

Заместитель генерального директора
ФБУ «Тест-С.Петербург»

«25» 05 2023 г.



г. Санкт-Петербург
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	4
3 Требования к условиям проведения поверки	5
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	7
7 Внешний осмотр средства измерений	7
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	8
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11 Оформление результатов поверки	14
Приложение А	15

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры измерительные КИ-М300 (далее – контроллеры), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Инжиниринг АТ» (далее – ООО «Инжиниринг АТ»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями приказа от 28.08.2020 № 2907 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемости контроллеров к:

- Государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520;

- Государственному первичному специальному эталону ГЭТ 89-2008 «Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10-3 \cdot 10^7$ Гц» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 18.08.2023 № 1706;

- Государственному первичному эталону ГЭТ 4-91 «Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \div 100$ А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091;

- Государственному первичному эталону ГЭТ 88-2014 «Государственный первичный эталон единицы силы электрического тока в диапазоне частот $20-1 \cdot 10^6$ Гц» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-1}-1 \cdot 10^6$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 17.03.2022 № 668;

- Государственному первичному эталону ГЭТ 14-2014 «Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456;

- Государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360.

1.4 Допускается возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 Выборочная первичная поверка контроллеров не предусмотрена.

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

1.7 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – прямой метод измерений, метод непосредственного сличения.

1.8 Основные метрологические характеристики контроллеров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, В	от 0,08 до 340,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, %	$\pm 1,0$
Диапазон измерений напряжения переменного тока частотой 50 Гц, В	от 0,057 до 242,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока частотой 50 Гц, %	$\pm 1,5$
Диапазон измерений силы постоянного электрического тока положительной и отрицательной полярности, А	от 0,002 до 2,4
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы постоянного электрического тока положительной и отрицательной полярности, %	$\pm 1,0$
Диапазон измерений силы переменного электрического тока частотой 50 Гц, А	от 0,0014 до 1,6
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы переменного электрического тока частотой 50 Гц, %	$\pm 1,5$
Диапазон измерений электрического сопротивления постоянному току, Ом	от 0,01 до 12000,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току, %: - в диапазоне от 0,01 до 0,1 Ом вкл. - в диапазоне св. 0,1 до 12000,0 Ом	$\pm 2,0$ $\pm 1,0$
Диапазон измерений временных интервалов, с	от 0,01 до 10,0
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений временных интервалов, с: - в диапазоне от 0,01 до 1,0 с вкл. - в диапазоне св. 1,0 до 10,0 с	$\pm 0,0001$ $\pm 0,0005$

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При поверке контроллеров выполнить работы в объеме, указанном в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2 Опробование	Да	Да	8.2
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Продолжение таблицы 3

1	2	3
п. 8.2 Опробование	ПК с установленной на нем ОС «Windows 7» и выше, ЦП с тактовой частотой от 2 ГГц, интерфейс USB 2.0 и выше, оперативная память от 4 Гб, не менее 100 Мб сводного дискового пространства, монитор с разрешением от 1920×1080, манипулятор «мышь», русифицированная клавиатура, установленное ПО «АВСНК_test»	Персональный компьютер с оперативной системой «Windows 7» и выше
п. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений	ПК с установленной на нем ОС «Windows 7» и выше, ЦП с тактовой частотой от 2 ГГц, интерфейс USB 2.0 и выше, оперативная память от 4 Гб, не менее 100 Мб сводного дискового пространства, монитор с разрешением от 1920×1080, манипулятор «мышь», русифицированная клавиатура, установленное ПО «АВСНК_test»	Персональный компьютер с оперативной системой «Windows 7» и выше
п. 10.1 Определение основных погрешностей измерения напряжения постоянного и переменного тока, силы постоянного и переменного электрического тока	Эталоны воспроизведения единицы напряжения постоянного тока 3 разряда по приказу Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 в диапазоне от 0,08 до 340,0 В; Эталоны воспроизведения единицы напряжения переменного тока 3 разряда по приказу Росстандарта от 18.08.2023 № 1706 в диапазоне от 0,057 до 242,0 В, частотой 50 Гц; Эталоны воспроизведения единицы силы постоянного электрического тока 1 разряда по приказу Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 в диапазоне от 0,002 до 2,4 А; Эталоны воспроизведения единицы силы переменного тока 2 разряда по приказу Росстандарта от 17.03.2022 № 668 в диапазоне от 0,002 до 2,4 А частотой 50 Гц	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег. № 51160-12
п. 10.2 Определение основных погрешностей измерения электрического сопротивления постоянному току	Эталоны воспроизведения единицы электрического сопротивления постоянному току 2 разряда по приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 в диапазоне от 0,01 до 12000 Ом	Катушки электрического сопротивления измерительные Р310, Р321, Р331 на номинальные значения 0,01, 0,1, 1, 10, 100, 1000, 10000 Ом, рег. № 1162-58. Щупы «Кельвина»

