

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



А.Н. Щипунов

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Нагрузки электронные EL34000A

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-21-026 МП

2021 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на нагрузки электронные EL34000A (далее - нагрузки), изготавливаемые компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd», Малайзия и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемых нагрузок к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 4-91, ГЭТ 13-2001.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых и косвенных измерений.

Интервал между поверками – 2 года.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерения	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
4.1 Определение абсолютной погрешности установки стабилизируемого значения напряжения постоянного тока	10.1	да	да
4.2 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	10.2	да	да
4.3 Определение абсолютной погрешности установки стабилизируемого значения силы постоянного тока	10.3	да	да
4.4 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока	10.4	да	да
4.5 Определение абсолютной погрешности установки стабилизируемого значения мощности	10.5	да	да
4.6 Определение абсолютной погрешности измерения мощности	10.6	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемая нагрузка бракуется и направляется в ремонт.

2.3 Допускается проведение периодической поверки меньшего числа величин или меньшего числа поддиапазонов. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатанта, оформленного в произвольной форме.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 28 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре до 80 %;
- атмосферное давление от 97 до 105 кПа (от 650 до 786 мм рт.ст.).
- параметры питания от сети переменного тока:
 - напряжение питания от 198 до 242 В;
 - частота от 49 до 51 Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки нагрузок допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющий право на проведение поверки (аттестованный в качестве поверителей).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
10.3 -10.6	Меры сопротивления Н4-12 МС, ном. значения 0,01; 0,1; 1; 10; 100 Ом кл. точности 0,003
10.3 -10.6	Мера электрического сопротивления универсальная однозначная МС3080М номинальным значением 0,001 Ом кл. т 0,005
10.3, 10.4	Мера электрического сопротивления однозначная МС3081, номинальное значение 0,0001 Ом, кл. точности 0,02
10.1 -10.6	Мультиметр 3458А, диапазон измерений напряжения постоянного тока от 1 мкВ до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности от $0,5 \cdot 10^{-4}$ до $2,5 \cdot 10^{-4}$ %, диапазон измерений силы постоянного тока от 0,1 нА до 1 А, пределы допускаемой относительной погрешности от $1,4 \cdot 10^{-3}$ до $4,1 \cdot 10^{-2}$ %, диапазон измерения напряжения переменного тока от 10 мкВ до 1000 В в диапазоне частот от 10 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности от $7 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-2}$ %
10.4	Источник питания постоянного тока максимальное выходное напряжение 150 В, максимальная выходная сила тока 65 А

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых источников с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные ГОСТ Р 12.1.019-2009, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в РЭ нагрузок, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность нагрузок.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность нагрузок.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- установить электронную нагрузку в базовый блок;
- выдержать нагрузки в условиях, указанных в п. 6 в течение не менее 1 часа;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств поверки для установления их рабочего режима.

8.2 При опробовании установить работоспособности нагрузок провести в соответствии с РЭ.

8.3 Результаты поверки считать положительными, если при включении нагрузки после загрузки программного обеспечения на дисплее не появляется сообщение об ошибках.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Нажать на передней панели клавишу «Utilities».

9.2 Выбрать пункт «Test/Setup».

9.3 Выбрать пункт меню «Help».

9.4 Выбрать пункт меню «About».

9.5 Считать идентификационное наименование и версию программного обеспечения (ПО).

9.6 Результаты поверки считать положительным, если используется программа с идентификационным наименованием «EL30000 Firmware» и номер версии ПО не ниже 0.8.5-1.0.6-17-74.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности установки стабилизируемого значения напряжения постоянного тока

10.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1

10.1.2 Установить на блоке питания силу постоянного тока в соответствии с таблицей 3.

10.1.3 Установить на электронной нагрузке стабилизируемое значение напряжения постоянного тока в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Стабилизируемое значение напряжения постоянного тока, В	Сила постоянного тока установленная на блоке питания, А	Напряжение измеренное мультиметром, В	Погрешность стабилизации напряжения постоянного тока,	Допустимая погрешность стабилизации напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4	5
0,01	0			±3,0
7,5	40			±4,5
15,0	20			±6,0
37,5	4			±22,5
37,7	8			±22,5
75,0	2			±30,0
75,0	4			±30,0
150	1			±45,0
150	2			±45,0

10.1.4 Подать на электронную нагрузку силу постоянного тока.

10.1.5 Измерить при помощи мультиметра напряжение на электронной нагрузке. Результаты измерений занести в протокол.

10.1.6 Рассчитать значения абсолютных погрешностей установки стабилизируемого значения напряжения постоянного тока по формуле (1):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{действ}} \quad , \quad (1)$$

где $U_{\text{уст}}$ – значение стабилизируемого значения напряжения постоянного тока установленное на электронной нагрузке, В;

$U_{\text{действ}}$ – действительное значение напряжения постоянного тока, В.

