

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА  
ИЗМЕРЕНИЙ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ  
«РОСИСПЫТАНИЯ»



В.И. Белоцерковский

02 2012 г.

М.П.

**Калибраторы силы тока 6220, 6221**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
КИ-6221-2012

г. Москва  
2012

Настоящая методика поверки распространяется на калибраторы силы тока 6220, 6221 (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 силы постоянного тока	7.3	да	да
5	Определение погрешности установки ограничительного напряжения	7.4	да	да
6	Определение погрешности установки частоты переменного тока (для модели 6221)	7.5	да	да
7	Определение погрешности установки амплитуды переменного тока (для модели 6221)	7.6	да	да
8	Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	7.7	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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 силы постоянного тока	7.3	относительная погрешность измерения силы постоянного тока 2 нА не более $\pm 0,25$ % 20 нА не более $\pm 0,2$ % 200 нА не более $\pm 0,1$ % 2 мА не более $\pm 0,05$ % 20; 200 мА; 2; 20 мА не более $\pm 0,03$ % 100 мА не более $\pm 0,05$ %	<u>пикоамперметр Keithley 6487</u> относительная погрешность измерения силы постоянного тока 2 нА не более $\pm 0,25$ % 20 нА не более $\pm 0,2$ % <u>мультиметр Agilent 3458A</u> относительная погрешность измерения силы постоянного тока 200 нА не более $\pm 0,023$ % 2 мА не более $\pm 0,0065$ % 2; 20; 200 мА; 2; 20; 100мА не более $\pm 0,0075$ %

1	2	3	4	5
2	измеритель постоянного напряжения	7.4	относительная погрешность измерения постоянного напряжения 10; 100 V не более $\pm 0,05$ %	<u>мультиметр Agilent 3458A</u> относительная погрешность измерения постоянного напряжения 10; 100 V не более $\pm 0,0012$ %
3	частотомер	7.5	относительная погрешность измерения частоты 100 kHz не более $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ ; чувствительность по входу не менее 100 $\mu$ V	<u>анализатор спектра Agilent E4402B</u> относительная погрешность измерения частоты 100 kHz в режиме частотомера не более $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ ; чувствительность по входу не менее 25 $\mu$ V
4	измеритель силы переменного тока	7.6	относительная погрешность измерения силы переменного тока 7; 70 mA rms на частотах 1; 10 kHz не более $\pm 0,2$ % 100 kHz не более $\pm 1,5$ %	<u>мультиметр Agilent 3458A</u> относительная погрешность измерения силы переменного тока 7; 70 mA rms на частотах 1 kHz не более $\pm 0,06$ % 10 kHz не более $\pm 0,06$ % 100 kHz не более $\pm 0,8$ %

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.

### 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 при включенном выходе прибора;
- 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  $23 \pm 5$  °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 Произвести начальную установку и активацию выхода поверяемого прибора, для чего выполнить следующие действия:

- 1) Нажать клавишу [SETAP], выбрать PRESET, нажать [ENTER]
- 2) Установить переключку на контакты разъема "INTERLOCK" на задней панели

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 SERIAL#, [ENTER].

На дисплее должен отобразиться серийный номер прибора и обозначение версии программного обеспечения (A05 и выше).

Выйти из меню нажатием клавиши [EXIT].

Записать результаты опробования в таблицу 7.2

Таблица 7.2. Опробование

Результат проверки	Критерий проверки
	отсутствие сообщений об ошибках при автоматическом тестировании после включения
	правильно отображается серийный номер прибора
	отображается номер версии программного обеспечения A05 и выше

При положительном результате опробования перейти к выполнению следующей операции.

### 7.3 Определение погрешности установки силы постоянного тока

7.3.1 Убедиться в том, что выход прибора отключен (индикатор “OUTPUT” не светится).

7.3.2 Используя триаксиальный измерительный кабель, соединить выходной разъем “OUTPUT” прибора с входом “INPUT” пикоамперметра. Допускается использовать триаксиальные измерительные кабели из комплектов поверяемого прибора и пикоамперметра, правильным образом соединив зажимы на концах кабелей.

7.3.3 Включить питание прибора и пикоамперметра.

7.3.4 Активировать выход прибора нажатием клавиш “DC”, “OUTPUT ON/OFF”.

7.3.5 При помощи клавиш со стрелками и/или многофункционального колеса (для модели 6221), устанавливая на приборе диапазоны и значения силы, как указано в столбце 1 таблицы 7.3. Записывать измеренные значения силы тока в столбец 3 таблицы 7.3.

7.3.6 После выполнения измерений сила тока 20 нА отключить выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.

7.3.7 Выключить пикоамперметр, отсоединить измерительный кабель.  
Установить на выход “OUTPUT” прибора триаксиальный измерительный кабель из комплекта прибора.

Соединить зажим “High” триаксиального кабеля с гнездом “Input I” мультиметра.

Соединить зажим “Low” триаксиального кабеля с гнездом “Lo” мультиметра.

7.3.8 Установить на мультиметре режим DCI.

7.3.9 Выполнить действия по пунктам 7.3.4, 7.3.5 для остальных значений силы тока, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.

Таблица 7.3 Погрешность установки силы постоянного тока

установленное на приборе значение силы тока	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение силы тока	верхний предел допускаемых значений
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
2 нА	1.9900		2.0100
20 нА	19.930		20.070
200 нА	199.30		200.70
2 мкА	1.9970		2.0030
20 мкА	19.980		20.020
200 мкА	199.80		200.20
2 мА	1.9980		2.0020
20 мА	19.980		20.020
100 мА	99.850		100.150

7.3.10 Отключить выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.