Продолжение таблицы 3

1	2	3
п. 10.3 Определение основных погрешностей измерения временных интервалов	Эталоны воспроизведения времени и частоты 5 разряда по приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне от 0,01 до 10 с	Генераторы сигналов произвольной формы 33522А, рег. № 52150-12
П р и м е ч а н и я 1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических и технических характеристик с необходимой точностью, обеспечивающих передачу единиц величин поверяемому средству измерений. 2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим законодательством.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие контроллера следующим требованиям:

- наличие маркировки на контроллере (наименование изделия, товарный знак и наименование предприятия изготовителя, заводской номер и код, дату выпуска (месяц и год), страну изготовления, назначение гнезд, соединений, разъемов, индикаторов и переключателей);
- четкость всех надписей на поверяемом контроллере;
- чистота контактов разъемных соединителей;
- исправность соединительных кабелей;
- прочность и целостность всех покрытий, обеспечивающих защиту от внешних воздействий;
- отсутствие механических повреждений контроллера;
- наличие пломб предприятия-изготовителя.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают эксплуатационную документацию на поверяемый контроллер и на применяемые средства поверки;
- подготавливают к работе поверяемый контроллер и средства поверки, выдерживают во включенном состоянии, в требуемых климатических условиях в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2 Опробование

8.2.1 Собрать схему подключения контроллера в соответствии с рисунком А.1 приложения А.

Включить питание измерительных приборов и персонального компьютера.
Запустить программу «АВЧНК _test» (далее – программа) (рисунок 1).

В нижней части окна программы должно появиться сообщение «Устройство обнаружено».

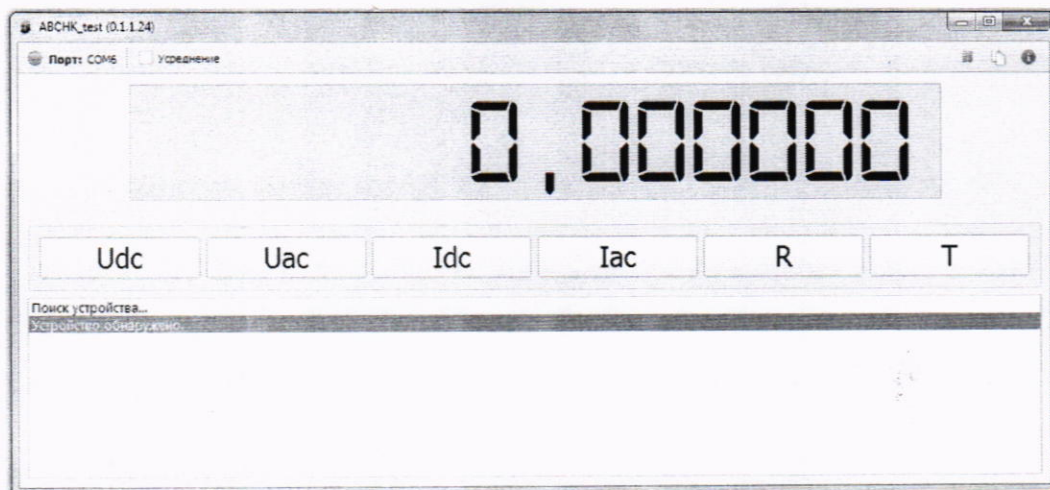


Рисунок 1 – Общий вид программы «ABCHK_test»

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом:

выполнить п. 8.2.1 настоящей методики;

нажать на кнопку  в верхней правой части окна программы;

визуально зафиксировать информацию о встроенном ПО и ПО верхнего уровня отображённую в новом окне «О программе» (рисунок 2).

Версии ПО должны соответствовать указанным в описании типа контроллеров измерительных КИ-М300.

