

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ
«РОСИСПЫТАНИЯ»



В.И. Белоцерковский

«20» 03 2012 г.

М.П.

Калибраторы-измерители напряжения и силы тока 6430

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
КИ-6430-2012

г. Москва
2012

Настоящая методика поверки распространяется на калибраторы-измерители напряжения и силы тока 6430 (далее – приборы) компании “Keithley Instruments, Inc.” (США), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1. Операции поверки

№	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	6.1	да	да
2	Подготовка к поверке	6.2	да	да
3	Опробование	7.2	да	да
4	Определение погрешности установки и измерения напряжения	7.3	да	да
5	Определение погрешности установки и измерения силы тока для базового блока	7.4	да	да
6	Определение погрешности установки и измерения силы тока с предварительным усилителем тока	7.5	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке.

Таблица 2. Средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки и его технические характеристики
1	2	3	4	5
1	измеритель постоянного напряжения	7.3	относительная погрешность измерения напряжения 100 mV; 200 mV; 1 V; 2 V не более $\pm 0,05$ % 10 V; 20 V; 200 V не более $\pm 0,02$ %	мультиметр Agilent 3458A относительная погрешность измерения напряжения 100 mV; 200 mV не более $\pm 0,0012$ % 1 V; 2 V не более $\pm 0,001$ % 20 V; 200 V не более $\pm 0,0014$ %

1	2	3	4	5
2	измеритель силы постоянного тока	7.4 7.5	относительная погрешность измерения силы тока 1 μ A; 10 μ A; 100 μ A; 1 mA; 10 mA не более $\pm 0,02$ % 100 mA не более $\pm 0,03$ %	<u>мультиметр Agilent 3458A</u> относительная погрешность измерения силы постоянного тока 1 μ A не более $\pm 0,0065$ % 10 μ A; 100 μ A; 1 mA; 10 mA не более $\pm 0,0035$ % 100 mA не более $\pm 0,0045$ %
3	мера сопротивления 100 M Ω	7.5	относительная погрешность сопротивления не более $\pm 0,01$ %	<u>мера электрического сопротивления P4033</u> номинальное значение 100 M Ω ; класс точности 0,005
4	мера сопротивления 1 G Ω	7.5	относительная погрешность сопротивления не более $\pm 0,01$ %	<u>катушка электрического сопротивления P4030-M1</u> номинальное значение 1 G Ω ; класс точности 0,01
5	мера сопротивления 10 G Ω	7.5	относительная погрешность сопротивления не более $\pm 0,1$ %	<u>мера-имитатор P40115</u> номинальное значение 10 G Ω ; класс точности 0,05
6	мера сопротивления 100 G Ω	7.5	относительная погрешность сопротивления не более $\pm 0,1$ %	<u>мера-имитатор P4085-M1</u> относительная погрешность сопротивления 100 G Ω не более $\pm 0,1$ %; 1000 G Ω не более $\pm 0,2$ %

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, и практический опыт в области электрических измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения прибора и поверочного оборудования необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля, предназначенного для данного оборудования;
- заземление оборудования должно производиться посредством заземляющего контакта сетевого кабеля;
- запрещается производить подсоединение кабелей к контактам оборудования или отсоединение от них, когда выход прибора включен в положение "ON";
- запрещается работать с прибором при обнаружении его явного повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 23 ± 5 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений корпуса прибора;
- комплектность прибора согласно эксплуатационной документации.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации прибора, его следует направить в сервисный центр для проведения ремонта.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом работы поверитель должен изучить руководство по эксплуатации прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2 До начала операций поверки выдержать прибор и средства поверки во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева прибора 60 min.

6.2.3 После прогрева перед началом выполнения операций поверки выполнить подготовку мультиметра, для чего выполнить следующие действия:

- 1) Отсоединить все кабели от входов мультиметра.
- 2) Нажать клавиши [ACAL], [ENTER], и дождаться завершения процедуры автокалибровки.
- 3) Нажать клавиши [SHIFT], [NDIG] [6], [ENTER], [NPLC] [100], [ENTER]

6.2.4 Перед началом выполнения операций поверки произвести заводскую установку прибора, для чего выполнить следующие действия:

- 1) Отсоединить все кабели от входов поверяемого прибора
- 2) Нажать клавишу [MENU], выбрать SAVESETAP, [ENTER]; выбрать GLOBAL, [ENTER]; выбрать RESET, [ENTER]; выбрать BENCH, [ENTER]; нажать [ENTER], [EXIT].

