

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ  
ОАО «НИЦПВ»

А.Ю. Кузин

2014 г.



## ИНСТРУКЦИЯ

ТЕСТЕР VERIGY V93000

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ГАВЛ.441148.002 МП

н.р. 60711-15

Москва,  
2014 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на тестер Verigy V93000 (далее - тестер), зав. № 01, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

Настоящая методика разработана в соответствии с РМГ 51-2002 «Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения».

При ознакомлении с методикой поверки необходимо дополнительно руководствоваться эксплуатационными документами и техническими описаниями на тестер, эталоны и средства измерений, применяемые при поверке тестера.

Интервал между поверками - 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

№№ п/п	Наименование операции	Номер пункта ме- тодики	Проведение операции при поверке	
			первой	периодической
1	Внешний осмотр и проверка комплектности	5.1	+	+
2	Опробование	5.2	+	+
3	Определение метрологических характеристик:	5.3	+	+
3.1	Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений силы постоянного тока измерителями параметров	5.3.1	+	-
3.2	Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения силы постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока измерителями параметров	5.3.2	+	+
3.3	Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений силы постоянного тока высокоточными измерителями параметров	5.3.3	+	+
3.4	Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения силы постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока высокоточными измерителями параметров	5.3.4	+	+
3.5	Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений силы постоянного тока источниками питания	5.3.5	+	+
3.6	Определение параметров цифровых каналов	5.3.6	+	+

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2.1

Номер пункта методики	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
5.3.1-5.3.5	Мультиметр В7-64/1. Диапазон измерений напряжения постоянного тока от

	1 мкВ до 1000 В. Пределы допускаемой погрешности $\pm 0.004 \%$ . Диапазон измерений силы постоянного тока от 10 нА до 2 А. пределы допускаемой погрешности $\pm 0.02 \%$
5.3.1-5.3.5	Меры электрического сопротивления Р3030. Номинальные значения сопротивлений 100 кОм, 1 кОм, 100 Ом, кл.т. 0,02
5.3.6	Осциллограф цифровой TDS-2014B. Полоса пропускания от 0 до 500 МГц, развертка по напряжению от 2 мВ/дел до 5 В/дел.
<b>Примечания:</b>	
1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и средства измерений с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими предъявленным к ним требованиям при поверке тестера.	
2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.	

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94, а также изложенные в руководстве по эксплуатации ГАВЛ.441148.002 РЭ на тестер, в технической документации на применяемые при поверке средства измерений и вспомогательное оборудование.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C  $20 \pm 2$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха, %  $65 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)  $100 \pm 4$  ( $750 \pm 30$ ).

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать тестер в условиях, указанных в п. 4.1. в течение не менее 30 минут;
- выполнить операции, оговоренные в ГАВЛ.441148.002 РЭ по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

4.3 К проведению поверки допускаются лица:

- прошедшие обучение и имеющие соответствующую профессиональную подготовку (аттестованных в соответствии с ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений»);
- изучившие руководство по эксплуатации поверяемого тестера в соответствии с ГАВЛ.441148.002 РЭ и методику его поверки.

### 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре установить соответствие тестера требованиям технической документации фирмы-изготовителя. При внешнем осмотре убедиться в:

- отсутствии механических повреждений;
- функционировании органов управления;
- чистоте гнезд, разъемов и клемм;
- исправности соединительных проводов и кабелей;

- целостности лакокрасочных покрытий и четкости маркировки;
- отсутствии внутри тестера незакрепленных предметов.

Проверить комплектность тестера в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя.

Результаты поверки считать положительными, если тестер удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность тестера полная. В противном случае тестер дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 5.2 Опробование

### 5.2.1 Произвести опробование работы тестера для оценки его исправности.

При опробовании тестера проверить правильность прохождения встроенной тестовой программы на отсутствие индицируемых ошибок.

5.2.2 Провести проверку подтверждения идентификации ПО утвержденному типу тестера.

5.2.3 Результаты поверки считать положительными, если отсутствуют ошибки тестирования. В противном случае тестер дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 5.3 Определение метрологических характеристик

### 5.3.1 Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений силы постоянного тока измерителями параметров

Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений силы постоянного тока измерителями параметров выполнять методом прямых измерений с помощью вольтметра В7-64/1 и меры Р3030 (рисунок 5.3.1.1).

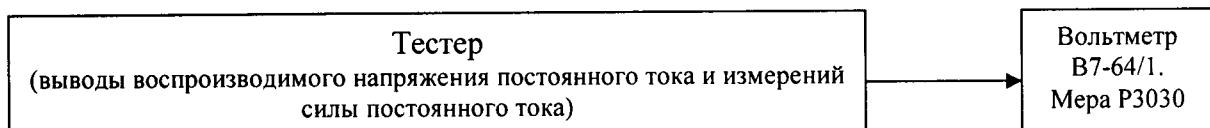


Рис. 5.3.1.1 - Структурная схема соединения приборов

#### 5.3.1.1 Порядок выполнения

В окне системного программного обеспечения (ПО) (рис. 5.3.1.2):

выбрать пункт «Pin Configuration»; развернуть список «Pin Settings»; выбрать пункт «Digital pins»; в открывшемся окне «Digital Pins» создать строку:

Name	No	Type	Mode	Series resistor	Instrument	Comment	Tester Channel/Site
Любое имя	1	std	i	0.0			10101

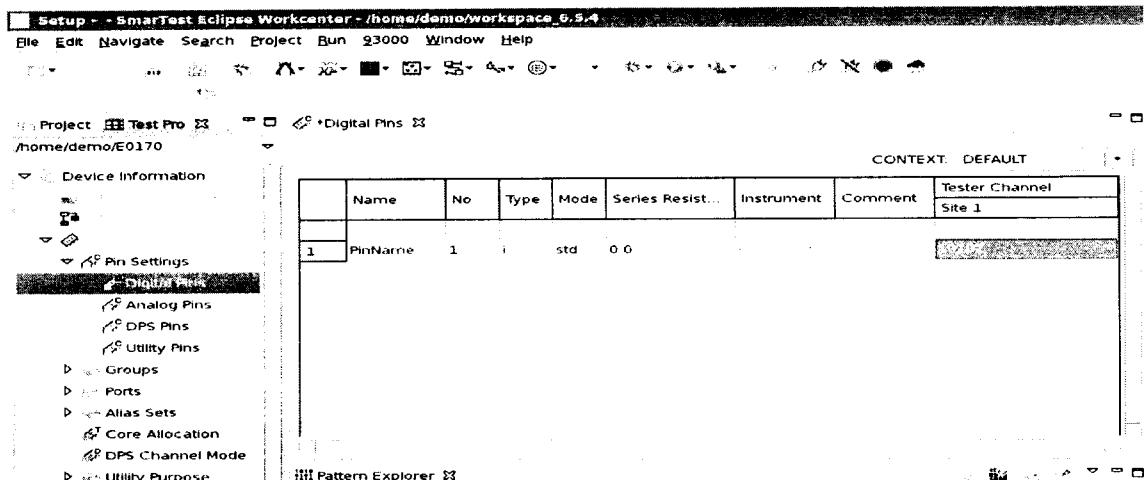


Рис. 5.3.1.2

Выбрать пункт «Pin Settings», нажать третью кнопку мыши и выбрать «Apply» (рис. 5.3.1.3).

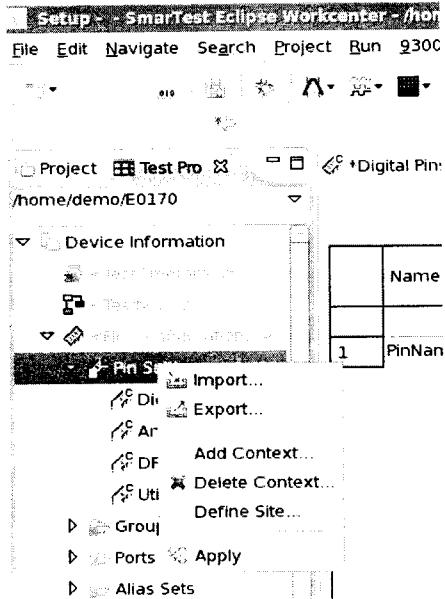


Рис. 5.3.1.3

Подтвердите создание вывода нажав в диалоге «Confirm Apply» на кнопку «Yes» (рис. 5.3.1.4).

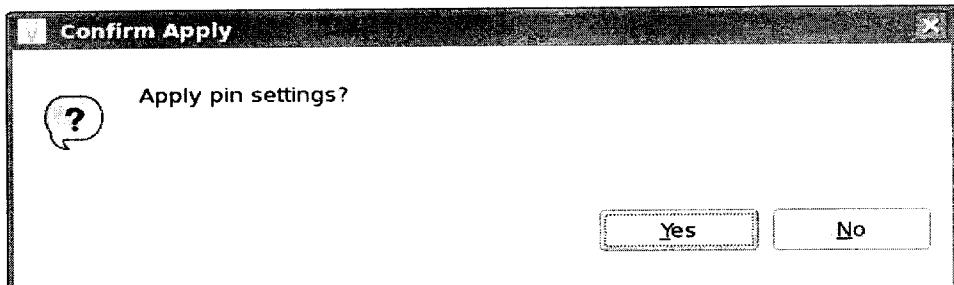


Рис. 5.3.1.4

В окне системного ПО выбрать пункт «Testflow». В окне «Testflow» нажмите правую кнопку мыши и выберите «Insert» -> «RunTest» (рис. 5.3.1.5).

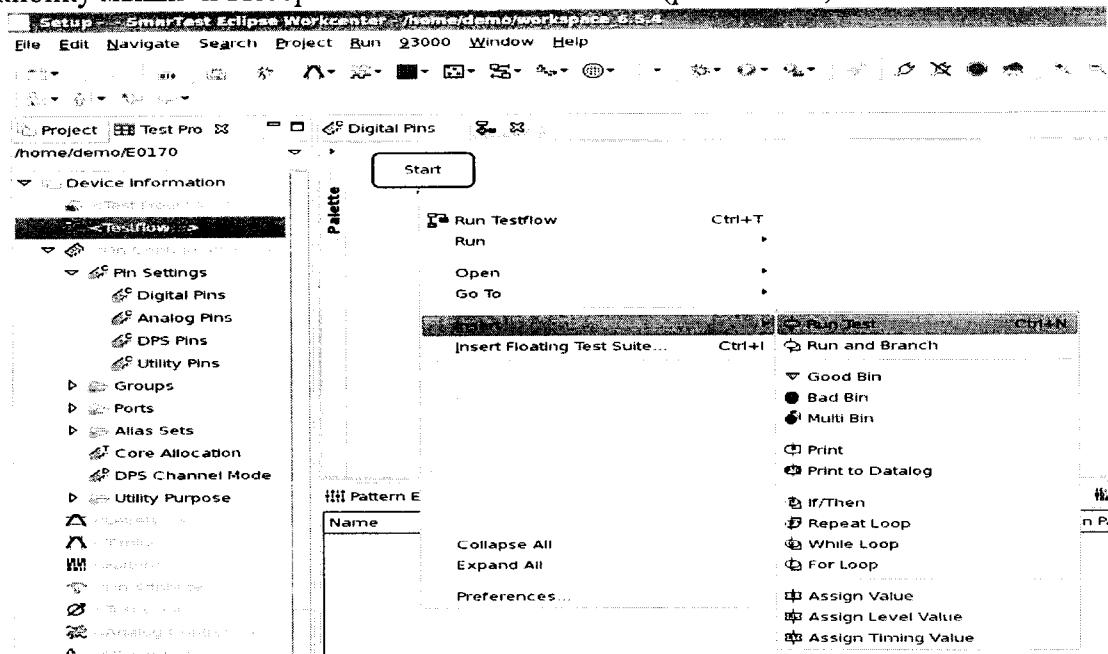


Рис. 5.3.1.5

В окне «New Run Node Wizard» выберите «Test Method», в поле «Test Suite Name» введите «DC\_Test» (рис. 5.3.1.6).

