 575,00 |

| № точки | $\cos\varphi_0$ | $U_0, В$ | $I_0, А$ | $P_0, Вт$ | $Q_0, вар$ | $S_0, В\cdot А$ |
|---------|-----------------|----------|----------|-----------|------------|-----------------|
| 9 | 1 | 115 | 5 | 1150,00 | 0,00 | 1150,00 |
| 10 | 0,8 | 29 | 0,25 | 2,30 | 1,29 | 2,88 |
| 11 | 0,8 | 87 | 0,25 | 23,00 | 12,86 | 28,75 |
| 12 | 0,8 | 115 | 0,25 | 46,00 | 25,71 | 57,50 |
| 13 | 0,8 | 29 | 2,5 | 23,00 | 12,86 | 28,75 |
| 14 | 0,8 | 87 | 2,5 | 230,00 | 128,57 | 287,50 |
| 15 | 0,8 | 115 | 2,5 | 460,00 | 257,15 | 575,00 |
| 16 | 0,8 | 29 | 5 | 46,00 | 25,71 | 57,50 |
| 17 | 0,8 | 87 | 5 | 460,00 | 257,15 | 575,00 |
| 18 | 0,8 | 115 | 5 | 920,00 | 514,30 | 1150,00 |
| 19 | 0,5 | 29 | 0,25 | 1,44 | 2,03 | 2,88 |
| 20 | 0,5 | 87 | 0,25 | 14,38 | 20,33 | 28,75 |
| 21 | 0,5 | 115 | 0,25 | 28,75 | 40,66 | 57,50 |
| 22 | 0,5 | 29 | 2,5 | 14,38 | 20,33 | 28,75 |
| 23 | 0,5 | 87 | 2,5 | 143,75 | 203,29 | 287,50 |
| 24 | 0,5 | 115 | 2,5 | 287,50 | 406,59 | 575,00 |
| 25 | 0,5 | 29 | 5 | 28,75 | 40,66 | 57,50 |
| 26 | 0,5 | 87 | 5 | 287,50 | 406,59 | 575,00 |
| 27 | 0,5 | 115 | 5 | 575,00 | 813,17 | 1150,00 |

5.4 Определить в каждой точке приведенную погрешность канала γ по формулам (4), (5), (6),

где $D = 1656,00$ Вт – диапазон активной мощности;

$D = 1656,00$ вар – диапазон реактивной мощности;

$D = 1656,00$ В·А – диапазон полной мощности.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной (к верхней границе диапазона) погрешности не превышает $\pm 0,2$ %.

7.4.5. Проверку диапазонов измерения и допускаемой приведённой погрешности (к верхней границе диапазона) каналов измерения коэффициента мощности проводят в следующем порядке:

1. Собрать схему согласно рис.1.
2. На любом измерительном канале PQT3 HS, провести поверку при действующем напряжении переменного тока $U_0=60$ В, силы переменного тока $I_0=1$ А и номинальной частоте 50 Гц.
3. Выбрать канал.
4. Установить на калибраторе поочерёдно образцовые сигналы $\cos\varphi_0$ в соответствии с таблицей 6.
5. Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные значения $\cos\varphi_{изм}$.
6. Определить в каждой точке приведенную погрешность канала γ по формуле (1),
где $X_u = \cos\varphi_u$, $X_o = \cos\varphi_o$, $D = 2$.

Таблица 6. Сигналы измерительных каналов коэффициента мощности.

| № n/n | φ , °электрический | $\cos\varphi$ |
|-------|----------------------------|---------------|
| 1 | 0 | 1,0 |
| 2 | 30 | 0,866 |
| 3 | 60 | 0,5 |
| 4 | 80 | 0,1736 |
| 5 | 90 | 0 |
| 6 | 135 | -0,7071 |
| 7 | 180 | -1,0 |
| 8 | 225 | -0,7071 |
| 9 | 270 | 0 |
| 10 | 315 | 0,7071 |
| 11 | 360 | 1,0 |

7. Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить их погрешность γ согласно п. 4.7.5.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если допускаемая приведенная (к верхней границе диапазона) погрешность не превышает $\pm 0,2\%$.

7.4.6. Проверку диапазонов измерения и допускаемой приведенной погрешность каналов измерения силы постоянного тока проводят в следующем порядке:

Собрать схему согласно рис. 2.

Измерительные каналы (4...24) мА проверить по следующей методике.