Занести в протокол поверки значения температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа. При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате прибор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

7.2 Опробование

7.2.1 Выключить прибор и повторно включить его.

После включения должна осуществиться процедура автоматического тестирования, по завершении которой прибор будет готов к работе.

В процессе выполнения автоматического тестирования не должно появиться сообщений об ошибках.

7.2.2 Проверить идентификацию серийного номера прибора и версии установленного на нем программного обеспечения, для чего нажать клавишу [MENU], выбрать GENERAL, [ENTER], SERIAL#, [ENTER].

На дисплее должны отобразиться серийный номер прибора и обозначение версии программного обеспечения.

Выйти из меню нажатием клавиши [EXIT].

Записать результаты опробования в таблицу 7.2

При положительном результате опробования перейти к выполнению следующей операции.

Таблица 7.2. Опробование

Операция проверки	Результат проверки	Критерий проверки
автоматическое тестирование после включения		отсутствие сообщений об ошибках
проверка отображения серийного номера прибора и номера версии программного обеспечения		правильно отображается серийный номер прибора
		отображается номер версии C28 и выше

7.3 Определение погрешности установки и измерения напряжения

7.3.1 Установить мультиметр в режим DCV.

7.3.2 Соединить клеммы “INPUT/OUTPUT HI, LO” прибора соответственно с клеммами “INPUT HI, LOW” мультиметра.

7.3.3 Выполнить установки на приборе:

[SOURCE V], [MEAS V]

7.3.4 Включить выход источника на приборе нажатием клавиши [OUTPUT ON/OFF]. При этом должен загореться зеленый индикатор сверху клавиши.

7.3.5 Устанавливать на поверяемом приборе диапазон (RANGE) и значения напряжения, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.

Записывать в столбцы 2 и 5 таблицы 7.3 измеряемые соответственно мультиметром и поверяемым прибором (отсчеты на дисплее) значения напряжения.

Таблица 7.3. Погрешность установки и измерения напряжения

установленное на приборе значение U_S	измеренное мультиметром значение U_O	абсолютная погрешность установки $\Delta_{US} = (U_S - U_O)$	пределы допускаемой абсолютной погрешности установки	измеренное прибором значение U_M	абсолютная погрешность измерения $\Delta_{UM} = (U_M - U_O)$	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
1	2	3	4	5	6	7
+ 200 mV			± 000.640			± 000.374
- 200 mV						
+ 2 V			± 0.00100			± 0.00059
- 2 V						
+ 20 V			± 00.0064			± 00.0045
- 20 V						
+ 200 V			± 000.064			± 000.040
- 200 V						

7.3.6 Вычислить значения абсолютной погрешности установки напряжения Δ_{US} и абсолютной погрешности измерения напряжения Δ_{UM} по формулам:

$$\Delta_{US} = (U_S - U_O)$$
$$\Delta_{UM} = (U_M - U_O),$$

где U_S – установленное на поверяемом приборе значение, U_M – измеренное поверяемым прибором значение, U_O – измеренное мультиметром значение.

Записать полученные значения абсолютной погрешности в столбцы 3 и 6 таблицы 7.3.

7.3.7 Выключить источник на приборе нажатием клавиши [OUTPUT ON/OFF].

7.3.8 Отсоединить кабель от мультиметра.

7.4 Определение погрешности установки и измерения силы тока для базового блока

7.4.1 Установить мультиметр в режим DCI.

7.4.2 Соединить клеммы “INPUT/OUTPUT HI, LO” прибора соответственно с клеммами “INPUT AMPS, LOW” мультиметра.

7.4.3 Выполнить установки на приборе:

[SOURCE I], [MEAS I]

7.4.4 Включить выход источника на приборе нажатием клавиши [OUTPUT ON/OFF].

7.4.5 Устанавливать на поверяемом приборе диапазон (RANGE) и значения силы тока, указанные в столбце 1 таблицы 7.4.

Записывать в столбцы 2 и 5 таблицы 7.4 измеряемые соответственно мультиметром и поверяемым прибором (отсчеты на дисплее) значения силы тока.