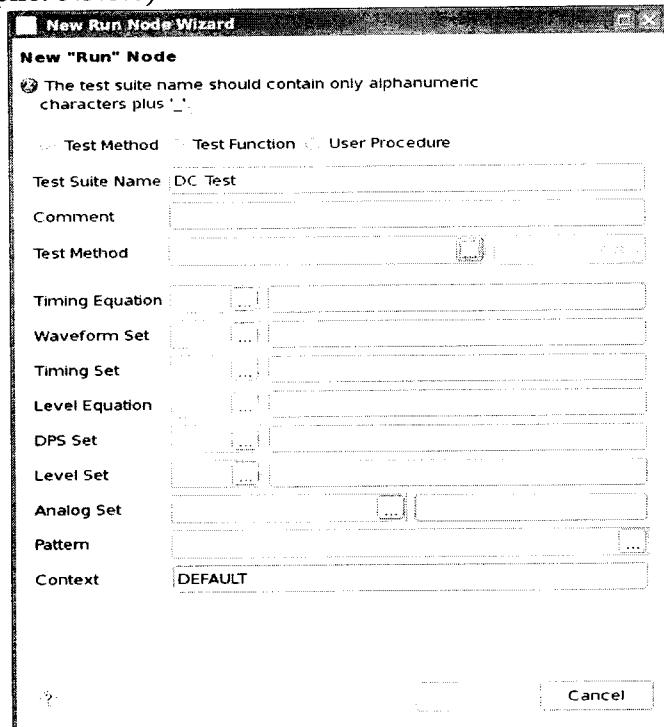


Рис. 5.3.1.6

В поле «Test method» нажмите на кнопку «...» (рис. 5.3.1.7).



Рис. 5.3.1.7.

В окне «Select Test Method» выберите «dc\_tml»->«DcTest»->«GeneralPMU» (рис. 5.3.1.8).

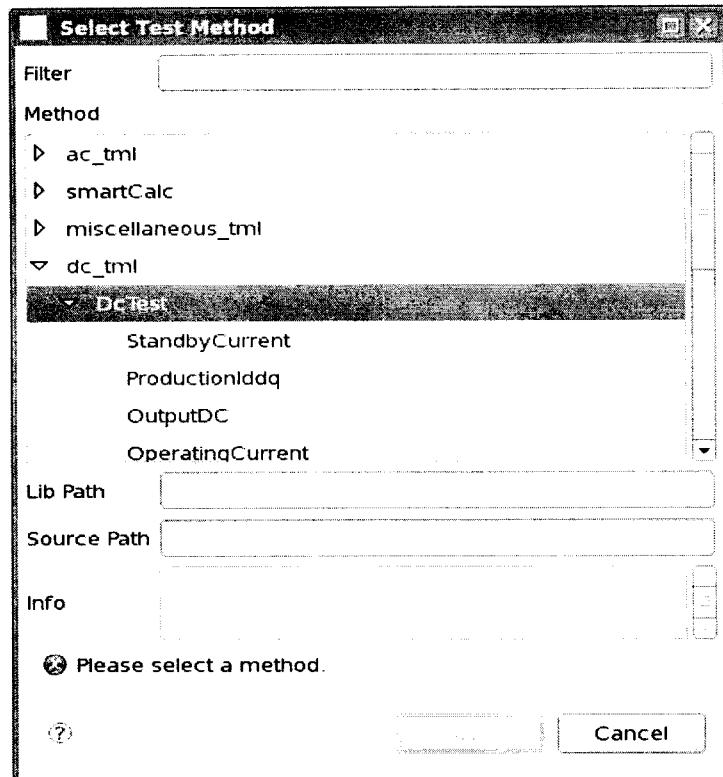


Рис. 5.3.1.8

Нажмите на кнопку «OK» (рис. 5.3.1.9).

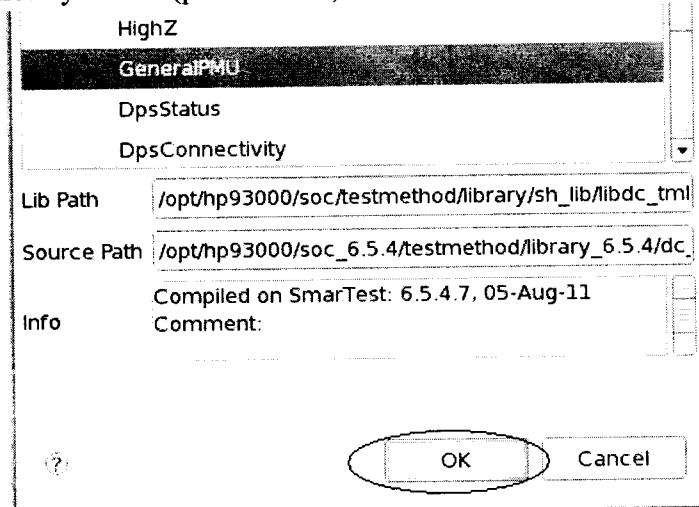


Рис. 5.3.1.9

Нажмите на кнопку «Finish» (рис. 5.3.1.10).

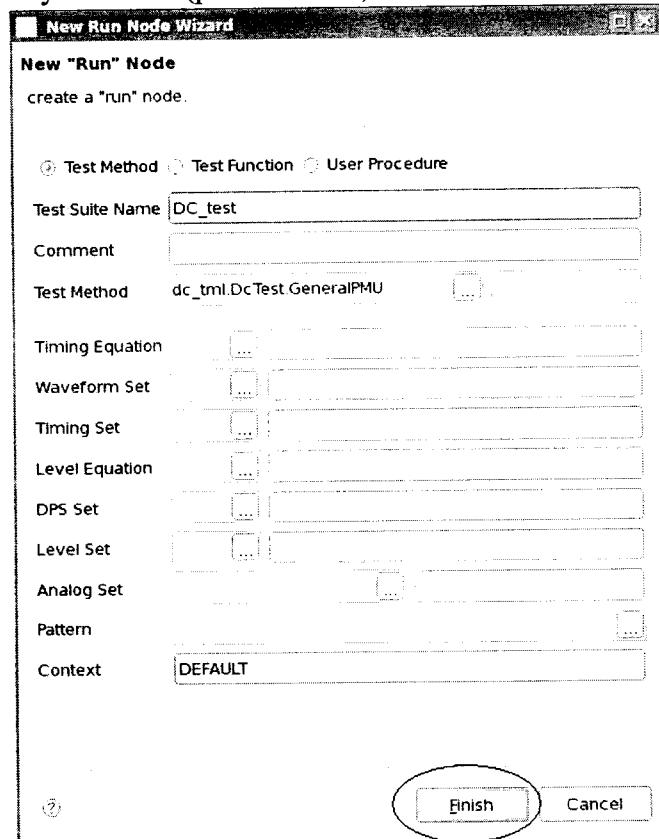


Рис. 5.3.1.10

В окне «Testflow» кликните мышью в квадрате «DC\_test», затем перейдите на вкладку «Properties» (рис. 5.3.1.11).

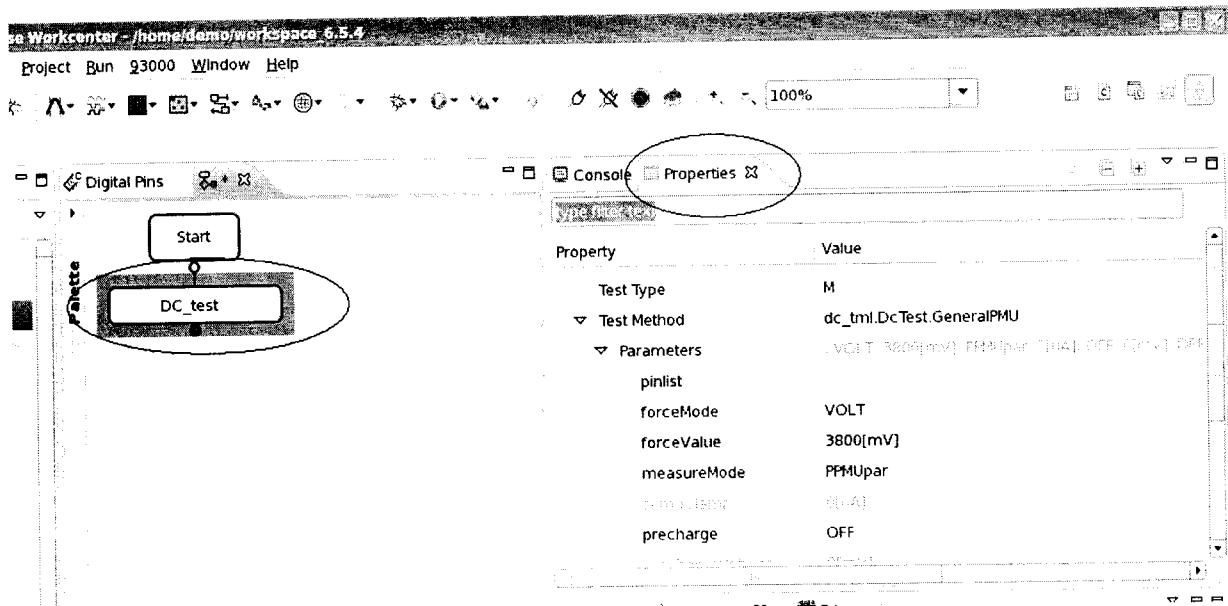


Рис. 5.3.1.11.

В окне «Properties» выбрать пункты «Test Method» -> «Parameters».

Заполнить поля следующим образом (рис. 5.3.1.12): В поле «pinlist» набрать то же имя, что и в поле «Name» окна «Digital Pins»; В поле «forceMode» выбрать «VOLT»; В поле «measureMode» выбрать «SPMUser»; В поле «spmuClamp» набрать значение «10uA»; В поле «settlingTime» набрать значение «2000 ms»; В поле «testerState» выбрать «DISCONNECT»; В поле «output» выбрать «ReportUI».

Property	Value
Pattern	
Context	DEFAULT
Test Type	M
▽ Test Method	dc_tml.DcTest.GeneralPMU
▽ Parameters	PinName, VOLT, 100[mV], 6mA
pinlist	PinName
forceMode	VOLT
forceValue	100[mV]
measureMode	SPMUser
spmuClamp	10[uA]
precharge	OFF
prechargeVoltage	0[mV]
relaySwitchMode	DEFAULT(BYP)
ppmu"targetEvo"	0[mV]
ppmu"targetPeth"	0[uA]
settlingTime	2000[ms]
testerState	DISCONNECTED
termination	OFF
output	ReportUI
▽ Limits	
▽ passLimit_uA_mV	100[uA] X scale 10
Test Number	

Рис. 5.3.1.12

В окне «Properties» выбрать пункты «Limits»->«passLimit\_uA\_mV» и заполнить поля «Limit Value», установив значения -10 и 10 (рис. 5.3.1.13).

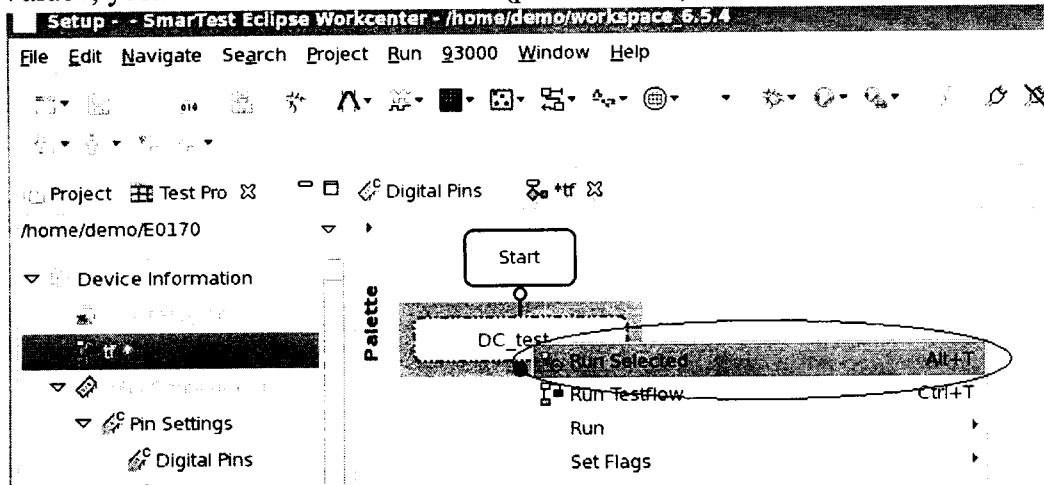


Рис. 5.3.1.13.

5.3.1.2 Подсоединить клеммы U1, U2 меры 100 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Вернуть указатель мыши в окно «testflow». Последовательно задавая напряжения в строке «forceValue» «100 mV», «500 mV», «1 V» и нажимая кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение «100 uA».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения «-100 и 100».

Последовательно задавая напряжения в строке «forceValue» «1 V», «5 V», «7 V» и нажимая кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры 1 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Задать напряжение в строке «forceValue» «100 mV». Нажать кнопку «Run selected» и провести измерения воспроизводимого системой напряжения с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренное мультиметром значение напряжения, измеренные тестером соответствующее значение силы тока.

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение «1 mA».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения «-1000 и «1000».