10.1.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей установки стабилизируемого значения напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 3.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

10.2.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

10.2.2 Установить на блоке питания напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 4.

10.2.3 Установить на электронной нагрузке режим воспроизведения электрического сопротивления.

10.2.4 Установить значение воспроизводимого сопротивления равное 10000 Ом

Таблица 4

Напряжение постоянного тока установленное на блоке питания, В	Напряжение постоянного тока измеренное электронной нагрузкой, В	Напряжение постоянного тока измеренное мультиметром, В	Погрешность измерений напряжения постоянного тока, В	Допустимая погрешность измерения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4	5
0,01				±3,0
7,5				±4,5
15,0				±6,0
37,5				±22,5
75,0				±30,0
150				±45,0

10.2.5 Подать на электронную нагрузку напряжение постоянного тока.

10.2.6 Измерить напряжение постоянного тока при помощи электронной нагрузки. Результаты измерений занести в протокол.

10.2.7 Измерить при помощи мультиметра напряжение на электронной нагрузке. Результаты измерений занести в протокол.

10.2.8 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле (2):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{действ}} \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное электронной нагрузкой значение напряжения постоянного тока, В;
 $U_{\text{действ}}$ – измеренное мультиметром значение напряжения постоянного тока, В.

10.2.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерения напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 4.

10.3 Определение абсолютной погрешности установки стабилизируемого значения силы постоянного тока

10.3.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.



Рисунок 2

10.3.2 Подсоединить меру сопротивления номинальным значением, в соответствии с таблицей 5, последовательно электронной нагрузке. Установить на блоке питания напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 5.

10.3.3 Установить на электронной нагрузке стабилизируемое значение силы постоянного тока в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Диапазон стабилизации силы тока	Стабилизируемое значение силы постоянного тока, А	Номинальное значение меры сопротивления, Ом	Напряжение постоянного тока установленное на блоке питания, В	Напряжение на мере сопротивления измеренное мультиметром, В	Действительное значение силы тока, А	Погрешность стабилизации напряжения постоянного тока,	Допустимая погрешность стабилизации силы постоянного тока, мА
1	2	3	4	5	6	7	8
0,6 А	0,001	100	5,0				±0,13
	0,15	1,0	30,0				±0,19
	0,30	1,0	75,0				±0,25
	0,6	0,1	50,0				±0,37
6,0 А	1,5	0,01	150				±2,6
	3,0	0,01	100				±3,2
	6,0	0,01	50				±4,4
60 А	15	0,001	10				±18,0
	15	0,001	20				±18,0
	30	0,001	5				±24,0
	30	0,001	10				±24,0
	60	0,0001	3				±36,0
	60	0,0001	5				±36,0

10.3.4 Подать на электронную нагрузку напряжение.

10.3.5 Измерить при помощи мультиметра падение напряжения на мере сопротивления. Результаты измерений занести в протокол.

10.3.6 Рассчитать по формуле (3) действительное значение силы тока протекающей через электронную нагрузку.

$$I = \frac{U_{\text{меры}}}{R}, \quad (3)$$

где $U_{\text{меры}}$ – значение падения напряжения на мере сопротивления измеренное мультиметром, В;

R – значение сопротивления меры, Ом.

10.3.7 Рассчитать значения абсолютных погрешностей установки стабилизируемого значения силы постоянного тока по формуле (4):

$$\Delta = I_{\text{уст}} - I_{\text{действ}}, \quad (4)$$

где $I_{\text{уст}}$ – значение стабилизируемого значения силы постоянного тока установленное на электронной нагрузке, А;

$I_{\text{действ}}$ – действительное значение силы постоянного тока, протекающего через электронную нагрузку, А.

10.3.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей установки стабилизируемого значения силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

10.4.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

10.4.2 Подсоединить меру сопротивления номинальным значением, в соответствии с таблицей 6, последовательно электронной нагрузке. Установить на блоке питания силу постоянного тока в соответствии с таблицей 6.

10.4.3 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации напряжения 5 В.

Таблица 6

Силы постоянного тока установленная на блоке питания, А	Номинальное значение меры сопротивления, Ом	Сила постоянного тока измеренная электронной нагрузкой, А	Напряжение на мере сопротивления измеренное мультиметром, В	Действительное значение силы тока, А	Погрешность измерений силы постоянного тока, мА	Допустимая погрешность измерения силы постоянного тока, мА
1	2	3	4	5	6	7
0,001	100					±0,12
0,15	1,0					±0,18
0,30	1,0					±0,24
0,6	0,1					±0,36
1,5	0,01					±2,4
3,0	0,01					±3,0
6,0	0,01					±4,2
15	0,001					±15,6
15	0,001					±15,6
30	0,001					±21,6
30	0,001					±21,6
60	0,0001					±33,6
60	0,0001					±33,6

10.4.4 Подать на электронную нагрузку ток.

10.4.5 Измерить при помощи электронной нагрузки силу тока. Результаты измерений занести в протокол

10.4.6 Измерить при помощи мультиметра падение напряжения на мере сопротивления. Результаты измерений занести в протокол.