Таблица 7.4. Погрешность установки и измерения силы тока

установленное на приборе значение I_S	измеренное мультиметром значение I_O	абсолютная погрешность установки $\Delta_{IS} = (I_S - I_O)$	пределы допускаемой абсолютной погрешности установки	измеренное прибором значение I_M	абсолютная погрешность измерения $\Delta_{IM} = (I_M - I_O)$	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
1	2	3	4	5	6	7
+ 1 μ A			± 0.00095			± 0.00080
- 1 μ A						
+ 10 μ A			± 00.0053			± 00.0070
- 10 μ A						
+ 100 μ A			± 000.051			± 000.031
- 100 μ A						
+ 1 mA			± 0.00054			± 0.00033
- 1 mA						
+ 10 mA			± 00.0065			± 00.0041
- 10 mA						
+ 100 mA			± 000.086			± 000.061
- 100 mA						

7.4.6 Вычислить значения абсолютной погрешности установки силы тока Δ_{IS} и абсолютной погрешности измерения силы тока Δ_{IM} по формулам:

$$\Delta_{IS} = (I_S - I_O)$$
$$\Delta_{IM} = (I_M - I_O),$$

где I_S – установленное на поверяемом приборе значение, I_M – измеренное поверяемым прибором значение, I_O – измеренное мультиметром значение.

Записать полученные значения абсолютной погрешности в столбцы 3 и 6 таблицы 7.4.

7.4.7 Выключить источник на приборе нажатием клавиши [OUTPUT ON/OFF].

7.4.8 Отсоединить кабель от мультиметра и поверяемого прибора.

7.5 Определение погрешности установки и измерения силы тока с предварительным усилителем тока

7.5.1 Временно выключить питание прибора.

7.5.2 Присоединить один из концов соединительного кабеля CA-176-1E из комплекта прибора к разъему "MAINFRAME" модуля предварительного усилителя.

Отвинтить пластиковую накладку на задней панели прибора с разъема "REMOTE PreAmp".

Присоединить другой конец соединительного кабеля CA-176-1E к разъему "REMOTE PreAmp" на задней панели прибора.

7.5.3 Установить на разъем "IN/OUT HIGH" модуля предварительного усилителя адаптер Triaх-BNC.

Используя коаксиальный кабель BNC(m-m) с переходом на вилки banana(2m), соединить выход адаптера Triaх-BNC с входными клеммами мультиметра таким образом, чтобы центральный провод кабеля BNC был подключен к входной клемме "INPUT AMPS" мультиметра, а экранированный провод кабеля BNC был подключен к входной клемме "LO" мультиметра.

Установить мультиметр в режим DCI.

7.5.4 Включить питание прибора.

7.5.5 Выполнить установки на приборе:

[SOURCE I], [MEAS I]

7.5.6 Включить выход источника на приборе нажатием клавиши [OUTPUT ON/OFF]. При этом должен загореться зеленый индикатор сверху клавиши.

Таблица 7.5.1. Погрешность установки и измерения силы тока с предусилителем на пределах от 1 μ A до 100 mA

установленное на приборе значение I_s	измеренное мультиметром значение I_o	абсолютная погрешность установки $\Delta I_s = (I_s - I_o)$	пределы допускаемой абсолютной погрешности установки	измеренное прибором значение I_m	абсолютная погрешность измерения $\Delta I_m = (I_m - I_o)$	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
1	2	3	4	5	6	7
+ 1 μ A			± 0.00080			± 0.00080
- 1 μ A						
+ 10 μ A			± 00.0070			± 00.0070
- 10 μ A						
+ 100 μ A			± 000.051			± 000.031
- 100 μ A						
+ 1 mA			± 0.00054			± 0.00033
- 1 mA						
+ 10 mA			± 00.0065			± 00.0041
- 10 mA						
+ 100 mA			± 000.086			± 000.061
- 100 mA						

7.5.7 Устанавливать на поверяемом приборе диапазон (RANGE) и значения силы тока, указанные в столбце 1 таблицы 7.5.1.

Записывать в столбцы 2 и 5 таблицы 7.5.1 измеряемые соответственно мультиметром и поверяемым прибором (отсчеты на дисплее) значения силы тока.

7.5.8 Вычислить значения абсолютной погрешности установки напряжения Δ_{IS} и абсолютной погрешности измерения напряжения Δ_{IM} по формулам:

$$\begin{aligned}\Delta_{IS} &= (I_S - I_0) \\ \Delta_{IM} &= (I_M - I_0),\end{aligned}$$

где I_S – установленное на поверяемом приборе значение, I_M – измеренное поверяемым прибором значение, I_0 – измеренное мультиметром значение.

Записать полученные значения абсолютной погрешности в столбцы 3 и 6 таблицы 7.5.1.