Последовательно сдавая напряжения в строке «forceValue» «200 mV», «500 mV», «1 V» и нажимая кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение «40 mA».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения «-40000» и «40000».

Последовательно задавая напряжения в строке «forceValue» «5 V» и «7 V» и нажимая кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры 100 Ом к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим из-

мерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая напряжения в строке «forceValue» «1 V», «2 V», «4 V» и нажимая кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение «-10 uA».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения «-10» и «10».

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры 100 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая напряжения в строке «forceValue» «-100 mV», «-500 mV», «-1 V» и нажимая кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение «-100 uA».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения «-100» и «100».

Задав напряжение в строке «forceValue» «-1 V» и нажав на кнопку «Run selected», провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренное мультиметром значение напряжения, измеренное тестером соответствующие значение силы тока.

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры 1 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока

Задать напряжение в строке «forceValue» «-100 mV» нажав на кнопку «Run selected», провести измерение воспроизводимого системой напряжения с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренное мультиметром значение напряжения, измеренное тестером соответствующие значение силы тока.

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение «-1 mA».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения «-1000» и «1000».

Последовательно задавая напряжения в строке «force» «-200 mV», «-500 mV», «-1 V» и нажимая кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение «-40 mA».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения «-40000» и «40000».

Задать напряжение в строке «forceValue» «- 2 V». Нажать кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимого системой напряжения с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренное мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры 100 Ом к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Задав напряжение в строке «forceValue» «-1 V» и нажав кнопку «Run selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения силы тока.

Рассчитать значения погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле:

$$\Delta u = |U_a - U_d| \quad (1)$$

где  $U_a$  - значение напряжения, установленное на системе;  $U_d$  - действительное значение напряжения, измеренное мультиметром.

Рассчитать значения погрешностей измерений силы постоянного тока по формуле:

$$\Delta i = |I_a - U_d / R_d| \quad (2)$$

где  $I_a$  - значение силы тока, измеренной системой;  $U_d$  - действительное значение напряжения, измеренное мультиметром;  $R_d$  - действительное значение сопротивления меры.

5.3.1.3 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности воспроизведения напряжения и измерений силы тока во всех диапазонах находятся в пределах, приведенных в таблице 5.3.1.1.

Таблица 5.3.1.1

Воспроизведенное напряжение, (заданное тестером), $U_a$	Предел измерений силы тока	Номинал измеряемой силы тока	Номинальное значение подключаемой меры сопротивления, $R_d$	Предел допускаемой погрешности воспроизведения напряжения	Пределы допускаемой погрешности измерений силы тока	Напряжение постоянного тока, (измеренное вольтметром), $U_d$	Погрешность воспроизведения напряжения $\Delta u =  U_a - U_d $ , $\Delta u$	Сила тока, измеренная тестером, $(I_a)$ , $I_a$	Расчетное значение тока, $U_d/R_d$	Погрешность измерений силы постоянного тока $\Delta i =  I_a - U_d / R_d $
0.1000 В	10.0 мкА	1.0 мкА	100 кОм	3.00 мВ	0.055 мкА					
-0.1000 В	-10.0 мкА	-1.0 мкА	100 кОм	3.00 мВ	0.055 мкА					
0.5000 В	10.0 мкА	5.0 мкА	100 кОм	3.00 мВ	0.075 мкА					
-0.5000 В	-10.0 мкА	-5.0 мкА	100 кОм	3.00 мВ	0.075 мкА					
1.0000 В	10.0 мкА	10.0 мкА	100 кОм	3.01 мВ	0.100 мкА					
-1.0000 В	-10.0 мкА	-10.0 мкА	100 кОм	3.01 мВ	0.100 мкА					
1.0000 В	100.0 мкА	10.0 мкА	100 кОм	3.01 мВ	0.250 мкА					
-1.0000 В	-100.0 мкА	-10.0 мкА	100 кОм	3.01 мВ	0.250 мкА					
5.0000 В	100.0 мкА	±50.0 мкА	100 кОм	3.03 мВ	0.45 мкА					
7.0000 В	100.0 мкА	±70.0 мкА	100 кОм	3.04 мВ	0.55 мкА					
0.1000 В	100.0 мкА	100.0 мкА	1 кОм	3.05 мВ	0.70 мкА					
-0.1000 В	100.0 мкА	-100.0 мкА	1 кОм	3.05 мВ	0.70 мкА					
0.2000 В	1.0 мА	200.0 мкА	1 кОм	3.10 мВ	2.25 мкА					
-0.2000 В	-1.0 мА	-200.0 мкА	1 кОм	3.10 мВ	2.25 мкА					
0.5000 В	1.0 мА	500.0 мкА	1 кОм	3.25 мВ	3.75 мкА					
-0.5000 В	-1.0 мА	-500.0 мкА	1 кОм	3.25 мВ	3.75 мкА					
1.0000 В	1.0 мА	1.0 мА	1 кОм	3.50 мВ	6.25 мкА					
-1.0000 В	-1.0 мА	-1.0 мА	1 кОм	3.50 мВ	6.25 мкА					
5.0000 В	40.0 мА	5.0 мА	1 кОм	5.50 мВ	75.0 мкА					
7.0000 В	40.0 мА	7.0 мА	1 кОм	6.50 мВ	85.0 мкА					
1.0000 В	40.0 мА	10.0 мА	100 Ом	8.00 мВ	100.0 мкА					
-1.0000 В	-40.0 мА	-10.0 мА	100 Ом	8.00 мВ	100.0 мкА					
2.0000 В	40.0 мА	20.0 мА	100 Ом	13.00 мВ	150.0 мкА					
-2.0000 В	-40.0 мА	-20.0 мА	100 Ом	13.00 мВ	150.0 мкА					
4.0000 В	40.0 мА	40.0 мА	100 Ом	23.00 мВ	250.0 мкА					

### 5.3.2 Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения силы постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока измерителями параметров

Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения силы постоянного тока и измерения напряжения постоянного тока измерителями параметров выполнять методом прямых измерений с помощью вольтметра В7-64/1 и меры Р3030 (рисунок 5.3.2.1).

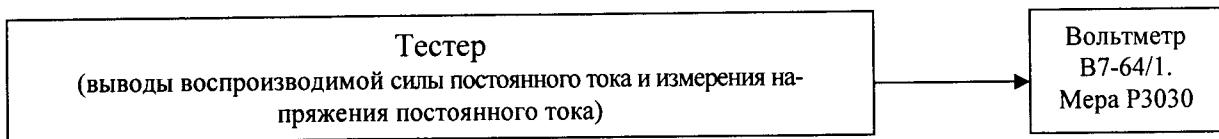


Рис. 5.3.2.1 - Структурная схема соединения приборов

### 5.3.2.1 Порядок выполнения

Изменить значение в поле «forceMode» (рис. 5.3.2.2): выбрать «VOLT».

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение «7 V».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения «-7000» и «7000».

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры 100 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «forceValue» «1 uA», «5 uA», «10 uA», «50 uA», «70 uA» нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений мультиметром. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения напряжений.

Property	Value
Test Type	M
Test Method	dc_tml.DcTest.GeneralPMU
Parameters	PinName
pinlist	CURR
forceMode	1[uA]
forceValue	SPMUser
measureMode	7[V]
spmuClamp	OFF
precharge	0[mV]
prechargeVoltage	0.0001[V]
relaySenseToggle	OFF
ppmuCurrentLow	0.1[A]
ppmuCurrentHigh	0.5[A]
settlingTime	2000[ms]
testerState	DISCONNECTED
termination	OFF
output	ReportUI
Limits	passLimit_uA_mV
passLimit_uA_mV	7000
Test Number	Limit Value
Flags	7000 = [-] X = [-] 7000

Рис. 5.3.2.2

5.3.2.2 Подсоединить клеммы U1 и U2 меры Р3030 1 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «forceValue» «100 uA», «500 uA», «1 mA», «5 mA», «7 mA» нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений мультиметром. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения напряжений.

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры 100Ом к выбранному каналу на измерительном

блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «forceValue» « $10 \text{ mA}$ », « $20 \text{ mA}$ », « $40 \text{ mA}$ » и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений мультиметром. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения напряжений.

Изменить значение в поле «spmuClamp»: набрать значение « $-2 \text{ V}$ ».

Изменить значения в поле «Limit Value»: набрать значения « $-2000$ » и « $2000$ ».

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры Р3030 100 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «forceValue» « $-1 \text{ uA}$ », « $-5 \text{ uA}$ », « $-10 \text{ uA}$ » и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений мультиметром. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения напряжений.

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры Р3030 1 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «forceValue» « $-100 \text{ uA}$ », « $-500 \text{ uA}$ », « $-1 \text{ mA}$ » и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений мультиметром. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения напряжений.

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры Р3030 100 Ом к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «forceValue» « $-10 \text{ mA}$ », « $-20 \text{ mA}$ » и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений мультиметром. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные тестером соответствующие значения напряжений.

Рассчитать значения погрешностей измерений напряжений постоянного тока по формуле:

$$\Delta U = |U_a - U_d|, \quad (3)$$

где  $U_a$  - значение напряжения, измеренное системой;  $U_d$  - действительное значение напряжения, измеренное мультиметром.

Рассчитать значения погрешности воспроизведения силы постоянного тока по формуле:

$$\Delta I = |I_a - U_d / R_d|, \quad (4)$$

где  $I_a$  - значение силы тока, установленной на системе;  $U_d$  - действительное значение напряжения, измеренное мультиметром;  $R_d$  - действительное значение сопротивления меры.

5.3.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности воспроизведения силы тока и измерений напряжения во всех диапазонах находятся в пределах, приведенных в таблице 5.3.2.1.

Таблица 5.3.2.1

$I_a$ Воспроиз- водимая сила тока	Номинал измеря- емого напряже- ния	$R_d$ Номиналь- ное зна- чение под- ключаемой меры со- противле- ния	Пределы допускаемой погрешно- сти воспро- изведения силы тока	Пределы допус- каемой погрешно- сти изме- рений на- пряженя	$U_d$ Напряже- ние по- стоянного тока, из- меренное вольтмет- ром	$U_a$ Напряже- ние по- стоянного тока, из- меренное тестером	$\Delta U$ Погрешность измерений напряжения $\Delta U =  U_a - U_d $	$I_d$ действи- тельная сила тока $I_d = U_d / R_d$	Погреш- ность воспроиз- ведения силы по- стоянного тока $\Delta I =  I_a - U_d / R_d $
+1 мкА	+100 мВ	100 кОм	0.105 мкА	5.50 мВ					
-1 мкА	-100 мВ	100 кОм	0.105 мкА	5.50 мВ					
+5 мкА	+500 мВ	100 кОм	0.125 мкА	7.50 мВ					
-5 мкА	-500 мВ	100 кОм	0.125 мкА	7.50 мВ					
+10 мкА	+1 В	100 кОм	0.150 мкА	10.01 мВ					

-10 мА	-1 В	100 кОм	0.150 мА	10.01 мВ					
+50 мА	+5 В	100 кОм	0.750 мА	30.03 мВ					
+70 мА	+7 В	100 кОм	0.850 мА	40.04 мВ					
+100 мА	+100 мВ	1 кОм	1.000 мА	5.55 мВ					
-100 мА	-100 мВ	1 кОм	1.000 мА	5.55 мВ					
+500 мА	+500 мВ	1 кОм	7.500 мА	7.75 мВ					
-500 мА	-500 мВ	1 кОм	7.500 мА	7.75 мВ					
+1 мА	+1 В	1 кОм	10.000 мА	10.50 мВ					
-1 мА	-1 В	1 кОм	10.000 мА	10.50 мВ					
+5 мА	+5 В	1 кОм	60.000 мА	32.50 мВ					
+7 мА	+7 В	1 кОм	64.000 мА	43.50 мВ					
-10 мА	+1 В	100 Ом	70.000 мА	15.00 мВ					
+10 мА	-1 В	100 Ом	70.000 мА	15.00 мВ					
-20 мА	+2 В	100 Ом	90.000 мА	25.00 мВ					
+20 мА	-2 В	100 Ом	90.000 мА	25.00 мВ					
+40 мА	+4 В	100 Ом	130.000 мА	45.00 мВ					

### 5.3.3 Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерения силы постоянного тока высокоточными измерителями параметров

Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерения силы постоянного тока высокоточными измерителями параметров выполнять методом прямых измерений с помощью вольтметра В7-64/1 и меры Р3030 (рисунок 5.3.3.1).