1. Выбрать канал.
2. Установить на калибраторе поочередно образцовый сигнал силы постоянного тока на входе канала X_0 со значением 4,0; 12,0; 20,0 мА.
3. Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала X_u в мА.
4. Определить в каждой точке приведенную погрешность канала γ по формуле (1), где $D = 20$ мА.
5. Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить их погрешность γ .

Результаты проверки считают удовлетворительными, если допускаемая приведенная (к верхней границе диапазона) погрешность не превышает $\pm 0,2\%$.

7.4.7. Проверку диапазонов измерения и допускаемой приведенной погрешность каналов измерения постоянного напряжения проводят в следующем порядке:

Собрать схему согласно рис. 2.

Измерительные каналы (0...230) В проверить по следующей методике.

6. Выбрать канал.
7. Установить на калибраторе поочередно образцовый сигнал силы постоянного тока на входе канала X_0 со значением 5,0; 11,0; 55,0; 90,0; 110,0; 190,0; 230 В.
8. Зафиксировать по экрану панели управления LCD соответствующие измеренные сигналы на выходе канала X_u в В.
9. Определить в каждой точке приведенную погрешность канала γ по формуле (1), где $D = 230$ В.
10. Поочередно выбрать следующие подобные каналы и определить их погрешность γ .

Результаты проверки считают удовлетворительными, если допускаемая приведенная (к верхней границе диапазона) погрешность не превышает $\pm 0,2\%$.

7.4.8. Проверку допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры.

1. Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.
2. Производят настройку входного диапазона контроллера и переводят его в режим измерения температуры.
3. В соответствии с ГОСТ 6651-2009 определяют диапазон значений входных сопротивлений, соответствующий диапазону измеряемых значений температуры.
4. На вход контроллера от калибратора в соответствии с Таблицей 7 подают пять значений входного сопротивления, вычисленные по формуле 7:

$$R_{ex} = (R_{max} - R_{min}) \cdot K + R_{min}, \quad (7)$$

где R_{ex} – значение входного сопротивления, Ом;

$R_{max} = 175,92$ Ом – максимум диапазона измерения входного сопротивления;

$R_{min} = 84,12$ Ом – минимум диапазона измерения входного сопротивления;

K – коэффициент диапазона входного сигнала, равный 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1

Таблица 7. Сигналы измерительных каналов температуры.

| <i>№ n/n</i> | <i>K</i> | <i>R_{ex}, Ом</i> | <i>T_{ex}, °C</i> |
|--------------|----------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 0,0 | 88,22 | -30 |
| 2 | 0,25 | 102,93 | 7,5 |
| 3 | 0,5 | 117,47 | 45 |
| 4 | 0,75 | 131,85 | 82,5 |
| 5 | 1,0 | 146,08 | 120 |

Фиксируют значения входной температуры, измеренные контроллером, и рассчитывают допускаемую абсолютную погрешность по формуле 8:

$$\Delta = T_{изм} - T_{ex}, \quad (8)$$

где $T_{изм}$ – значение входной температуры, измеренное контроллером, °C;

T_{ex} – значение входной температуры, соответствующей подаваемому входному сопротивлению – R_{ex} , °C.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если допускаемая приведенная (к верхней границе диапазона) погрешность не превышает $\pm 0,5\%$.

8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах выписывают свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006–94, на контроллер или на свидетельство о поверке наносят поверительное клеймо.

8.2 При отрицательных результатах поверки контроллер не допускают к применению, оформляют извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006–94.

Поверительное клеймо предыдущей поверки гасят, свидетельство о поверке аннулируют.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
ИНДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

| Обозначение ПО | Идентификационное наименование ПО | Версия (идентификационный номер) ПО | Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)(hexa) | Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| Встроенное | PQ HS firm-ware | MAV3 PQ v2.0 | 21 41 52 4D 5F 43 48 4B 53 55 4D 21 24 D3 84 98 | Md5 |
| Встроенное | TI4 | MAV3 TI4 v1.0 | 21 41 52 4D 5F 43 48 4B 53 55 4D 21 51 AF 14 68 | Md5 |
| Встроенное | AI4 220 V DC | MAV3 AI4 v1.0 | 21 41 52 4D 5F 43 48 4B 53 55 4D 21 DF 82 D6 3C | Md5 |
| Встроенное | AI4 4-20 mA | MAV3 AI4 v1.0 | 21 41 52 4D 5F 43 48 4B 53 55 4D 21 38 D8 63 3F | Md5 |
| Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – высокий. | | | | |