## 7.4 Определение погрешности установки ограничительного напряжения

7.4.1 Соединить зажим “High” триаксиального кабеля с гнездом “High” мультиметра.

7.4.2 Установить на мультиметре режим DCV.

7.4.3 Установить на приборе диапазон 20 mA.

Активировать выход прибора нажатием клавиш “DC”, “OUTPUT ON/OFF”.

7.4.4 Устанавливать на приборе значения силы тока и ограничительного напряжения, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.

Записывать измеренные значения напряжения в столбец 4 таблицы 7.4.

Таблица 7.4. Погрешность установки ограничительного напряжения

установленные на приборе значения		нижний предел допускаемых значений	измеренное значение напряжения	верхний предел допускаемых значений
сила тока	ограничительное напряжение			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
10 mA	10 V	9.970		10.030
– 10 mA	10 V	– 10.030		– 9.970
10 mA	100 V	99.80		100.20
– 10 mA	100 V	– 100.20		– 99.80

7.4.5 Отключить выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.

Отсоединить триаксиальный кабель от мультиметра.

Для прибора модели 6220 поверка закончена.

Для прибора модели 6221 перейти к следующей операции.

## 7.5 Определение погрешности установки частоты переменного тока (для модели 6221)

7.5.1 Соединить выход “OUTPUT” прибора с входом “RF INPUT” анализатора спектра, используя триаксиальный кабель из комплекта прибора и адаптеры BNC-N, BNC-banana. Зажим “High” триаксиального кабеля должен быть присоединен к центральному проводнику BNC, а зажим “Low” – к экранному проводнику.

7.5.2 Установить на анализаторе спектра режим частотомера с разрешением 1 Hz, опорный уровень – 20 dBm, полосу обзора 10 kHz, полосу пропускания 1 kHz.

7.5.3 Сделать на приборе установку синусоидального сигнала:

[CONFIG], [WAVE]

TYPE, [ENTER], SINE, [ENTER], [EXIT]

7.5.4 При помощи клавиш [FREQ], [AMPL], клавиш со стрелками и вращающегося колеса установить частоту 100 kHz и амплитуду 10 mA.

7.5.5 Активировать выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.

7.5.6 Найти пик сигнала на анализаторе спектра и записать отсчет частотомера в столбец 3 таблицы 7.5.

Таблица 7.5. Погрешность установки частоты переменного тока

установленное значение частоты, kHz	нижний предел допускаемых значений, kHz	измеренное значение частоты, kHz	верхний предел допускаемых значений, kHz
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
100.000	99.990		100.010

7.5.7 Отключить выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.  
Отсоединить триаксиальный кабель от анализатора спектра.

## 7.6 Определение погрешности установки амплитуды переменного тока

7.6.1 Выполнить соединение прибора с мультиметром.  
Соединить зажим “High” триаксиального кабеля с гнездом “Input I” мультиметра.  
Соединить зажим “Low” триаксиального кабеля с гнездом “Lo” мультиметра.

7.6.2 Установить на мультиметре режим DCI.

7.6.3 Установить на приборе индикацию среднеквадратических значений силы тока:

[CONFIG], [WAVE]  
AMPL-UNIT, [ENTER], RMS, [ENTER], [EXIT]

7.6.4 Активировать выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.

7.6.5 При помощи клавиш [FREQ], [AMPL], клавиш со стрелками и вращающегося колеса устанавливать на приборе значения частоты и силы тока, указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.6.  
Записывать измеренные мультиметром значения силы тока в столбец 4 таблицы 7.6.

Таблица 7.6. Погрешность установки амплитуды переменного тока

установленные на приборе значения		нижний предел допускаемых значений	измеренное значение силы тока, rms	верхний предел допускаемых значений
частота	сила тока, rms			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1 kHz	7 mA	6.902		7.098
1 kHz	70 mA	69.02		70.98
10 kHz	7 mA	6.902		7.098
10 kHz	70 mA	69.02		70.98

7.6.6 Отключить выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.

## 7.7 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

Операция выполняется по схеме соединений и установкам предыдущей операции.

7.7.1 Активировать выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.

7.7.2 При помощи клавиш [FREQ], [AMPL], клавиш со стрелками и вращающегося колеса установить на приборе частоту 1 kHz и среднеквадратическое значение силы тока 7 mA.

Подстроить силу тока на приборе таким образом, чтобы отсчет мультиметра был равен  $(7.00 \pm 0.01)$  mA.

7.7.3 Устанавливать на приборе значения частоты, как указано в столбце 1 таблицы 7.7, не меняя установку силы тока.

Записывать отсчеты силы тока на мультиметре в столбец 4 таблицы 7.7

Таблица 7.6. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики

установленные на приборе значения		нижний предел допускаемых значений	измеренное значение силы тока, rms	верхний предел допускаемых значений
частота	сила тока, rms			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1 kHz	$\approx 7$ mA	-	7.00 (опорное)	-
50 kHz	$\approx 7$ mA	6.23		7.84
100 kHz	$\approx 7$ mA	6.23		7.84

7.7.4 Отключить выход прибора нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”.

Отсоединить триаксиальный кабель от мультиметра; выключить поверяемый прибор и мультиметр.

ПОВЕРКА ЗАКОНЧЕНА.

## **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**