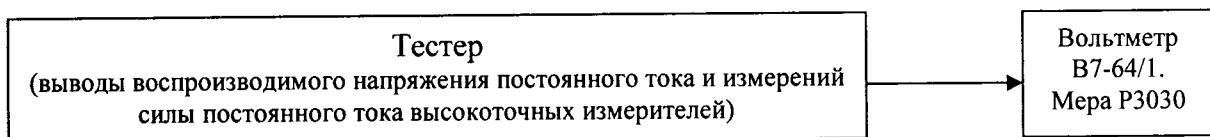


Рис. 5.3.3.1 - Структурная схема соединения приборов

#### 5.3.3.1 Порядок выполнения

Изменить значения в окне «Properties»->«Parameters» следующим образом (рис. 5.3.3.2):

В строке «forceMode» выбрать «VOLT»; В строке «measureMode» выбрать «SPMUser»; В строке «spmuClamp» набрать значение «5 uA».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «5» и «5».

5.3.3.2 Подсоединить клеммы U1 и U2 меры Р3030 100 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»->«Parameters»-> «forceValue» «10 mV», «100 mV», «500 mV» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Изменить значения в окне «Properties»->«Parameters» следующим образом: в строке «spmuClamp» набрать значение «200 uA».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «200» и «200».

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «1 V», «5 V», «8 V» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Подсоединить клеммы U1 и U2 меры Р3030 1 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в

режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»->«Parameters»-> «forceValue» «100 mV», «200 mV» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Изменить значения в окне «Properties»-> «Parameters» следующим образом: в строке «sptmuClamp» набрать значение «5 mA».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «5000» и «5000».

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «500 mV», «1 V», «5 V» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Изменить значения в окне «Properties»-> «Parameters» следующим образом: в строке «sptmuClamp» набрать значение «200 mA».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «200000» и «200000».

Подсоединить клеммы U1, U2 меры P3030 100 Ом к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоедини п. мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «1 V», «2 V», «4 V», «7 V», «8 V» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Изменить значения в окне «Properties»-> «Parameters» следующим образом: в строке «sptmuClamp» набрать значение «-5 uA».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «-5» и «-5».

Подсоединить клеммы U1, U2 меры P3030 100 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоедини п. мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «-100 mV», «-500 mV» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Изменить значения в окне «Properties»-> «Parameters» следующим образом: в строке «sptmuClamp» набрать значение «-200 uA».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «-200» и «-200».

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «-1 V», «-5 V» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Подсоединить клеммы U1, U2 меры P3030 1 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоедини п. мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»-> «Parameters»->

«forceValue» «-100 mV», «-200 mV» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Изменить значения в окне «Properties»-> «Parameters» следующим образом: в строке «sptuClamp» набрать значение «-5 mA».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «-5000» и «-5000».

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «-500 mV», «-1 V» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Изменить значения в окне «Properties»-> «Parameters» следующим образом: в строке «sptuClamp» набрать значение «-200 mA».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «-200000» и «-200000».

Подсоединить клеммы U1, U2 меры 100 Ом к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоедини п. мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая напряжения в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «-1 V», «-2 V», «-4 V» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения силы тока.

Рассчитать значения погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле 1 и значения погрешностей измерений силы постоянного тока по формуле 2.

5.3.3.3 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности воспроизведения напряжения и измерений силы тока во всех диапазонах находятся в пределах, приведенных в таблице 5.3.3.1.

Таблица 5.3.3.1

$U_a$ Воспроизво- димое напря- жение	Предел измере- ний силы тока	Номинал изме- ряемой силы тока	$R_d$ Номиналь- ное значе- ние под- ключаемой меры со- противле- ния	Предел допус- каемой погреш- ности воспроиз- ведения напря- жения	Пределы допус- каемой погреш- ности измере- ний силы тока	$U_d$ Напря- жение постоян- ного то- ка, изме- ренное вольт- метром	$\Delta u$ Погреш- ность вос- произведе- ния напря- жения $\Delta u =$ $ U_a - U_d $	$I_a$ Сила тока, изме- ренная тесте- ром	Рас- четное значе- ние тока, $U_d/R_d$	$\Delta i$ Погреш- ность изме- рений силы постоян- ного тока $\Delta i =  I_a -$ $I_d/R_d $
0.01 В	±5.00 мкА	0.10 мкА	100 кОм	2.00 мВ	0.030 мкА					
0.10 В	±5.00 мкА	1.00 мкА	100 кОм	2.00 мВ	0.031 мкА					
-0.10 В	±5.00 мкА	-1.00 мкА	100 кОм	2.00 мВ	0.031 мкА					
0.50 В	±5.00 мкА	5.00 мкА	100 кОм	2.00 мВ	0.035 мкА					
-0.50 В	±5.00 мкА	-5.00 мкА	100 кОм	2.00 мВ	0.035 мкА					
1.00 В	±200.00 мкА	10.00 мкА	100 кОм	2.01 мВ	0.210 мкА					
-1.00 В	±200.00 мкА	-10.00 мкА	100 кОм	2.01 мВ	0.210 мкА					
5.00 В	±200.00 мкА	50.00 мкА	100 кОм	2.03 мВ	0.250 мкА					
-5.00 В	±200.00 мкА	-50.00 мкА	100 кОм	2.03 мВ	0.250 мкА					
8.00 В	±200.00	80.00	100 кОм	2.04 мВ	0.280					

	мкА	мкА			мкА				
0.10 В	±200.00 мкА	100.00 мкА	1 кОм	2.05 мВ	0.300 мкА				
-0.10 В	±200.00 мкА	-100.00 мкА	1 кОм	2.05 мВ	0.300 мкА				
0.20 В	±200.00 мкА	200.00 мкА	1 кОм	2.10 мВ	0.400 мкА				
-0.20 В	±200.00 мкА	-200.00 мкА	1 кОм	2.10 мВ	0.400 мкА				
0.50 В	±5.00 мА	500.00 [мкА]	1 кОм	2.25 мВ	10.500 мкА				
-0.50 В	±5.00 мА	500.00 мкА	1 кОм	2.25 мВ	10.500 мкА				
1.00 В	±5.00 мА	1.00 мА	1 кОм	2.50 мВ	11.000 мкА				
-1.00 В	±5.00 мА	-1.00 мА	1 кОм	2.50 мВ	11.000 мкА				
5.00 В	±5.00 мА	5.00 мА	1 кОм	4.50 мВ	15.000 мкА				
1.00 В	±200.00 мА	10.00 мА	100 Ом	7.00 мВ	210.000 мкА				
-1.00 В	±200.00 мА	-10.00 мА	100 Ом	7.00 мВ	210.000 мкА				
2.00 В	±200.00 мА	20.00 мА	100 Ом	12.00 мВ	220.000 мкА				
-2.00 В	±200.00 мА	-20.00 мА	100 Ом	12.00 мВ	220.000 мкА				
4.00 В	±200.00 мА	40.00 мА	100 Ом	22.00 мВ	240.000 мкА				
-4.00 В	±200.00 мА	-40.00 мА	100 Ом	22.00 мВ	240.000 мкА				
7.00 В	±200.00 мА	70.00 мА	100 Ом	37.00 мВ	270.000 мкА				
8.00 В	±200.00 мА	80.00 мА	100 Ом	42.00 мВ	280.000 мкА				

### 5.3.4 Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения силы постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока высокоточными измерителями параметров

Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения силы постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока высокоточными измерителями параметров выполнять методом прямых измерений с помощью вольтметра В7-64/1 (рисунок 5.3.4.1).

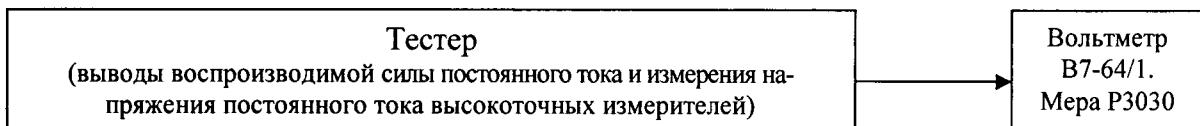


Рис. 5.3.4.1 - Структурная схема соединения приборов

#### 5.3.4.1 Порядок выполнения

Изменить значения в окне «Properties»-> «Parameters» следующим образом: в строке «forceMode» выбрать «CURR»; в строке «measureMode» выбрать «SPMUser»; в строке «spmuClamp» набрать значение «8 В».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «8000» и «8000».

5.3.4.2 Подсоединить клеммы U1, U2 меры P3030 100 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоедини п. мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «1 мкА», «5 мкА», «10 мкА», «50 мкА», «70 мкА», «80 мкА» и нажимая кноп-

ку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения напряжений.

Рассчитать значения погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле 3 и значения погрешностей воспроизведения силы постоянного тока по формуле 4.

Подсоединить клеммы U1, U2 меры Р3030 1 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перенести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «100 мкА», «200 мкА», «500 мкА», «1 mA», «5 mA», «7 mA», «8 mA» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений и измеренные системой соответствующие значения напряжений.

Рассчитать значения погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле 3 и значения погрешностей воспроизведения силы постоянного тока по формуле 4.

Подсоединить мультиметр В7-64/1 к выбранному каналу на измерительном блоке и перевести его в режим измерения силы постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «10 mA», «20 mA», «40 mA», «80 mA», «120 mA», «-10 mA», «-20 mA», «-40 mA», «-80 mA», «-120 mA» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой значений силы постоянного тока.

Рассчитать значения погрешностей измерения силы постоянного тока по формуле:

$$\Delta_i = |I_a - I_m|, \quad (5)$$

где  $I_m$  - значение силы тока, установленное на системе;  $I_a$  - действительное значение силы тока, измеренное мультиметром.

Изменить значения в окне «Properties»-> «Parameters» следующим образом: в строке «sptmClamp» набрать значение «-5 V».

Изменить значения в поле «Limits»-> «PassLimit\_uA\_mV»: в строке «Limit Value» набрать значения «-5000» и «-5000».

Подсоединить клеммы U1, U2 меры Р3030 100 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «-1 мкА», «-5 мкА», «-10 мкА», «-50 мкА» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжения, измеренные системой соответствующие значения напряжения.

Рассчитать значения погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле 3 и значения погрешностей воспроизведения силы постоянного тока по формуле 4.

Подсоединить клеммы U1, U2 меры Р3030 1 кОм к выбранному каналу на измерительном блоке. К этим же клеммам подсоединить мультиметр В7-64/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

Последовательно задавая значения силы тока в строке «Properties»-> «Parameters»-> «forceValue» «-100 мкА», «-200 мкА», «-500 мкА», «-1 mA», «-5 mA» и нажимая кнопку «Run Selected» провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений, измеренные системой соответствующие значения напряжений.

Рассчитать значения погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле 3 и значения погрешностей воспроизведения силы постоянного тока по формуле 4.

5.3.4.3 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности воспроизведения силы тока и измерений напряжения во всех диапазонах находятся в пределах, приведенных в таблице 5.3.4.1.

Таблица 5.3.4.1.

