



Настоящая методика поверки распространяется на источники питания/измерители в формате PXIExpress серии M9111A (далее – источники), изготовленные Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd., Малайзия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке проводят операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Операции поверки	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения	7.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности воспроизведений и измерений силы постоянного тока	7.4	Да	Да
Определение нестабильности силы тока на выходе при изменении напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до 0	7.5	Да	Да
Определение абсолютной погрешности воспроизведений и измерений напряжения постоянного тока	7.6	Да	Да
Определение нестабильности напряжения на выходе при изменении силы тока в нагрузке от $I_{\text{макс}}$ до 0	7.7	Да	Да
Определение уровня пульсаций выходного напряжения	7.8	Да	Да

1.2 При несоответствии характеристик поверяемых источников требованиям по любому из пунктов таблицы 1 их к дальнейшей поверке не допускают и последующие операции не проводят.

1.3 Допускается при периодической поверке на основании письменного заявления владельца поверяемого СИ производить поверку меньшего числа измеряемых величин и в неполном диапазоне измерений измеряемых величин. Соответствующие записи должны быть сделаны в свидетельстве о поверке.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяются средства поверки (основные и вспомогательные), перечисленные в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Основные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного средства поверки
7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8	<p>Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 25984-14):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– предел измерений силы постоянного тока 200 мкА,  <math>\Delta I = \pm(0,000012 \cdot I_{уст.} + 0,000002 \cdot I_{пред.})</math>;</li> <li>– предел измерений силы постоянного тока 2 мА,  <math>\Delta I = \pm(0,000185 \cdot I_{уст.} + 0,000008 \cdot I_{пред.})</math>;</li> <li>– предел измерений напряжения постоянного тока 2 В,  <math>\Delta U = \pm(0,0000035 \cdot U_{уст.} + 0,0000002 \cdot U_{пред.})</math>;</li> <li>– предел измерений напряжения постоянного тока 20 В,  <math>\Delta U = \pm(0,0000035 \cdot U_{уст.} + 0,0000002 \cdot U_{пред.})</math>.</li> </ul> <p>Шунт токовый PCS-71000 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 61767-15):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– предел измерений силы постоянного тока 3 А,  <math>\Delta I = \pm(0,0001 \cdot I_{уст.} + 0,00005 \cdot I_{пред.})</math>.</li> </ul> <p>Нагрузка электронная АКПП-1320 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 40236-08):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диапазон установки значений входного напряжения от 0 до 300 В,  <math>\Delta U = \pm(0,005 \cdot U_{уст.} + 0,002 \cdot U_{пред.})</math>;</li> <li>– диапазон установки значений входной силы тока от 0 до 18 А,  <math>\Delta I = \pm(0,005 \cdot I_{уст.} + 0,005 \cdot I_{пред.})</math>.</li> </ul> <p>Вольтметр АКПП-2402 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 56995-14):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– предел измеряемых напряжений 3 мВ,  <math>\Delta U = \pm(0,025 \cdot U_{уст.} + 0,008 \cdot U_{пред.})</math>.</li> </ul> <p>Шасси Keysight M9018A.</p> <p>Персональный компьютер: операционная система Windows 7 и выше, установленное программное обеспечение модуля M9111A, в которое входит программная передняя панель (SFP), драйверы устройств (IVI-C, IVI-COM и LabVIEW G) и документация на модуль M9111A (доступно на странице <a href="http://www.keysight.com/find/m9111a">www.keysight.com/find/m9111a</a>).</p>

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства измерений
Температура	от 0 до плюс 60 °С	±0,3 °С	Термогигрометр ИВА-6
Относительная влажность	от 0 до 90 %	±2 %	

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

2.3 Все основные и вспомогательные средства, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) с действующими сроками поверки.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

К поверке источников допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, изучившие эксплуатационные документы наверяемые средства измерений, основные и вспомогательные средства измерений и настоящую методику поверки.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н, общие требования безопасности при подготовке и проведении поверки по ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