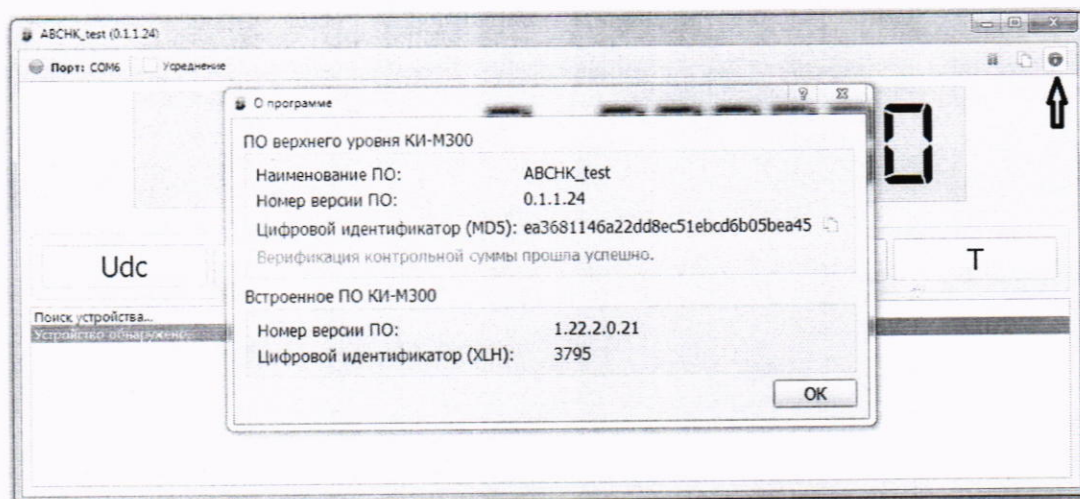


Рисунок 2 – Версии встроенного ПО и ПО верхнего уровня контроллера

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основных погрешностей измерения напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, напряжения переменного тока, силы постоянного электрического тока положительной и отрицательной полярности, силы переменного электрического тока

Произвести подключение контроллера согласно п. 8.2.1 настоящей методики.

Выдерживать контроллер во включенном состоянии в течение 15 минут.

10.1.1 В окне программы выбрать режим измерения напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности «Udc».

Подключить калибратор согласно рисунку 3.

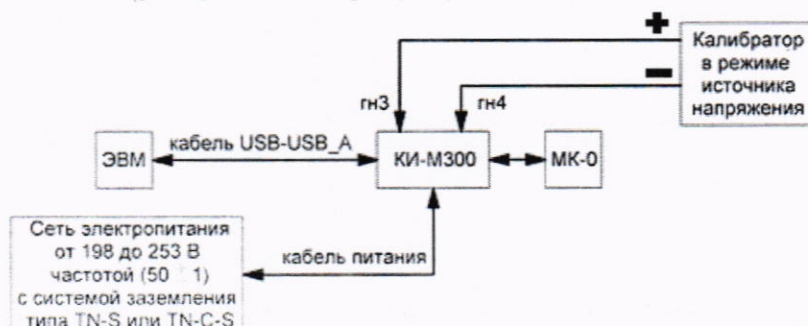


Рисунок 3 – Схема подключения калибратора «Udc»

Произвести измерения согласно таблице 4.

Таблица 4 – Контролируемые значения «Udc»

Поверяемая точка, В	Измеренное значение, В	Относительная погрешность, %	Допускаемая относитель- ная погрешность, %
+0,2			±1,0
-0,2			
+0,4			
-0,4			
+4,0			
-4,0			
+40,0			
-40,0			
+340,0			
-340,0			
Примечания 1 Значения +340 и -340 В должны устанавливаться при плавном увеличении выходного сигнала, со скоростью не выше 10 В/с. 2 После завершения переходных процессов и при наличии колебаний при измерении напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, возможно по средствам включения функций «усреднение» (с ожиданием не менее 1 минуты) и/или «пауза» зафиксировать измеренное значение.			

Зафиксировать измеренные контроллером значения, отображаемые в окне программы и рассчитать погрешности измерений по формуле

$$\delta = \frac{U_i - U_0}{U_0} \times 100\% \quad (1)$$

где U_i – значение измеренное контроллером;

U_0 – значение установленное на калибраторе.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания поверяемого контроллера в проверяемых точках измерения напряжения постоянного тока положительной и отрицательной полярности, соответствуют требованиям, приведенным в таблице 4.

10.1.2 В окне программы выбрать режим измерения напряжения переменного тока частотой 50 Гц «Uac».

Подключить калибратор согласно рисунку 4.