$I_a$ Воспроиз- водимая сила тока	Номи- нальный из- меряе- мого напря- жения	$R_d$ Номи- нальное значение подклю- чаемой меры со- противле- ния	Пределы до- пускаемой погрешности воспроизве- дения силы тока	Пределы до- пускаемой погрешности измерений напряжения	$U_d$ Напря- жение посто- янного тока, из- мененное вольт- метром	$U_a$ Напря- жение посто- янного тока, из- мененное тестером	$\Delta u$ Погреш- ность изме- рений на- пряженя $\Delta u =  U_a - U_d $	$I_d$ действи- тельная сила тока $I_d = U_d / R_d$	$\Delta i$ Погреш- ность воспро- изведе- ния силы постоян- ного тока $\Delta i =  I_a - I_d  / R_d$
+1 мкА	+100 мВ	100 кОм	±0.031 мкА	±2.00 мВ					
-1 мкА	-100 мВ	100 кОм	±0.031 мкА	±2.00 мВ					
+5 мкА	+500 мВ	100 кОм	±0.035 мкА	±2.00 мВ					
-5 мкА	-500 мВ	100 кОм	±0.035 мкА	±2.00 мВ					
+10 мкА	+1 В	100 кОм	±0.210 мкА	±2.01 мВ					
-10 мкА	-1 В	100 кОм	±0.210 мкА	±2.01 мВ					
+50 мкА	+5 В	100 кОм	±0.250 мкА	±2.03 мВ					
+70 мкА	+7 В	100 кОм	±0.270 мкА	±2.04 мВ					
+80 мкА	+8 В	100 кОм	±0.280 мкА	±2.04 мВ					
+100 мкА	+100 мВ	1 кОм	±0.300 мкА	±2.05 мВ					
-100 мкА	-100 мВ	1 кОм	±0.300 мкА	±2.05 мВ					
+200 мкА	+200 мВ	1 кОм	±0.400 мкА	±2.10 мВ					
-200 мкА	-200 мВ	1 кОм	±0.400 мкА	±2.10 мВ					
+500 мкА	+500 мВ	1 кОм	±10.500 мкА	±2.25 мВ					
-500 мкА	-500 мВ	1 кОм	±10.500 мкА	±2.25 мВ					
+1 мА	+1 В	1 кОм	±11.000 мкА	±2.50 мВ					
-1 мА	-1 В	1 кОм	±11.000 мкА	±2.50 мВ					
+5 мА	+5 В	1 кОм	±15.000 мкА	±4.50 мВ					
-5 мА	-5 В	1 кОм	±15.000 мкА	±4.50 мВ					
+7 мА	+7 В	1 кОм	±207.000 мкА	±5.50 мВ					
+8 мА	+8 В	1 кОм	±208.000 мкА	±6.00 мВ					
-10 мА	+1 В	100 Ом	±210.000 мкА	±7.00 мВ					
+10 мА	-1 В	100 Ом	±210.000 мкА	±7.00 мВ					
-20 мА	+2 В	100 Ом	±220.000 мкА	±12.00 мВ					
+20 мА	-2 В	100 Ом	±220.000 мкА	±12.00 мВ					
+40 мА	+4 В	100 Ом	±240.000 мкА	±22.00 мВ					
-40 мА	-4 В	100 Ом	±240.000 мкА	±22.00 мВ					
+80 мА	+8 В	100 Ом	±280.000 мкА	±42.00 мВ					
-80 мА	-8 В	100 Ом	±280.000 мкА	±42.00 мВ					
+120 мА	+12 В	100 Ом	±320.000 мкА	±62.00 мВ					
-120 мА	-12 В	100 Ом	±320.000 мкА	±62.00 мВ					

### 5.3.5 Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений силы постоянного тока источниками питания

Определение диапазонов и погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений силы постоянного тока источниками питания выполнять методом прямых измерений с помощью вольтметра В7-64/1 и меры Р3030 (рисунок 5.3.5.1).

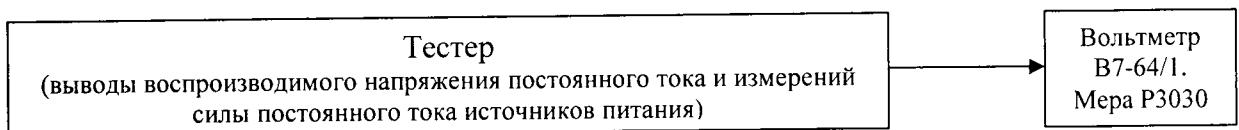


Рис. 5.3.5.1 - Структурная схема соединения приборов

#### 5.3.5.1 Порядок выполнения

Для проверки источников питания установить на блок измерений интерфейсную плату и нагрузить проверяемый источник на меру Р3030 100 Ом. Провести проверку следующим образом.

В системном окне ПО: выбрать пункт «Pin Configuration» (рис. 5.3.1.2); развернуть список «Pin Settings»; выбрать пункт «DPS pins»; в открывшемся окне «Digital Pins» создать строку (рис. 5.3.5.2):

Name	Polarity	Load Capacitor [uF]	Instrument	Comment	Tester Channel /Site 1
Любое имя	POS	std	MSDPS		DPS11

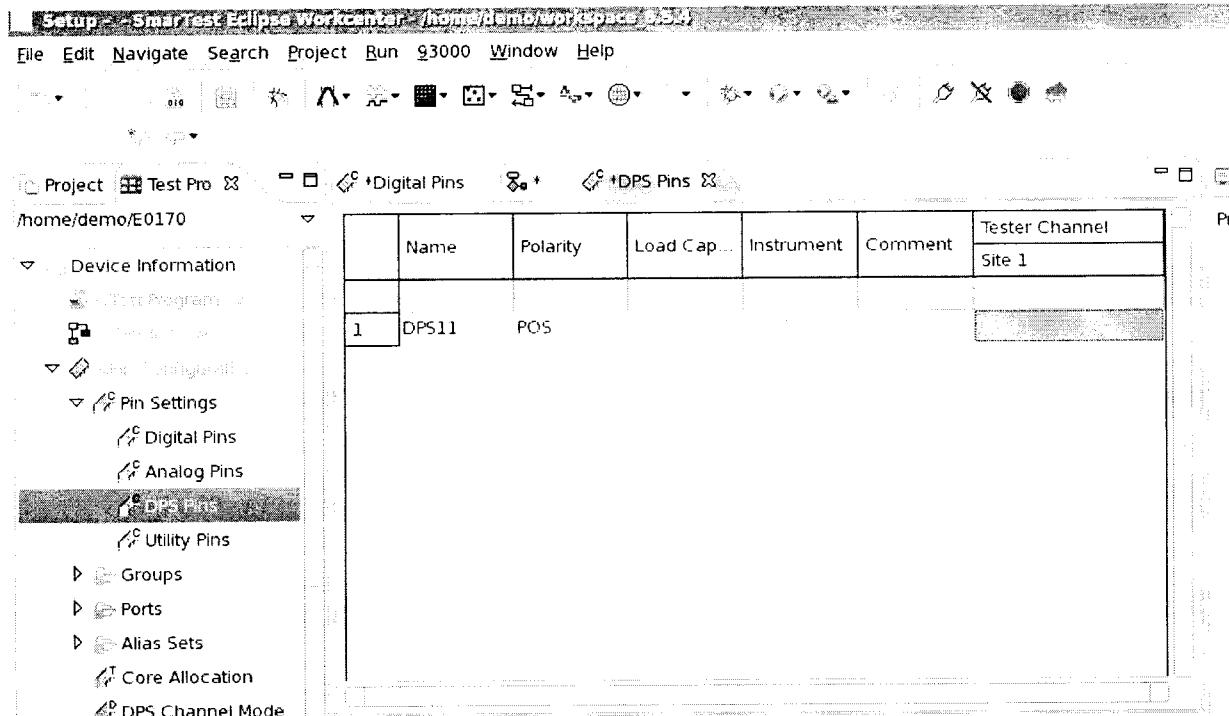


Рис. 5.3.5.2

Выбрать пункт «Pin Settings», нажать третью кнопку мыши и выбрать «Apply» (рис. 5.3.5.3). Подтвердите создание вывода нажав в диалоге «Confirm Apply» на кнопку «Yes».

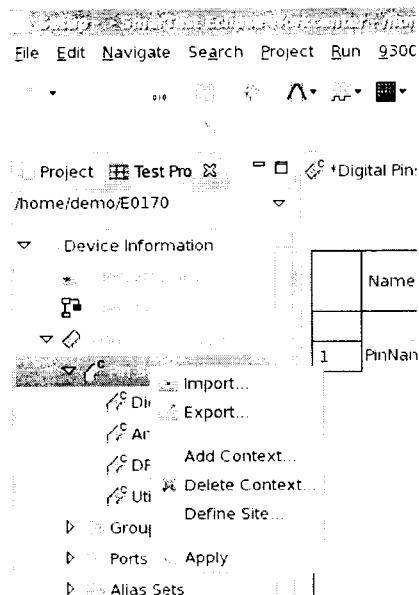


Рис. 5.3.5.3

5.3.5.1 В системном окне ПО нажать кнопку «Levels ...» и в меню открывшегося окна выбрать «Select - DPS pins». В открывшемся окне в поле «DPSSet» и «DPS» набрать «1», в поле «current[A]» набрать «0.5» (рис 5.3.5.4).

Level Setup						
Select Edit Doc Format						
DPSset # <input type="text" value="1"/> of 1						
DPS <input type="text" value="1"/>						
dps pin name	level [V]	current [A]	off cur.	Tsetup [ms]	V Bump state	Bump level [V]
DPS11	0.000000000	0.5000000000000	min	0	off	0.000

Рис. 5.3.5.4

Перейти на вкладку «Testflow» и отметить мышью тест «DC test». Перейти в окно «Properties». Выделить мышью строку «Test Method» и нажать на кнопку «...» (рис. 5.3.5.5).

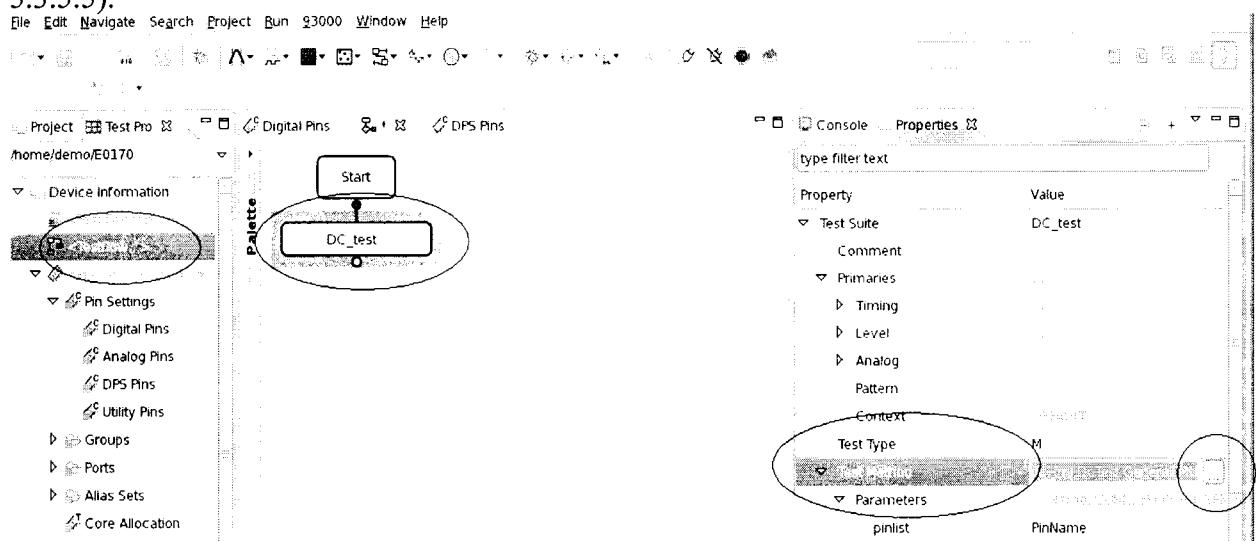


Рис. 5.3.5.5

В открывшемся окне «Select Test Method» выберите строку «StandbyCurrent» и нажмите на кнопку «OK» (рис. 5.3.5.6). В окне «Properties» найдите строку «dpsPins» и введите в неё то же имя что и в поле «Name» окна «DPS pins» (рис. 5.3.5.7).

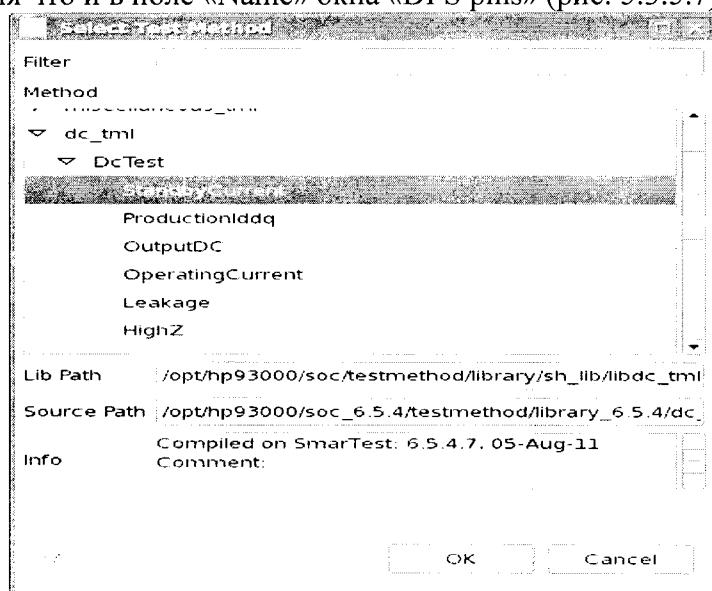


Рис. 5.3.5.6

Property	Value
Test Suite	DC_test
Comment	...
Primaries	
Timing	
Level	
Analog	
Pattern	
Context	DEFAULT
Test Type	M
Test Method	dc_tm1.DcTest.Stanc
Parameters	0.011, 16, 0.1[mV], C
samples	16
settlingTime	0[ms]
termination	OFF
output	None
Limits	
passCurrLimit_uA	±100 X 0.01
Flags	
Site Control	...
Results (Site in Focus)	

Рис. 5.3.5.7

5.3.5.2 Задавая значения напряжений «0.1 В», «0,5 В», «1 В», «3 В», «5 В», «8 В», «-0.1 В», «-0,5 В», «-1 В», «-3 В», «-5 В», «-8 В» и нажимая кнопки «connect» и «disconnect» (рис. 5.3.5.20) провести измерения воспроизводимых системой напряжений с помощью мультиметра и токов с помощью системы. Записать в протокол измеренные мультиметром значения напряжений и измеренные системой значения силы тока. Рассчитать значения погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле 1 и значения погрешностей измерений силы постоянного тока по формуле 2.