4.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и поверяемый источник должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

4.3 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности, имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

4.4 Для предупреждения повреждения источника и поверочного оборудования необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение шасси, в слот которого установлен источник, к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля, предназначенного для данного шасси;
- заземление шасси должно производиться посредством заземляющего контакта сетевого кабеля;
- запрещается производить установку и изъятие источника из слота при включенном шасси или компьютере;
- запрещается производить подсоединение кабелей к контактам источника или отсоединение от них, когда имеется напряжение на выходе источника;
- запрещается работать с источником при обнаружении его явного повреждения.

### **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С.....20±5
- относительная влажность воздуха, %.....не более 80

### **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- проверено наличие действующих свидетельств поверки на основные и вспомогательные средства поверки.

6.2 Средства поверки и поверяемый источник должны быть подготовлены к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

6.3 Контроль условий проведения поверки по пункту 5.1 должен быть проведен перед началом поверки.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого источника следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных элементов, нарушающих работу источника или затрудняющих поверку;
- все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- разъемы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

Источники, имеющие дефекты, дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Установить и подготовить поверяемый источник в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.2.2 Включить питание шасси, после чего запустить программу “SFP”.

7.2.3 Запустить программную переднюю панель (SFP): Start > All Programs > Keysight > M911x > M911x SFP or M911x SFP (x64) (Пуск > Все программы > Keysight > M911x > M911x SFP или M911x SFP (x64)).

7.2.4 Выбрать модуль и нажать кнопку “Connect” (Подключить) для подключения к панели “SFP” (см. рисунок 1).

7.2.5 Убедиться, что индикатор в нижнем левом углу показывает успешное выполнение самопроверки (см. рисунок 2). Если самопроверка не пройдена, прибор бракуется и направляется в ремонт.

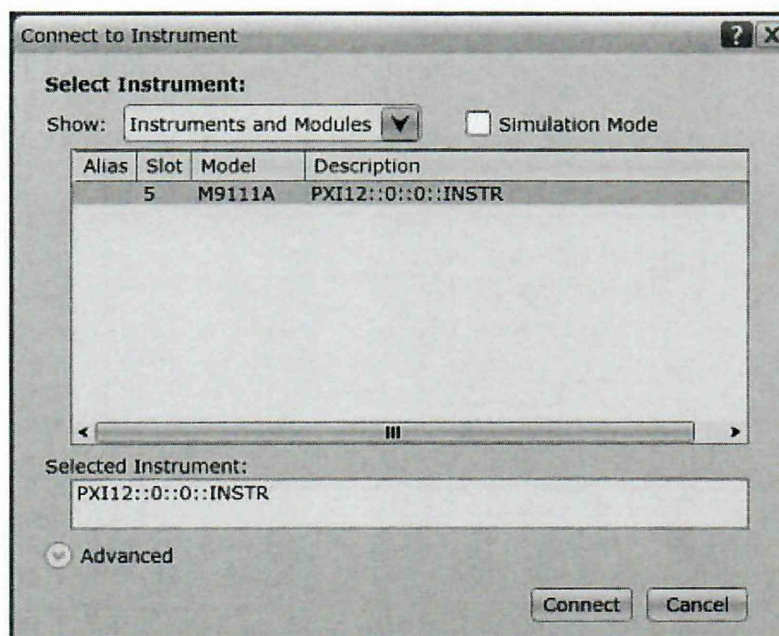


Рисунок 1 – Виртуальная панель управления прибором



Рисунок 2 – Вид индикатора успешного выполнения самопроверки

### 7.3 Проверка программного обеспечения

Запустить ПО M911x SFP из меню Пуск. При запуске выбрать требуемый модуль:

- M911x SFP (x64) – Для 64-разрядной версии Windows;
- M911x SFP – для 32-разрядной версии Windows.