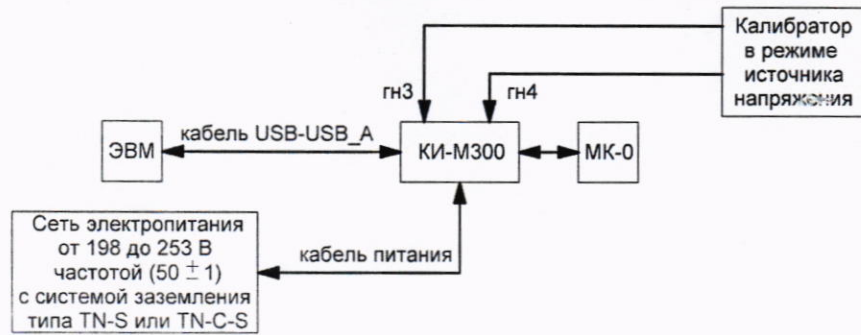


Рисунок 4 – Схема подключения калибратора «Uac»

Произвести измерения согласно таблице 5.

Таблица 5 – Контролируемые значения «Uac»

Поверяемая точка, В	Измеренное значение, В	Относительная погрешность, %	Допускаемая относительная погрешность, %
0,057			±1,5
0,283			
2,83			
28,0			±1,5
242,0			
Примечания 1 Значение 242 В должно устанавливаться при плавном увеличении выходного сигнала, со скоростью не выше 10 В/с. 2 После завершения переходных процессов и при наличии колебаний при измерении напряжения переменного тока, возможно по средствам включения функций «усреднение» (с ожиданием не менее 1 минуты) и/или «пауза» зафиксировать измеренное значение.			

Зафиксировать измеренные контроллером значения, отображаемые в окне программы и рассчитать погрешности измерений по формуле (1).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания поверяемого контроллера в проверяемых точках измерения напряжения переменного тока, соответствуют требованиям, приведенным в таблице 5.

10.1.3 В окне программы выбрать режим измерения силы постоянного электрического тока положительной и отрицательной полярности «Idc».

Подключить калибратор согласно рисунку 5.

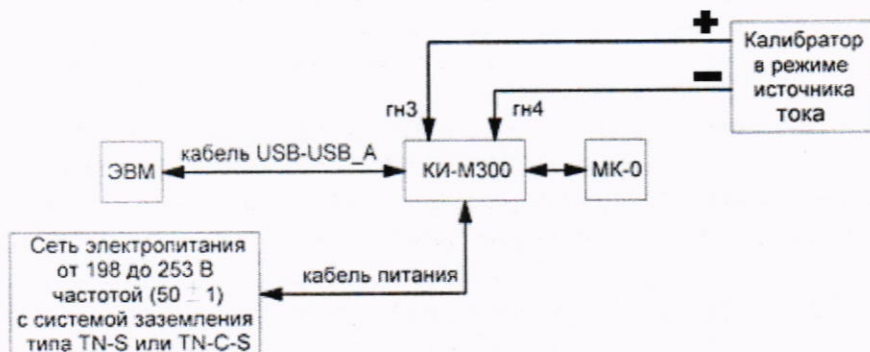


Рисунок 5 – Схема подключения калибратора «Idc»

Произвести измерения согласно таблице 6.

Таблица 6 – Контролируемые значения «Idc»

Поверяемая точка, А	Измеренное значение, А	Относительная погрешность, %	Допускаемая относительная погрешность, %
1	2	3	4
+0,002			±1,0
-0,002			
+0,007			
-0,007			
+0,023			
-0,023			
+0,085			
-0,085			
+0,22			
-0,22			
+0,7			
-0,7			
+2,4			
-2,4			

Примечания

1 Значения (+0,22; -0,22; +0,7; -0,7; +2,4 и -2,4) А должны устанавливаться при плавном увеличении выходного сигнала со скоростью не выше 0,1 А/с.

2 После завершения переходных процессов и при наличии колебаний при измерении силы постоянного электрического тока, возможно по средствам включения функций «усреднение» (с ожиданием не менее 1 минуты) и/или «пауза» зафиксировать измеренное значение.

Зафиксировать измеренные контроллером значения, отображаемые в окне программы и рассчитать погрешности измерений по формуле

$$\delta = \frac{I_i - I_0}{I_0} \times 100\% \quad (2)$$

где I_i – значение измеренное контроллером;

I_0 – значение установленное на калибраторе.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания поверяемого контроллера в проверяемых точках измерения силы постоянного электрического тока положительной и отрицательной полярности, соответствуют требованиям, приведенным в таблице 6.

10.1.4 В окне программы выбрать режим измерения силы переменного электрического тока частотой 50 Гц «Iac».