5.3.5.3 Повторить п.п. 5.3.5.1 для остальных источников питания, изменяя поле «Test channel» в окне «DPS Pins» и подсоединяя мультиметр к соответствующим контактам.

5.3.5.4 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности воспроизведения напряжения и измерений силы тока находятся в пределах, приведенных в таблице 5.3.5.1.

Таблица 5.3.5.1.

U <sub>a</sub> Воспроизво- димое напря- жение	Предел измере- ний силы, тока	Номинал изме- ряемой силы	R <sub>d</sub> Номиналь- ное значе- ние под- ключаемой меры со- противле- ния	Предел допус- каемой погреш- ности воспроиз- ведения напря- жения	Пределы допус- каемой погреш- ности измере- ний силы	U <sub>d</sub> Напря- жение постоян- ного то- ка, изме- ренное вольт- метром	Δi Погреш- ность вос- произведе- ния напря- жения $\Delta i =  U_a - U_d $	I <sub>a</sub> Сила тока, изме- ренная тесте- ром	Расчет ное значен- ие тока $U_d/R_d$	Δi Погреш- ность измере- ний силы постоян- ного тока $\Delta i =  I_a -$ $U_d/R_d $
+0.1 В	± 10 мА	1 мА	100 Ом	±2.10 мВ	±11 мКА					
-0.1 В	± 10 мА	-1 мА	100 Ом	±2.10 мВ	±11 мКА					
+0.5 В	± 10 мА	5 мА	100 Ом	±2.50 мВ	±15 мКА					
-0.5 В	± 10 мА	-5 мА	100 Ом	±2.50 мВ	±15 мКА					
+1.0 В	± 10 мА	10 мА	100 Ом	±3.00 мВ	±20 мКА					
-1.0 В	± 10 мА	-10 мА	100 Ом	±3.00 мВ	±20 мКА					
+3.0 В	±300 мА	30 мА	100 Ом	±5.00 мВ	±330 мКА					
-3.0 В	±300	-30 мА	100 Ом	±5.00 мВ	±330 мКА					

	mA									
+5.0 V	±300 mA	50 mA	100 Ом	±7.00 мВ	±350 мкА					
-5.0 V	±300 mA	-50 mA	100 Ом	±7.00 мВ	±350 мкА					
+8.0 V	±300 mA	80 mA	100 Ом	±10.00 мВ	±380 мкА					
-8.0 V	±300 mA	-80 mA	100 Ом	±10.00 мВ	±380 мкА					

### 5.3.6 Определение параметров цифровых каналов

Погрешности воспроизведения (измерений) силы и напряжения постоянного тока цифровых каналов определяются характеристиками измерителей параметров (высокоточными измерителями параметров). При проверке параметров цифровых каналов проверяется возможность их использования по назначению для функционального контроля.

#### 5.3.6.1 Порядок выполнения

В системном окне ПО нажать кнопку «Levels ...» и в меню «Select» открывшегося окна «Level Setup» выбрать строку «I/O pins». В открывшемся окне в поле «Lset» и «Level» набрать «1», в поле «level [V] low» набрать 0 и в поле «level [V] high» набрать 5 (рис. 5.3.6.1).

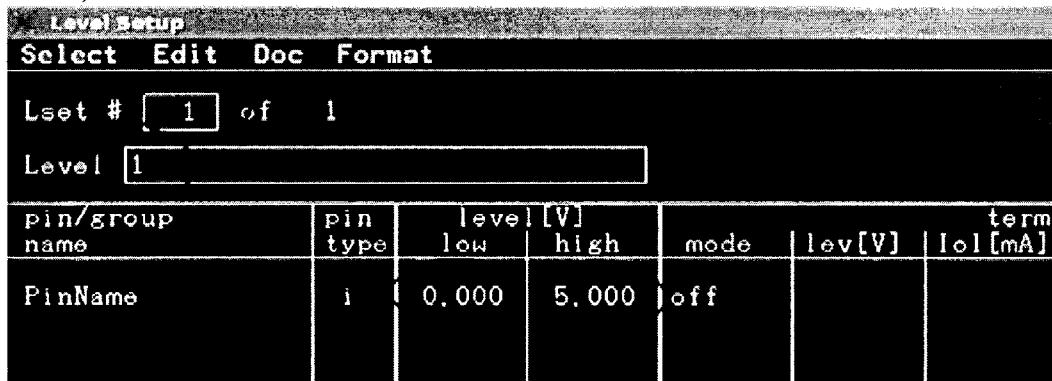


Рис. 5.3.6.1

В системном окне ПО нажать кнопку «Timing...» и в меню «Select» открывшегося окна «Timing Setup» выбрать строку «edit wave table». В открывшемся окне редактора набрать: «WAVETBL table1 PINS PinName 1 «d1:F10 d2:F00» 1 0 «d1:F00» 0 brk «d1:F00» (рис. 5.3.6.2).

```

File Edit Search Preferences Shell Macro Windows Help
/var/opt/hp93000/soc/tmp/93k.ErMI3L/edit_timwvt byte 110 of 110 L: 9 C: 0
1 WAVETBL table1 # derived from waveform set 1
2
3 PINS PinName
4 1 "d1:F10 d2:F00" 1
5 0 "d1:F00" 0
6 brk "d1:F00"
7
8
91

```

Рис. 5.3.6.2

Выбрать в меню «Shell» строку «Download» (рис. 5.3.6.3).

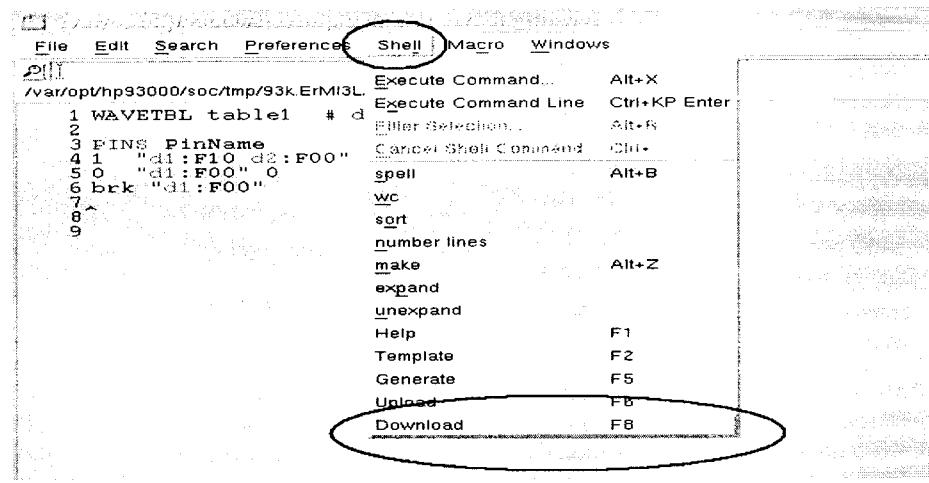


Рис. 5.3.6.3

Закрыть окно редактора, выбрав в меню «File» строку «Exit».

В окне «Timing Setup» выбрать строку «edit equations». В открывшемся окне редактора набрать: «EQNSET 1 SPECS PERIOD TIMINGSET 1 period = PERIOD PINS PinName D1 = 0 D2 = PERIOD/2» (рис. 5.3.6.4).

```
File Edit Search Preferences Shell Macro Windows Help
/var/opt/hp93000/soc/tmp/93k.ErMI3L/edit_timeqn byte 103 of 103 L: 13 C: 0
1 EQNSET 1
2 SPECS
3 PERIOD
4 # period_res= 10
5
6 TIMINGSET 1
7 period= PERIOD
8
9 PINS PinName
10 d1= 0
11 d2= PERIOD/2
12
13
```

Рис. 5.3.6.4

Выбрать в меню «Shell» строку «Download» (рис. 5.3.6.5).

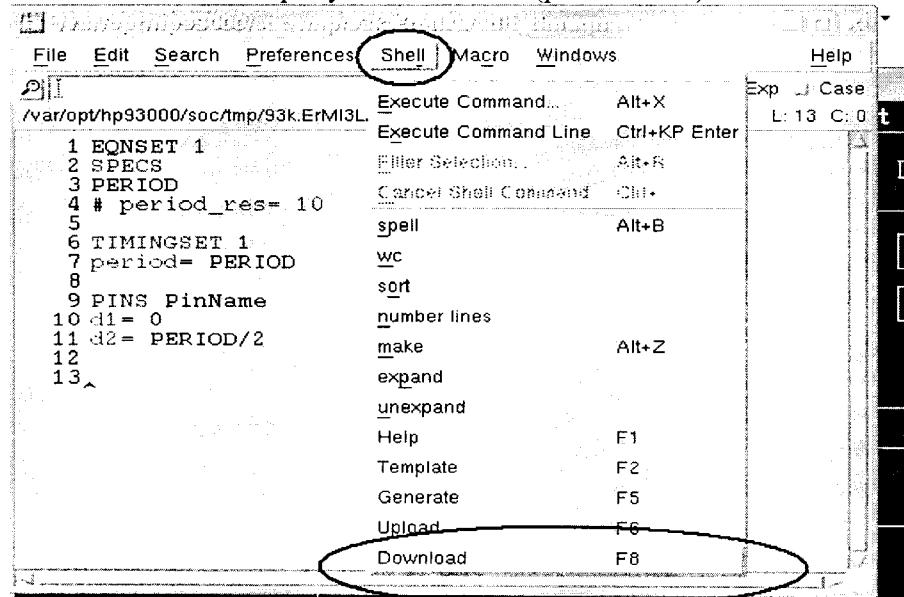


Рис. 5.3.6.5

В окне «Timing Setup» выбрать строку «edit specification». В открывшемся окне «Create timing specification» ввести в поле «Specification name» имя «spec» (рис. 5.3.6.6).

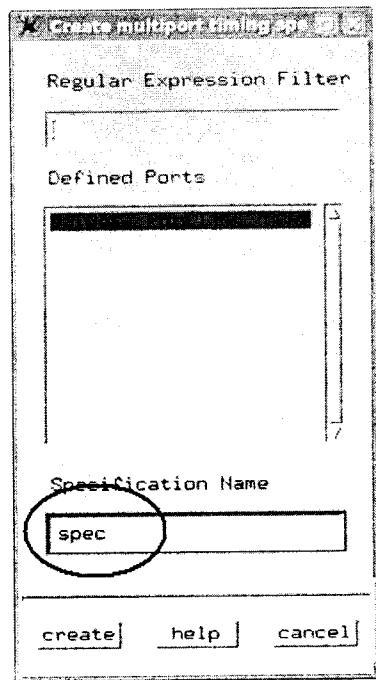


Рис. 5.3.6.6.

В открывшемся окне «SpecTool» в поле «Actual» ввести требуемый период в нс (рис. 5.3.6.7).