В окне программы выбрать Help -> About, (см. рисунок 3).

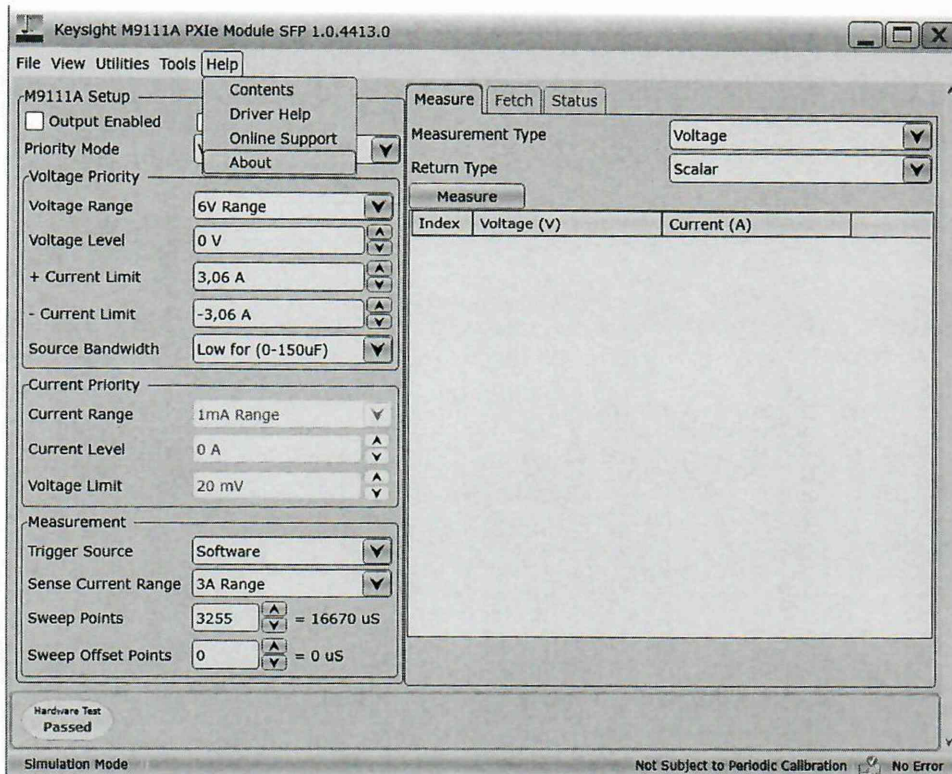


Рисунок 3 – Виртуальная панель управления прибором

В окне информации будет показан серийный номер прибора (Serial Number), см. рисунок 4.