Подключить калибратор согласно рисунку 6.

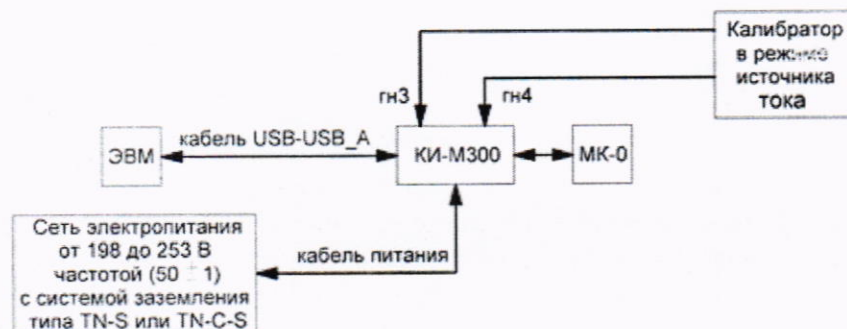


Рисунок 6 – Схема подключения калибратора «Iac»

Произвести измерения согласно таблице 7.

Таблица 7 – Контролируемые значения «Iас»

Поверяемая точка, А	Измеренное значение, А	Относительная погрешность, %	Допускаемая относительная погрешность, %
0,0014			±1,5
0,0049			
0,0163			
0,0603			
0,1560			
0,5			
1,6			
Примечания			
1 Значения 0,5 и 1,6 А должны устанавливаться при плавном увеличении выходного сигнала со скоростью не выше 0,1 А/с.			
2 После завершения переходных процессов и при наличии колебаний при измерении силы переменного электрического тока, возможно по средствам включения функций «усреднение» (с ожиданием не менее 1 минуты) и/или «пауза» зафиксировать измеренное значение.			

Зафиксировать измеренные контроллером значения, отображаемые в окне программы и рассчитать погрешности измерений по формуле (2).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания проверяемого контроллера в проверяемых точках измерения силы переменного электрического тока, соответствуют требованиям, приведенным в таблице 7.

10.2 Определение основных погрешностей измерения электрического сопротивления постоянному току

10.2.1 В окне программы выбрать режим измерения напряжения электрического сопротивления постоянному току «R».

Подключить с помощью щупов «Кельвина» контроллер к потенциальным выходам катушки электрического сопротивления измерительной номиналом 0,01 Ом (согласно рисунку 7).

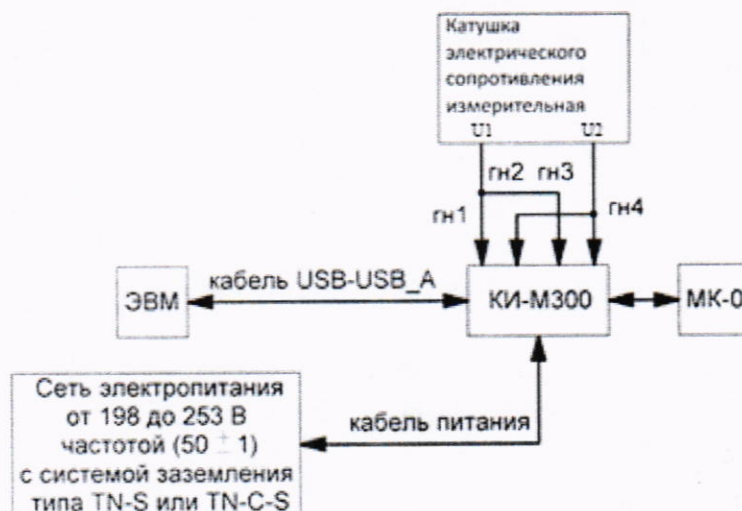


Рисунок 7 – Схема подключения катушки электрического сопротивления измерительной «R»

Произвести измерения для всех номинальных значений согласно таблице 8.

Таблица 8 – Контролируемые значения «R»

Поверяемая точка, Ом	Измеренное значение, Ом	Относительная погрешность, %	Допускаемая относительная погрешность, %
1	2	3	4
0,01			±2
0,1			

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
1,0			±1
10,0			
100,0			
1000,0			
10000,0			
П р и м е ч а н и е – После завершения переходных процессов и при наличии колебаний при измерении электрического сопротивления постоянному току, возможно по средствам включения функций «усреднение» (с ожиданием не менее 1 минуты) и/или «пауза» зафиксировать измеренное значение.			