10.4.7 Рассчитать по формуле (3) действительное значение силы тока протекающей через электронную нагрузку.

10.4.8 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений силы постоянного тока по формуле (5):

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{действ}} \quad (5)$$

где $I_{\text{изм}}$ – измеренное электронной нагрузкой значение силы постоянного тока, А;

$I_{\text{действ}}$ – действительное значение силы тока, определенное по формуле (1), А.

10.4.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 6.

10.5 Определение абсолютной погрешности установки стабилизируемого значения мощности

10.5.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

10.5.2 Подсоединить меру сопротивления номинальным, в соответствии с таблицей 7, последовательно электронной нагрузке. Установить на блоке питания напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 7.

10.5.3 Установить на электронной нагрузке стабилизируемое значение мощности в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Стабилизируемое значение мощности, Вт	Номинальное значение меры сопротивления, Ом	Напряжение постоянного тока установленное на блоке питания, В	Действительное значение мощности, Вт	Погрешность стабилизации мощности,	Допустимая погрешность стабилизации мощности, мВт
1	2	3	4	5	6
0,02	100	10			±4,0
7,0	0,1	10			±8,2
15,0	0,01	10			±269
30,0	0,01	10			±278
150,0	0,001	10			±1690
300,0	0,001	10			±1780

10.5.4 Подать на электронную нагрузку напряжение.

10.5.5 Измерить при помощи мультиметра падение напряжения на мере сопротивления и на электронной нагрузке. Результаты измерений занести в протокол.

10.5.6 Рассчитать по формуле (3) силу тока протекающую через электронную нагрузку.

10.5.7 Определить действительное значение мощности потребляемой электронной нагрузкой по формуле (6).

$$P_{\text{действ}} = U_{\text{нагрузки}} \cdot I, \quad (6)$$

где $U_{\text{нагрузки}}$ – значение падения напряжения на электронной нагрузке измеренное мультиметром, В;

I – значение силы тока протекающего через электронную нагрузку, определенное по формуле (1), А.

10.5.8 Рассчитать значения абсолютных погрешностей установки стабилизируемого значения мощности по формуле (7).

$$\Delta = P_{\text{уст}} - P_{\text{действ}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{уст}}$ – стабилизируемое значения мощности установленное на электронной нагрузке, Вт;

$P_{\text{действ}}$ – действительное значение мощности, Вт.

10.5.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей установки стабилизируемого значения мощности находятся в пределах, приведенных в таблице 7.

10.6 Определение абсолютной погрешности измерения мощности

10.6.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

10.6.2 Подсоединить меру сопротивления номинальным значением, в соответствии с таблицей 8, последовательно электронной нагрузке. Установить на блоке питания напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 8.

10.6.3 Установить электронную нагрузку в режим воспроизведения электрического сопротивления.

10.6.4 Установить величину электрического сопротивления электронной нагрузки в соответствии с таблицей 8.

10.6.5 Установить на блоке питания напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 8.

10.6.6 Подать напряжение на вход электронной нагрузки.

Таблица 8

Номинальное значение мощности, Вт	Напряжение установленное на источнике питания, В	Сопротивление воспроизводимое электронной нагрузкой, Ом	Номинальное значение меры сопротивления, Ом	Значение мощности измеренное электронной нагрузкой, Вт	Действительное значение мощности, Вт	Погрешность измерений мощности, мВт	Допустимая погрешность измерения мощности, мВт
1	2	3	4	5	6	7	8
0,02	10,0	5000	100				±3,0
7,0	10,0	14,3	0,1				±7,2
15	10,0	6,66	0,01				±269
30	10,0	3,33	0,01				±278
150	10,0	0,66	0,001				±1590
300	10,0	0,33	0,001				±1680

10.6.7 Измерить мощность с помощью электронной нагрузки. Результаты измерений занести в протокол.

10.6.8 Измерить с помощью мультиметра падение напряжения на мере сопротивления и на электронной нагрузке.

10.6.9 Определить действительное значение силы тока протекающей через электронную нагрузку по формуле (3).

10.6.10 Определить действительное значение мощности потребляемой электронной нагрузкой по формуле (6).

10.6.11 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерения мощности по формуле (8):

$$\Delta = P_{\text{изм}} - P_{\text{действ}} \quad (8)$$

где $P_{\text{изм}}$ – значения мощности измеренное при помощи электронной нагрузке, Вт;
 $P_{\text{действ}}$ – действительное значение мощности, Вт.

10.6.12 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерения мощности находятся в пределах, приведенных в таблице 8.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Процедуры обработки результатов измерений и критерии принятия поверителем решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа изложены в п.п 10.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки нагрузок электронных подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца тахеометра или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт нагрузок электронных вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.2 Результаты поверки оформить в соответствии с приказом № 2510 от 31.07.2020 г. Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 620
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Н.В. Нечаев