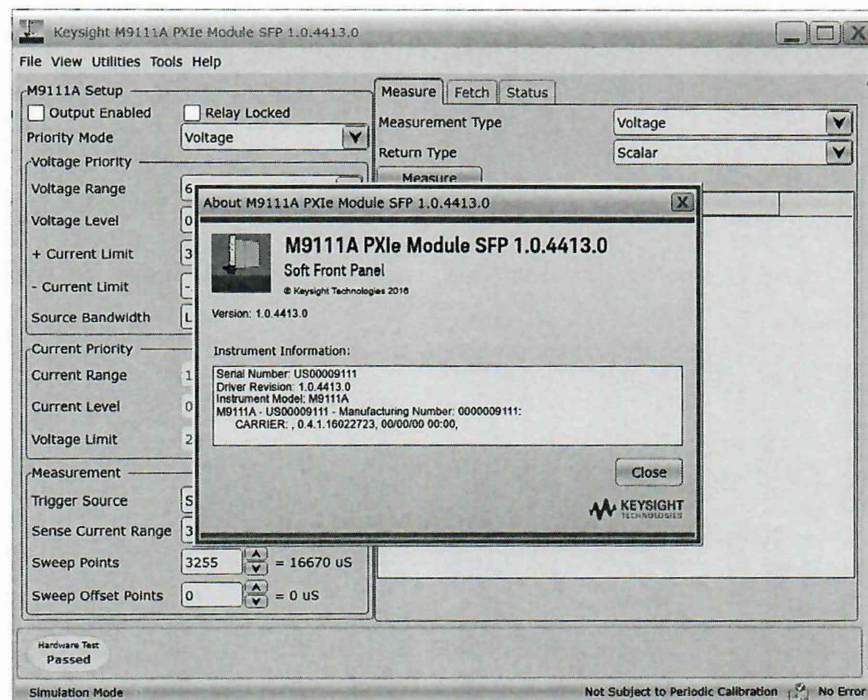


Рисунок 4 – Виртуальная панель управления прибором

Серийный номер прибора, указанный в программе, должен совпадать с номером, нанесенным на корпус прибора.

Данные, выводимые программой в ходе проверки ПО, должны соответствовать приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	M911x PXI Module Family Driver
Номер версии (идентификационный номер ПО)	от 1.0.4302.0 и выше

#### 7.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведений и измерений силы постоянного тока

Проводят с помощью мультиметра цифрового прецизионного Fluke 8508A и шунта токового PCS-71000 в следующей последовательности:

– подготовить поверяемый источник в соответствии с руководством по эксплуатации;

– для значений силы постоянного тока до 2 А включительно использовать мультиметр Fluke 8508A, для значений силы постоянного тока от 2 до 3 А использовать шунт токовый PCS-71000, разъемы поверяемого источника соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами мультиметра или шунта (см. рисунок 5);

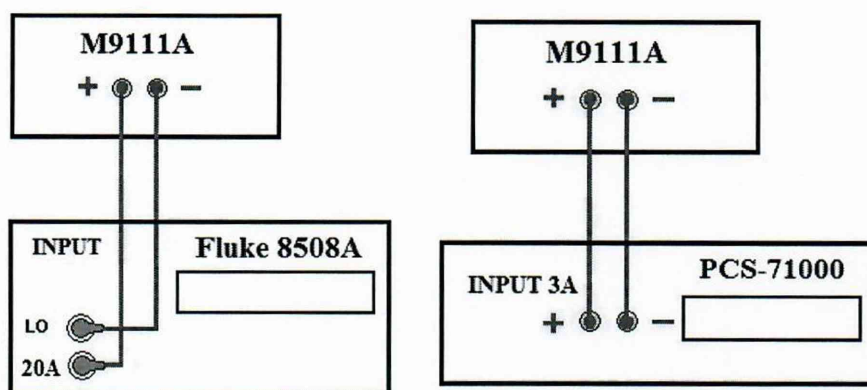


Рисунок 5 – Структурная схема соединения приборов для определения абсолютной погрешности воспроизведений и измерений силы постоянного тока

– на программной передней панели (SFP) для поверяемого источника последовательно установить значения силы постоянного тока на выходе, указанные в таблицах 5 и 6, при этом значения напряжения устанавливать равными максимальному значению для установленного значения силы тока;

Таблица 5 – Режим воспроизведения силы постоянного тока

Диапазон воспроизведений силы постоянного тока	Установленное на источнике значение силы постоянного тока	Измеренное мультиметром (шунтом) значение силы постоянного тока	Абсолютная погрешность воспроизведений
1	2	3	4
От 10 мкА до 1 мА включ.	0,05 мА		
	0,25 мА		
	0,5 мА		
	0,75 мА		
	0,9 мА		

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Св. 1 мА до 3 А	0,15 А		
	0,75 А		
	1,5 А		
	2,25 А		
	2,7 А		