Зафиксировать измеренные контроллером значения, отображаемые в окне программы и рассчитать погрешности измерений по формуле

$$\delta = \frac{R_i - R_0}{R_0} \times 100\% \quad (3)$$

где R_i – значение измеренное контроллером;

R_0 – действительное значение катушки электрического сопротивления измерительной.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания поверяемого контроллера в проверяемых точках измерения электрического сопротивления постоянному току, соответствуют требованиям, приведенным в таблице 8.

10.3 Определение основных погрешностей измерения временных интервалов

10.3.1 В окне программы выбрать режим измерения временных интервалов «Т».

Подключить генератор согласно рисунку 8.

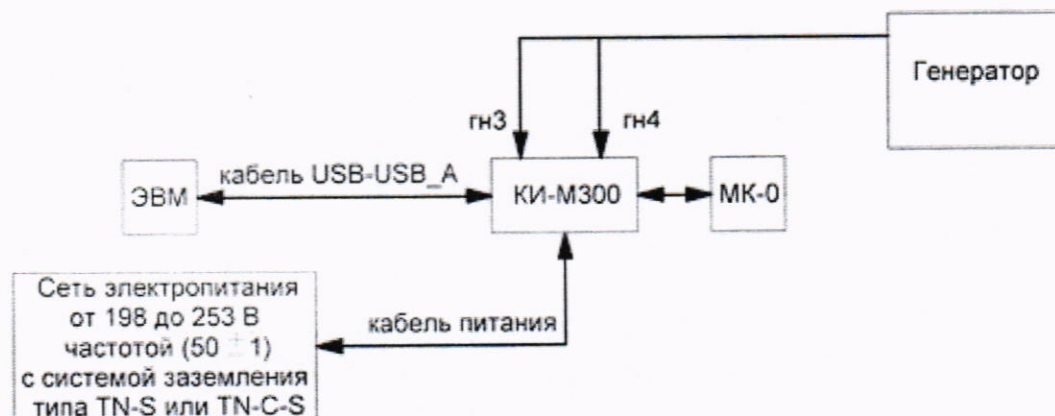


Рисунок 8 – Схема подключения генератора «Т»

Произвести измерения для всех номинальных значений согласно таблице 9.

Таблица 9 – Контролируемые значения «Т»

Поверяемая точка, с	Измеренное значение, с	Абсолютная погрешность, с	Допускаемая абсолютная погрешность, с
0,01			±0,001
0,1			
1,0			
10,0			±0,005
П р и м е ч а н и е – После завершения переходных процессов и при наличии колебаний при измерении временных интервалов, возможно по средствам включения функций «усреднение» с ожиданием не менее 1 минуты и/или «пауза» зафиксировать измеренное значение.			

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и контроллер бракуется.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- напряжение питающей сети, В от 198 до 253;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

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, соответствующее требованиям, изложенным в статье 41 приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 № 707 (ред. от 30.12.2020) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 3 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа; Средства измерений напряжения и частоты переменного тока от 198 до 253 В, частотой от 49 до 51 Гц с погрешностью не более 1,5 %	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13. Мультиметр цифровой HIOKI модификация DT4282, рег. № 52141-12

Зафиксировать измеренные контроллером значения, отображаемые в окне программы и рассчитать погрешности измерений по формуле

$$\Delta T = T_i - T_0, \quad (4)$$

где T_i – значение измеренное контроллером;

T_0 – значение установленное на генераторе.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания поверяемого контроллера в проверяемых точках измерения временных интервалов соответствуют требованиям, приведенным в таблице 9.

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.4.1 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания поверяемого контроллера в проверяемых точках измерения напряжения постоянного положительной и отрицательной полярности, напряжения переменного тока частотой 50 Гц, силы постоянного электрического тока положительной и отрицательной полярности, силы переменного электрического тока частотой 50 Гц, электрического сопротивления постоянному току и временных интервалов соответствуют требованиям, приведенным в таблице 1.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Средства измерений, прошедшие поверку с удовлетворительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

11.2 При неудовлетворительных результатах поверки контроллер бракуется и не допускается к применению.

11.3 Сведения о результате поверки контроллера заносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца или лица, предоставившего контроллер на поверку, выдается свидетельство о поверке средств измерений или извещение о непригодности к применению на бумажном носителе.

Разработчики настоящей методики:

Ведущий специалист ООО «Инжиниринг АТ» *Томович* А. Н. Головин

Ведущий инженер по метрологии
отдела 432 ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Н. Б. Заболкин