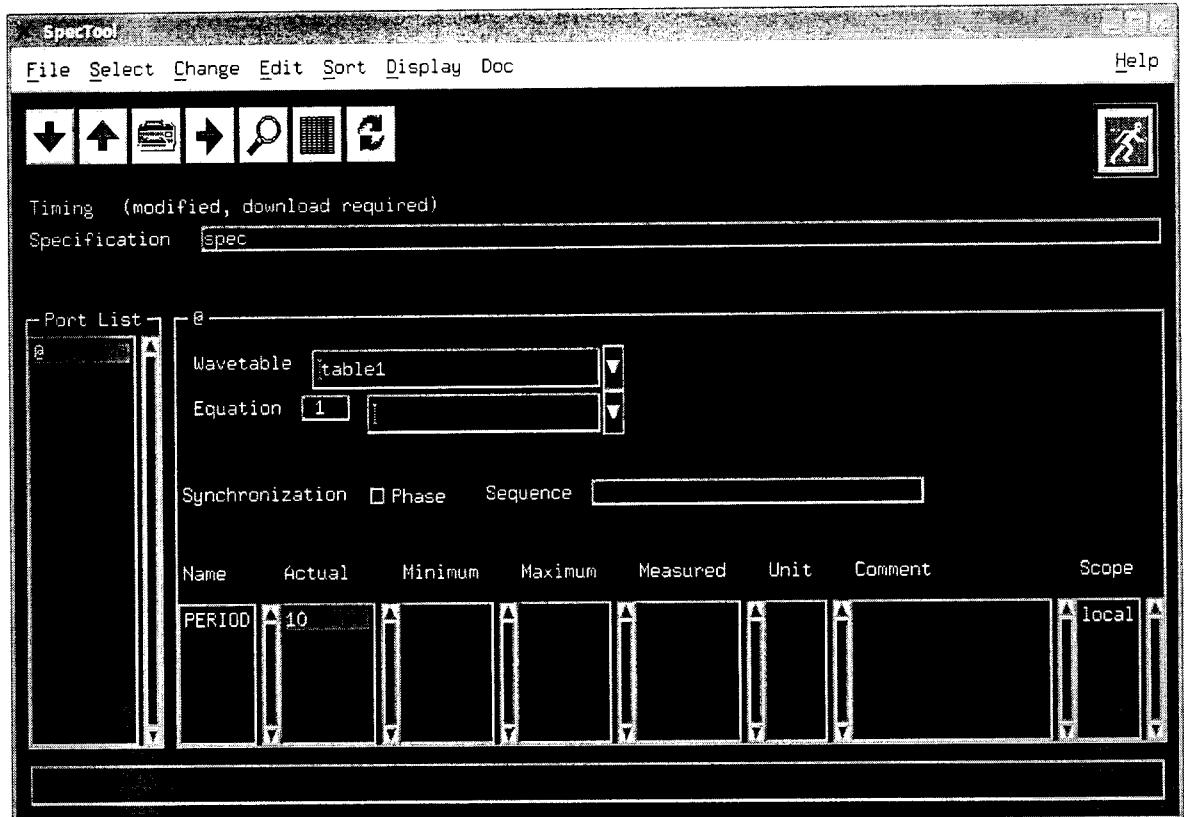


Рис. 5.3.6.7

В окне «SpecTool» выбрать в меню «File» строку «Download» (рис. 5.3.6.8).

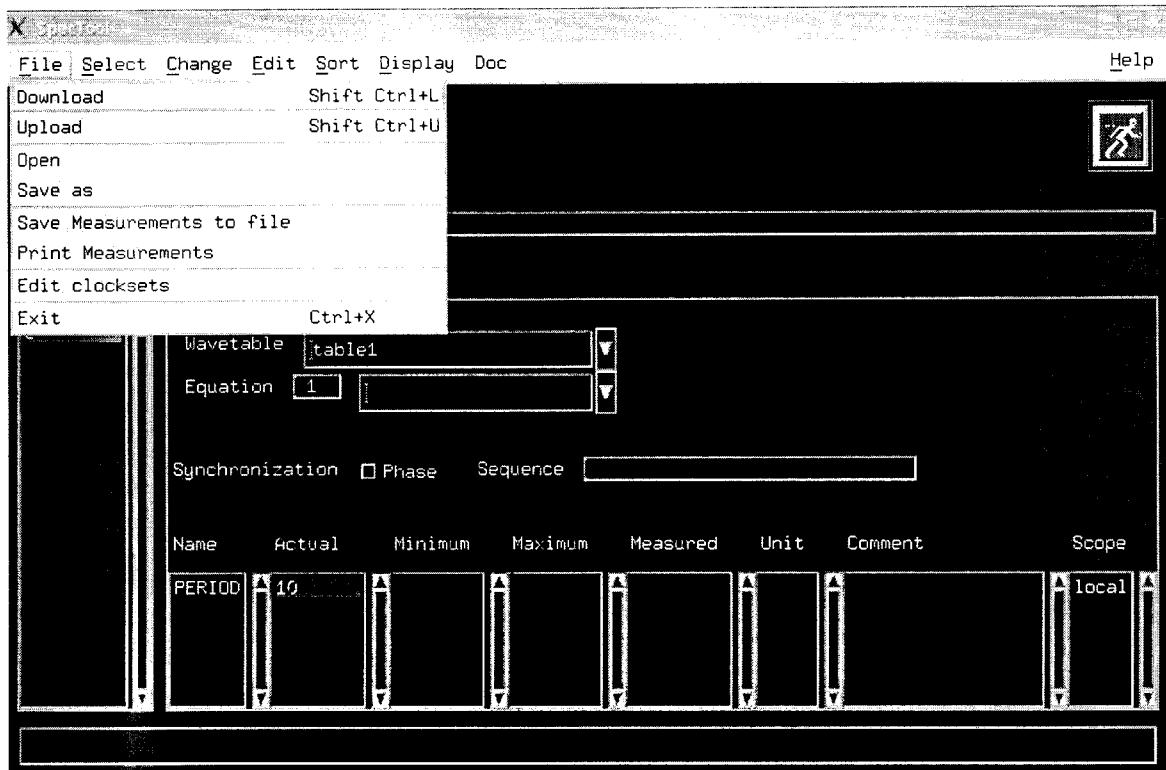


Рис. 5.3.6.8

В системном окне ПО нажать кнопку «Pattern...» (рис. 5.3.6.9).

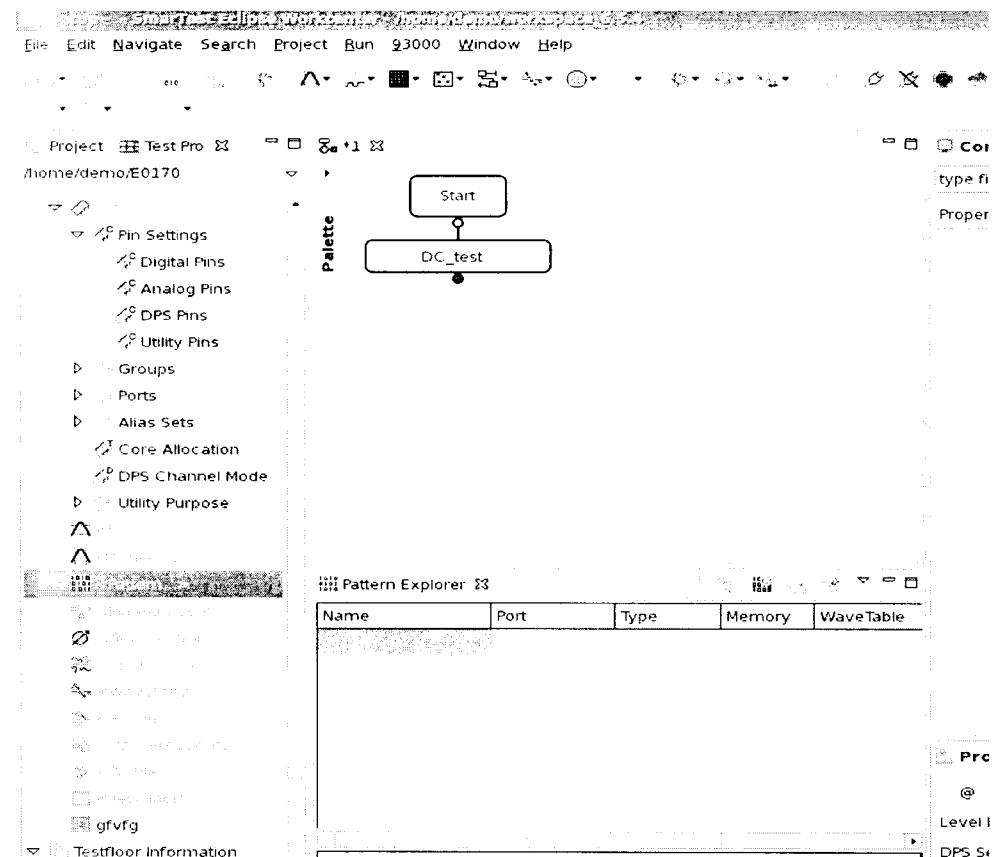


Рис. 5.3.6.9

В открывшемся окне «Pattern Explorer» нажать правую кнопку мыши. В открывшемся меню выбрать строку «New...» (рис. 5.3.6.10).

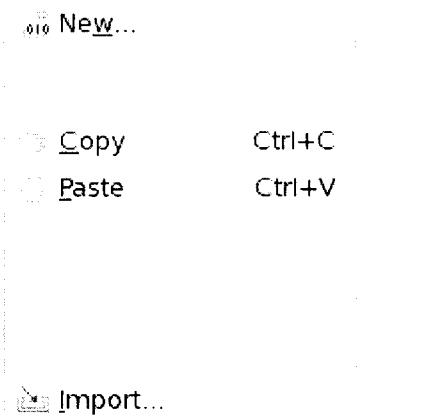


Рис. 5.3.6.10

В открывшемся диалоге «New Pattern» ввести: в поле «Pattern Name» ввести «func»; в поле «Pattern Type» ввести «Main»; в поле «Port» ввести «@»; в поле «Memory Type» ввести «SM»; в поле «Wavetable» ввести «table1». Далее нажать на кнопку «Finish» (рис. 5.3.6.11).

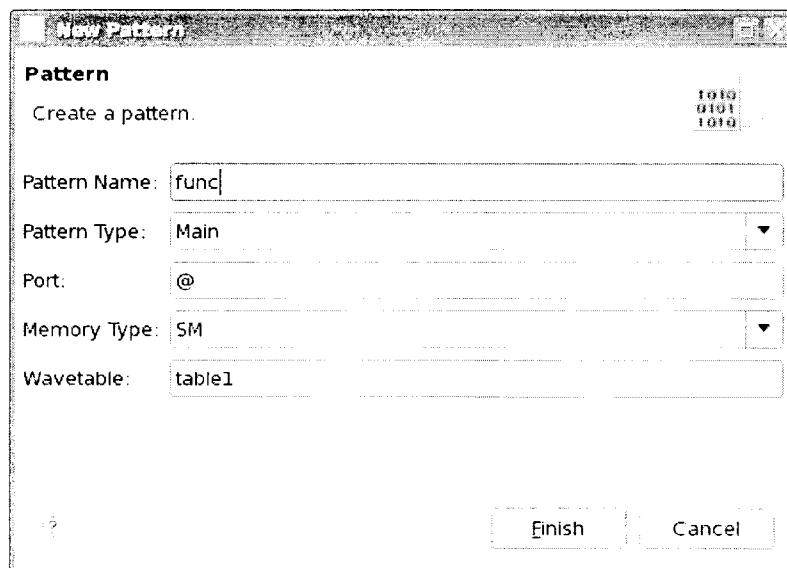


Рис. 5.3.6.11

В открывшемся окне «func» (рис. 5.3.6.12) нажать правую кнопку мыши и в открывшемся меню выбрать строку «Insert Vector» (рис. 5.3.6.13). Во вставленном векторе в полке «Instruction» ввести «RPTV 1 500000» (рис. 5.3.6.14).