Таблица 6 – Режим измерения силы постоянного тока

Диапазон измерений силы постоянного тока	Установленное на источнике значение силы постоянного тока	Измеренное источником значение силы постоянного тока	Измеренное мультиметром (шунтом) значение силы постоянного тока	Абсолютная погрешность измерений
1	2	3	4	5
до 100 мкА включ.	5 мкА			
	25 мкА			
	50 мкА			
	75 мкА			
	90 мкА			
Св. 100 мкА до 1 мА включ.	0,05 мА			
	0,25 мА			
	0,5 мА			
	0,75 мА			
	0,9 мА			
Св. 1 мА до 3 А	0,15 А			
	0,75 А			
	1,5 А			
	2,25 А			
	2,7 А			

- значения напряжений устанавливать в поле «Voltage Level», значения силы тока – в поле «Current Limit» (см. рисунок 6); в поле «Priority Mode» выбрать «Current»;
- для получения показаний, измеренных источником, нажать кнопку «Measure»;
- по показаниям мультиметра (шунта) зафиксировать значения напряжения на выходе источника;
- абсолютную погрешность воспроизведений силы постоянного тока определить по формуле (1):

$$\Delta_{\text{воспр}} = I - I_{\text{уст}}, \text{ А} \quad (1)$$

где  $I_{\text{уст}}$  – значение силы постоянного тока, установленное на выходе поверяемого источника, А  
 $I$  – значение силы постоянного тока по показаниям мультиметра (шунта), А

- абсолютную погрешность измерений силы постоянного тока определить по формуле (2):

$$\Delta_{\text{изм}} = I - I_{\text{изм}}, \text{ А} \quad (2)$$



где  $I_{изм}$  – значение силы постоянного тока, измеренное поверяемым источником, А  
 $I$  – значение силы постоянного тока по показаниям мультиметра (шунта), А

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на источники.

### 7.5 Определение нестабильности силы тока на выходе при изменении напряжения на нагрузке от $U_{макс}$ до 0

Проводят с помощью нагрузки АК ИП-1320 и шунта токового РС С-71000 в следующей последовательности:

- подготовить поверяемый источник в соответствии с руководством по эксплуатации;
- разъемы поверяемого источника соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами шунта токового РС С-71000 и нагрузки АК ИП-1320 (см. рисунок б);

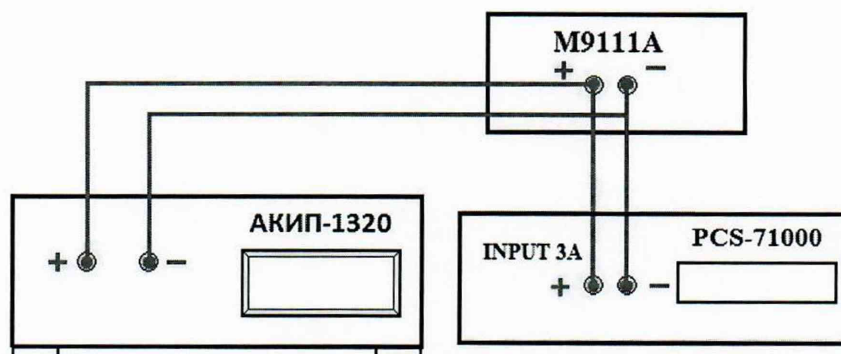


Рисунок б – Структурная схема соединения приборов для определения нестабильности силы тока на выходе при изменении напряжения на нагрузке от  $U_{макс}$  до 0

- на программной передней панели (SFP) для поверяемого источника установить значение силы постоянного тока на выходе равным 2,7 А;
- на электронной нагрузке установить значение тока потребления больше значения силы тока, установленного на выходе поверяемого источника, чтобы поверяемый источник перешел в режим стабилизации тока;
- по показаниям шунта зафиксировать значение силы постоянного тока;
- на нагрузке изменить напряжение от 90 до 10 %;
- по прошествии 1 мин по показаниям шунта зафиксировать значение силы постоянного тока;
- нестабильность силы постоянного тока на выходе при изменении напряжения на нагрузке определить по формуле (3):

$$\Delta = I_1 - I_2, \text{ А} \quad (3)$$

где  $I_1$  – измеренное значение силы тока при напряжении на нагрузке, равном 90 % максимального значения на выходе поверяемого источника, А  
 $I_2$  – измеренное значение силы тока при напряжении на нагрузке, равном 10 % максимального значения на выходе поверяемого источника, А

Результаты поверки считаются положительными, если полученное значение нестабильности не превышает нормируемого значения, указанного в описании типа на источники.