7.5.9 Выключить источник на приборе нажатием клавиши [OUTPUT ON/OFF].

7.5.10 Отсоединить кабель от мультиметра.

Соединить клеммы “INPUT/OUTPUT HI, LO” прибора соответственно с клеммами “INPUT HI, LOW” мультиметра.

7.5.11 Установить мультиметр в режим DCV.

7.5.12 При помощи триаксиального кабеля соединить разъем “IN/OUT HIGH” модуля предварительного усилителя с клеммами меры сопротивления $100\text{ G}\Omega$ таким образом, чтобы центральный и экранированный проводники кабеля были присоединены к основным клеммам меры сопротивления, а проводник Guard кабеля был соединен с экранированной клеммой меры сопротивления.

7.5.13 Включить выход источника на приборе нажатием клавиши [OUTPUT ON/OFF]. При этом должен загореться зеленый индикатор сверху клавиши.

7.5.14 Установить на приборе диапазон (RANGE) 1 pA.

Записать отсчет напряжения на мультиметре в столбец 3 таблицы 7.5.2 и в столбец 2 таблицы 7.5.3.

Записать отсчет силы тока на дисплее прибора в столбец 4 таблицы 7.5.3.

7.5.15 Выключить источник на приборе нажатием клавиши [OUTPUT ON/OFF].

7.5.16 Выполнить действия по пунктам 7.5.12 – 7.5.15, подсоединяя меру сопротивления с номиналом, указанным в столбце 2 таблицы 7.5.2, и устанавливая на приборе пределы и значения силы тока, указанные в столбце 1 таблицы 7.5.2.

7.5.17. Отсоединить оборудование и кабели от прибора.

7.5.18 Вычислить и записать в столбец 5 таблицы 7.5.2 и в столбец 3 таблицы 7.5.3 измеренные значения силы тока по формуле

$$I_0 = U_0/R_0,$$

где U_0 – отсчет напряжения на мультиметре, R_0 – номинал меры сопротивления.

Таблица 7.5.2. Погрешность установки силы тока с предусилителем на пределах от 1 pA до 100 nA

установленное на приборе значение I_s	номинал меры сопротивления R_0	отсчет напряжения на мультиметре U_0	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение силы тока $I_0 = U_0/R_0$	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5	6
+ 1 pA	100 GΩ		+ 0.97950		+ 1.02050
- 1 pA			- 1.02050		- 0.97950
+ 10 pA	100 GΩ		+ 9.9150		+ 10.0850
- 10 pA			- 10.0850		- 9.9150
+ 100 pA	10 GΩ		+ 99.770		+ 100.230
- 100 pA			- 100.230		- 99.770
+ 1 nA	1 GΩ		+ 0.99900		+ 1.00100
- 1 nA			- 1.00100		- 0.99900
+ 10 nA	1 GΩ		+ 9.9900		+ 10.0100
- 10 nA			- 10.0100		- 9.9900
+ 100 nA	100 MΩ		+ 99.910		+ 100.090
- 100 nA			- 100.090		- 99.910

Таблица 7.5.3. Погрешность измерения силы тока с предусилителем на пределах от 1 pA до 100 nA

установленное на приборе значение I_s	отсчет напряжения на мультиметре U_0	измеренное значение силы тока $I_0 = U_0/R_0$	отсчет силы тока на приборе I_M	погрешность измерения силы тока $\Delta I = I_M - I_0$	пределы допускаемой погрешности
1	2	3	4	5	6
+ 1 pA					± 0.01700
- 1 pA					
+ 10 pA					± 0.0570
- 10 pA					
+ 100 pA					± 0.180
- 100 pA					
+ 1 nA					± 0.00070
- 1 nA					
+ 10 nA					± 0.0070
- 10 nA					
+ 100 nA					± 0.070
- 100 nA					

7.5.19 Вычислить и записать в столбец 5 таблицы 7.5.3 погрешность измерения силы тока по формуле

$$\Delta I = I_M - I_0,$$

где I_M – отсчет силы тока на приборе, I_0 – измеренное значение силы тока (пункт 7.5.18).

ПОВЕРКА ПРИБОРА ЗАВЕРШЕНА

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке эталонных средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и относительная влажность воздуха в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7.

8.2 Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР50.2.007-2001.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

**Заместитель генерального директора ЗАО
«АКТИ-Мастер» по метрологии**



Д.Р. Васильев

**Главный метролог ГЦИ СИ
«РОСИСПЫТАНИЯ»**



Л.А. Филимонова