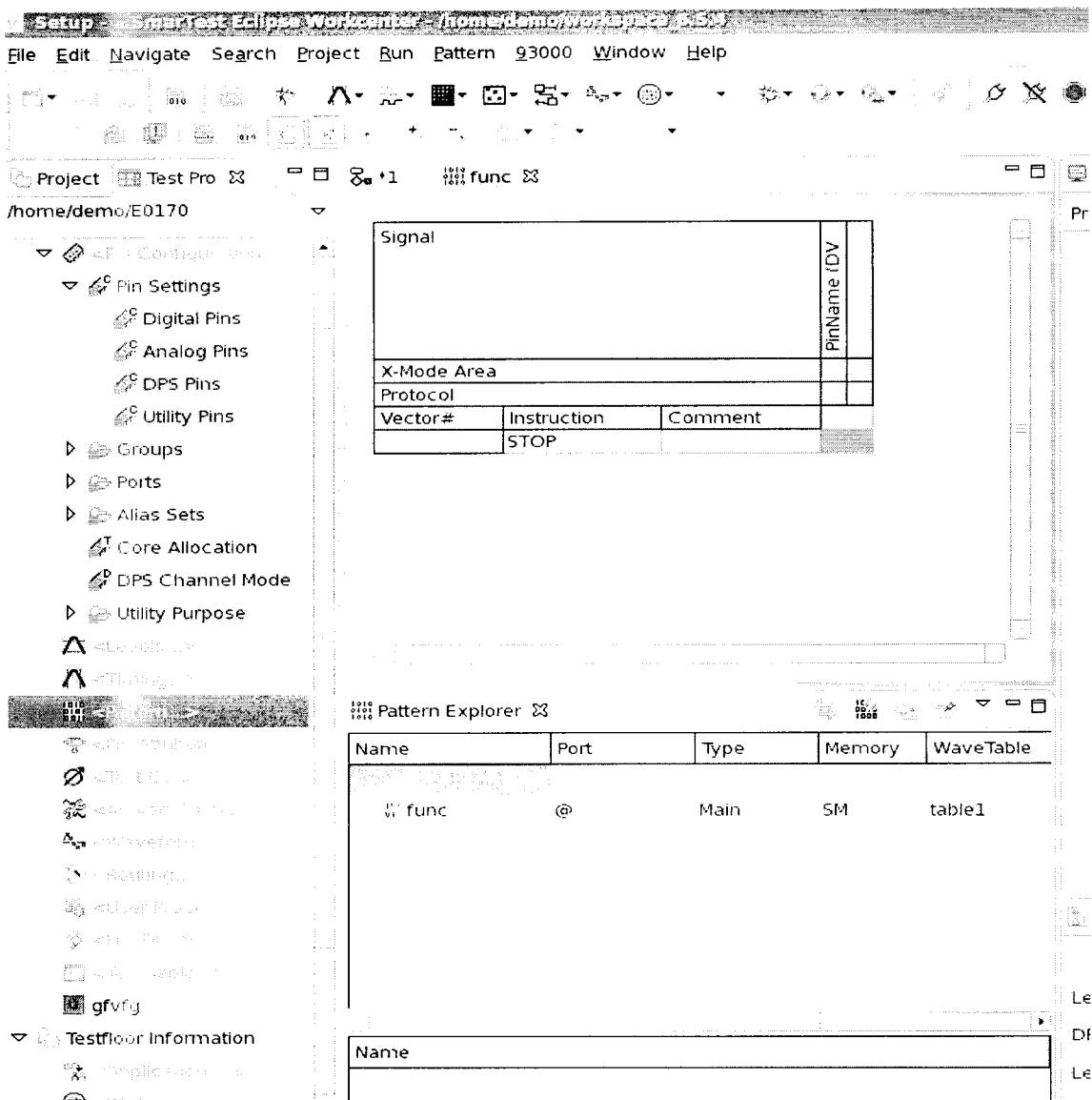


Рис. 5.3.6.12

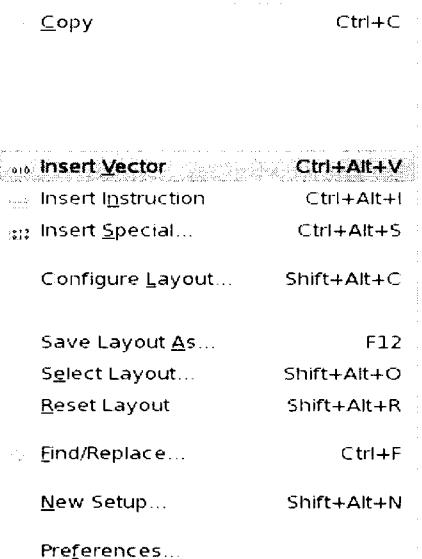


Рис. 5.3.6.13

Signal	Signal	PinName (DV)	
X-Mode Area			
Protocol			
Vector#	Instruction	Comment	RPTV 1 50...
0			1
	STOP		

Рис. 5.3.6.14

В системном окне ПО выбрать пункт «Testflow». В окне «Testflow» нажмите правую кнопку мыши и выберите «Insert» -> «RunTest» (рис. 5.3.6.5).

В окне «New Run Node Wizard» выберите «Test Method», в поле «Test Suite Name» напишите «func» (рис. 5.3.6.6). Нажмите на кнопку «...» в поле «Test Method». В открывшемся диалоге «Select Test Method» выберите «AcTest»-> «FunctionalTest» (рис. 5.3.6.15). Нажмите на кнопку «OK».

В «New Run Node Wizard» выберите (рис. 5.3.6.16): в поле «Timing Spec Set» «spec»; в поле «Timing Set» «1»; в поле «DPS Set» «1»; в поле «Level Set» «1»; в поле «Pattern » «func». Нажмите на кнопку «Finish».



Рис. 5.3.6.15

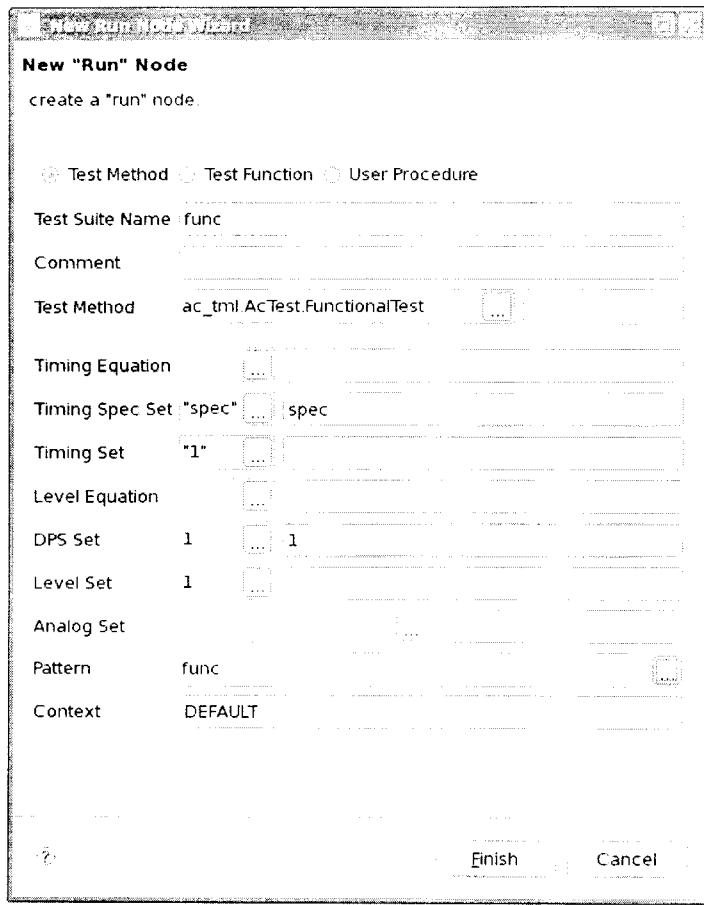


Рис. 5.3.6.16

В результате описанных действий Вы должны получить в окне «testflow» результат, показанный на рисунке 5.3.6.17.

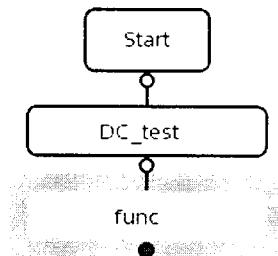


Рис. 5.3.6.17

В окне «testflow» кликните мышкой на teste «func», тем самым выделив его.

Нажмите правую кнопку мыши и в открывшемся меню выберите строку «Run selected» (рис. 5.3.6.18).

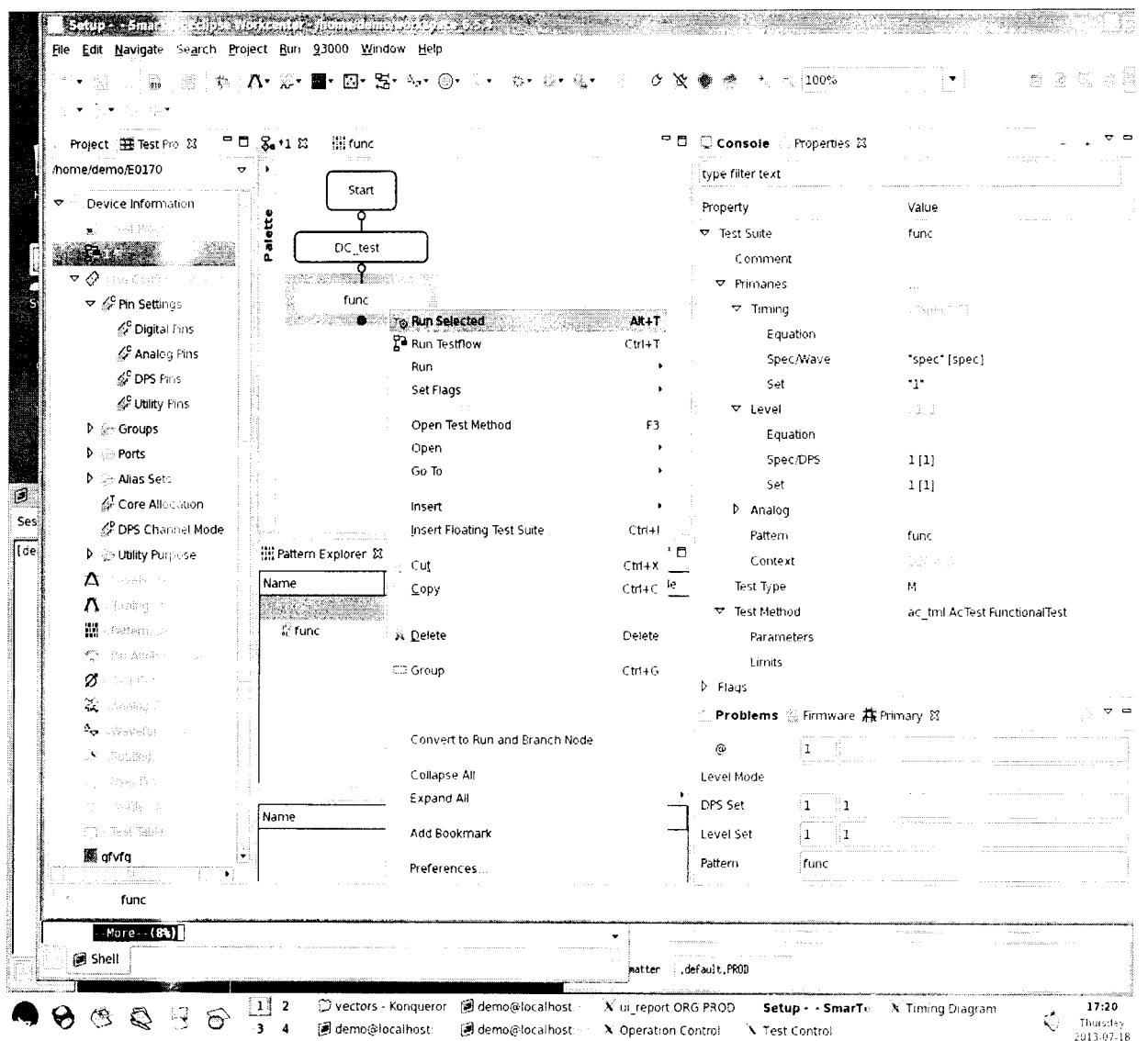


Рис. 5.3.6.18

5.3.6.2 Подключить осциллограф к выводу 10101 и нажать на нем кнопку «auto-scale». Измерить с помощью осциллографа частоты для значений: 1, 10, 25, 50, 100 МГц, неравномерность вершины импульса, выбросы па вершине и в паузе, скорость нарастания для частот: 1, 10, 25, 100 МГц. Частоты изменять в окне «SpecTool» (рис. 5.3.6.6), затем загружать в аппаратуру тестера выбрав в меню «File» строку «Download» (рис. 5.3.6.7).

5.3.6.3 Результаты измерений занести в таблицы 5.3.6.1 и 5.3.6.2.

Таблица 5.3.6.1.

Воспроизводимая частота (заданная с тестера) (Fa), МГц	Измеренное осциллографом значение частоты	Погрешность воспроизведения значения частоты (Df), Гц	Допускаемая погрешность
1			± 15 Гц
10			± 150 Гц
25			± 375 Гц
50			± 750 Гц
100			± 1,5 кГц

Таблица 5.3.6.2.

Характеристика	Допуск	Измеренное значение
Погрешность установки амплитуды сигналов	не более $\pm 5\%$	
Неравномерность вершины импульса	не более 8 %	
Выбросы на вершине и в паузе	не более 10 %	
Скорость нарастания импульсов	не менее 0,6 В/нс	

5.3.6.4 Результаты поверки считать положительными если:

Значения погрешности установки частоты находится в пределах  $\pm 0,0015\%$ ,

Значения погрешности установки амплитуды сигналов находится в пределах = 5 %.

Неравномерность вершины импульса не более 8 %.

Выбросы на вершине и в паузе не более 10 %.

Скорость нарастания импульсов не менее 0,6 В/нс.

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Результаты поверки оформляются протоколом. Протокол хранится в организации, проводившей поверку.

6.2 Тестер, удовлетворяющий требованиям настоящей методики, считается пригодными для применения. Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке установленной формы.

6.3 При отрицательных результатах поверки применение тестера запрещается и выдаётся извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Ведущий научный сотрудник  
ГЦИ СИ ОАО «НИЦПВ»



И.С. Теплинский  
 «30» 06 2014 г.