### 7.6 Определение абсолютной погрешности воспроизведений и измерений напряжения постоянного тока

Проводят с помощью мультиметра цифрового прецизионного Fluke 8508A в следующей последовательности:

- подготовить поверяемый источник в соответствии с руководством по эксплуатации;
- разъемы поверяемого источника соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами мультиметра (см. рисунок 7);

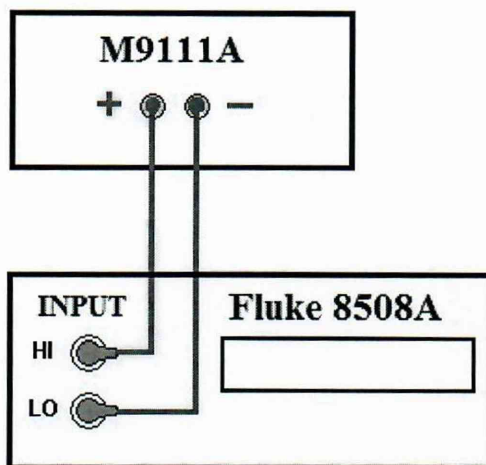


Рисунок 7 – Структурная схема соединения приборов для определения абсолютной погрешности воспроизведений и измерений напряжения постоянного тока

- на программной передней панели (SFP) для поверяемого источника последовательно установить значения напряжения постоянного тока на выходе, указанные в таблицах 7 и 8, при этом значения силы тока устанавливать равными максимальному значению для установленного значения напряжения;

Таблица 7 – Режим воспроизведения напряжения постоянного тока

Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока	Установленное на источнике значение напряжения постоянного тока	Измеренное мультиметром значение напряжения постоянного тока	Абсолютная погрешность воспроизведений
от 0 до 13 В	0,65 В		
	3,25 В		
	6,5 В		
	9,75 В		
	11,7 В		

- значения напряжений устанавливать в поле «Voltage Level», значения силы тока – в поле «Current Limit» (см. рисунок 8); в поле «Priority Mode» выбрать «Voltage»;
- для получения показаний, измеренных источником, нажать кнопку «Measure»;
- по показаниям мультиметра зафиксировать значения напряжения на выходе источника;
- абсолютную погрешность воспроизведений напряжения постоянного тока определить по формуле (4):

$$\Delta_{\text{воспр}} = U - U_{\text{уст}}, \text{ В} \quad (4)$$

где  $U_{уст}$  – значение напряжения постоянного тока, установленное на выходе поверяемого источника, В

$U$  – значение напряжения по показаниям мультиметра, В

Таблица 8 – Режим измерения напряжения постоянного тока

Диапазон измерений напряжения постоянного тока	Установленное на источнике значение напряжения постоянного тока	Измеренное источником значение напряжения постоянного тока	Измеренное мультиметром значение напряжения постоянного тока	Абсолютная погрешность измерений
1	2	3	4	5
от 0 до 13 В	0,65 В			
	3,25 В			
	6,5 В			
	9,75 В			
	11,7 В			

– абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока определить по формуле (5):

$$\Delta_{изм} = U - U_{изм}, В \quad (5)$$

где  $U_{изм}$  – значение напряжения постоянного тока, измеренное поверяемым источником, В

$U$  – значение напряжения по показаниям мультиметра, В

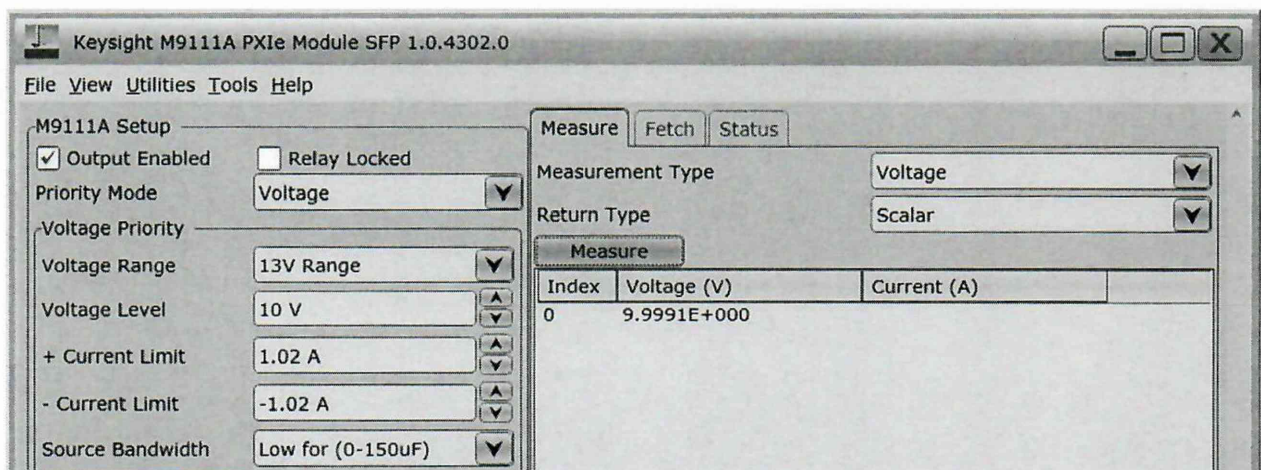


Рисунок 8 – Виртуальная панель управления прибором

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа на источники.

### 7.7 Определение нестабильности напряжения на выходе при изменении силы тока в нагрузке от $I_{макс}$ до 0

Проводят с помощью мультиметра цифрового прецизионного Fluke 8508A и нагрузки электронной АКПП-1320 в следующей последовательности:

- разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами нагрузки электронной АКПП-1320 и мультиметра 8508А (см. рисунок 9);
- нагрузку подключить к источнику по четырехпроводной схеме;
- на поверяемом источнике установить значение напряжения постоянного тока на выходе равным 100 % и максимальное значение силы тока для установленного значения напряжения;
- на электронной нагрузке установить режим формирования постоянного тока потребления (режим стабилизации силы тока “СС”), значение тока потребления установить равным 90 % от значения силы тока, установленного на выходе поверяемого источника;
- по показаниям мультиметра зафиксировать значения напряжения на выходе источника;
- отключить нагрузку от источника питания;

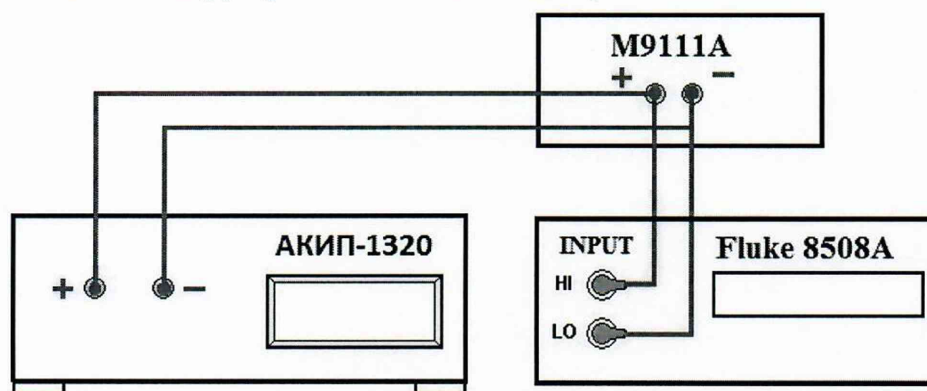


Рисунок 9 – Структурная схема соединения приборов для определения нестабильности напряжения на выходе при изменении тока в нагрузке от  $I_{\text{макс}}$  до 0

- измерения нестабильности выходного напряжения производить через 1 мин после отключения нагрузки по изменению показаний мультиметра Fluke 8508 относительно показаний при максимальном значении тока нагрузки;
- значение нестабильности напряжения постоянного тока на выходе при изменении тока нагрузки определить по формуле (6):

$$\Delta = U_1 - U_2, \text{ В} \quad (6)$$

где  $U_1$  – измеренное значение напряжения по показаниям мультиметра Fluke 8508А при токе нагрузки, равном 90 % от установленного на выходе поверяемого источника, В  
 $U_2$  – измеренное значение напряжения по показаниям мультиметра Fluke 8508А при токе нагрузки, равном нулю, В

Результаты поверки считаются положительными, если полученное значение нестабильности не превышает нормируемого значения, указанного в описании типа на источники.

### 7.8 Определение уровня пульсаций выходного напряжения

Проводят с помощью нагрузки электронной АКПП-1320 и вольтметра АКПП-2402 в следующей последовательности:

- разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами нагрузки электронной АКПП-1320 и вольтметра АКПП-2402 (см. рисунок 10);

- установить на источнике воспроизводимое напряжение равным 100 % и значение силы тока равным максимальному значению для установленного значения напряжения;
- на электронной нагрузке установить режим формирования постоянного тока потребления (режим стабилизации силы тока “СС”), значение тока потребления установить равным 90 % от значения силы тока, установленного на выходе поверяемого источника;
- к выходным клеммам источника подключить вольтметр АКИП-2402;
- произвести измерения значений пульсаций, путем снятия показаний с вольтметра АКИП-2402.

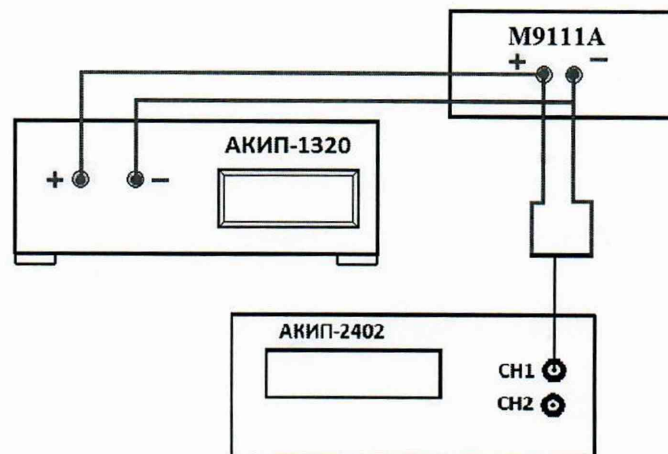


Рисунок 10 – Структурная схема соединения приборов для определения уровня пульсаций выходного напряжения

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения пульсации не превышают нормируемого значения, приведенного в описании типа на источники.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

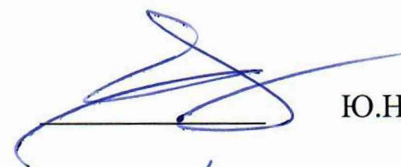
8.1 При положительных результатах поверки источников оформляют свидетельство о поверке.

8.2 Знак поверки наносится в месте, установленном в описании типа средства измерений.

8.3 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики источники к дальнейшей эксплуатации не допускаются, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник лаборатории № 551  
ФБУ «Ростест-Москва»

Ведущий инженер по метрологии  
лаборатории № 551

 Ю.Н. Ткаченко

 А.Д. Чикмарев