

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

---

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»**



**Е.В. Морин**

**« 05 » сентября 2016 г.**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Стенд измерительный для СБИС Verigy V93000 Pin Scale 1600**

**Методика поверки  
РТ-МП-3489-551-2016**

**г. Москва  
2016**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на стенд измерительный для СБИС Verigy V93000 Pin Scale 1600 заводской номер MY04602150 (далее по тексту – стенд), изготовленный компанией «Advantest Europe GmbH», Германия, и устанавливает методы и средства его поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 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	5.1	да	да
2 Опробование и подготовка к поверке	5.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	5.3	да	да
4 Определение погрешности установки длительности вектора тестовой последовательности	5.3.1	да	да
5 Определение погрешности установки временных меток D1 – D8 и R1 – R8	5.3.2	да	да
6 Определение максимальной длительности фронта, спада и минимальной длительности выходных импульсов стандартного драйвера	5.3.3	да	да
7 Определение максимальной длительности фронта и спада выходных импульсов широкодиапазонного драйвера	5.3.4	да	да
8 Определение погрешности воспроизведения уровней напряжения драйвером	5.3.5	да	да
9 Определение погрешности измерения уровней напряжения компаратором	5.3.6	да	да
10 Определение погрешности воспроизведения силы тока активной нагрузкой	5.3.7	да	да
11 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источником-измерителем PMU	5.3.8	да	да
12 Определение погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения источником-измерителем PMU	5.3.9	да	да
13 Определение погрешности измерения уровней напряжения АЦП BADC	5.3.10	да	да
14 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока прецизионным источником-измерителем HPPMU	5.3.11	да	да
15 Определение погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU	5.3.12	да	да
16 Определение погрешности воспроизведения напряжения источником питания MS DPS	5.3.13	да	да
17 Определение погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS	5.3.14	да	да
18 Определение погрешности воспроизведения напряжения источником питания DCS DPS32	5.3.15	да	да
19 Определение погрешности измерения силы тока источником питания DCS DPS32	5.3.16	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке эталонные средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с не истекшим сроком действия на время проведения поверки.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование	Номер пункта методики	Метрологические характеристики (обозначение для вспомогательных средств поверки)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
частотомер электронно-счетный Agilent 53132A с опциями 012 и 030 (рег. № 26211-03)	5.3.1	абсолютная погрешность измерения периода $T$ в диапазоне от 0,33 нс до 10 с не более $\pm 4 \cdot 10^{-9} \cdot T$
осциллограф цифровой Tektronix DPO7254 с пробником P6158A (рег. № 53104-13)	5.3.2 5.3.3 5.3.4	абсолютная погрешность измерения временных интервалов $T$ при частоте дискретизации 10 ГГц не более $\pm (3,5 \cdot 10^{-6} \cdot T + 6 \text{ пс})$
мультиметр цифровой Keithley 2000 (рег. № 25787-08)	5.3.5 5.3.8 – 5.3.13 5.3.15	абсолютная погрешность измерения напряжения $U$ на пределах 10 В не более $\pm (3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$ 100 В не более $\pm (4,5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,6 \text{ мВ})$
калибратор-мультиметр цифровой Keithley 2420 (рег. № 25789-08)	5.3.6 – 5.3.12 5.3.14 – 5.3.16	абсолютная погрешность воспроизведения напряжения $U$ на пределе 20 В не более $\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,4 \text{ мВ})$
		абсолютная погрешность измерения силы тока $I$ на пределах 10 мкА не более $\pm (3,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,7 \text{ нА})$ , 100 мкА не более $\pm (3,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 6 \text{ нА})$ , 1 мА не более $\pm (3,4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 60 \text{ нА})$ , 100 мА не более $\pm (6,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 6 \text{ мкА})$
мультиметр Agilent 3458A (рег. № 25900-03)	5.3.11 5.3.12 5.3.16	абсолютная погрешность воспроизведения силы тока $I$ на пределах 10 мкА не более $\pm (3,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \text{ нА})$ 100 мкА не более $\pm (3,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20 \text{ нА})$ 1 мА не более $\pm (3,4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 200 \text{ нА})$ 100 мА не более $\pm (6,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20 \text{ мкА})$
		абсолютная погрешность измерения силы тока $I$ на пределах 10 мкА не более $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 7 \text{ пА})$ 100 мкА не более $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 0,6 \text{ нА})$ 1 мА не более $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 4 \text{ нА})$ 10 мА не более $\pm (10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 40 \text{ нА})$ 1 А не более $\pm (10 \cdot 10^{-5} \cdot I + 10 \text{ мкА})$
калибратор-измеритель напряжения и силы тока Keithley 2651A (рег. № 49334-12)	5.3.13	абсолютная погрешность воспроизведения силы тока $I$ в режиме электронной нагрузки при напряжении до 20 В на пределах 5 А не более $\pm (8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3,5 \text{ мА})$ 10 А не более $\pm (1,5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 6 \text{ мА})$
калибратор универсальный Fluke 9100 (рег. № 25985-03)	5.3.14 5.3.16	абсолютная погрешность установки силы тока $I$ на пределах 320 мА не более $\pm (1,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 9,6 \text{ мкА})$ 3,2 А не более $\pm (6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 118 \text{ мкА})$ 10,5 А не более $\pm (5,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,94 \text{ мА})$

Продолжение таблицы 2

1	2	3
устройство согласования	5.3.5 5.3.6 5.3.10	ТСКЯ.418133.251 (Вер.2)
устройство согласования	5.3.11 5.3.12 5.3.15 5.3.16	ТСКЯ.418133.253
устройство согласования	5.3.1, 5.3.2 5.3.11– 5.3.14	ТСКЯ.418133.254 (Вер.1)
устройство согласования	5.3.3 5.3.4 5.3.8 5.3.9 5.3.11 5.3.12	ТСКЯ.418133.256 (Вер.1)
плата коммутационная	5.3.2	E7010E
программа для поверки	5.2, 5.3	PR_POV_777
шлюз LAN/GPIB	5.3	Agilent E5810B

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

3.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими на предприятии инструкциями по технике безопасности.

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

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды от 20 до 25°C;
- относительная влажность воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 650 до 800 мм. рт. ст.).

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать стенд в условиях, указанных в п. 4.1, не менее 8 ч;
- выполнить действия по подготовке к работе в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации стенда;
- выполнить действия, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки по их подготовке к работе;
- включить стенд и средства поверки, и осуществить их предварительный прогрев в течение не менее 60 минут.

Контроль условий проведения поверки по пункту 4.1 должен быть выполнен перед началом операций поверки, а затем периодически не реже одного раза в час.

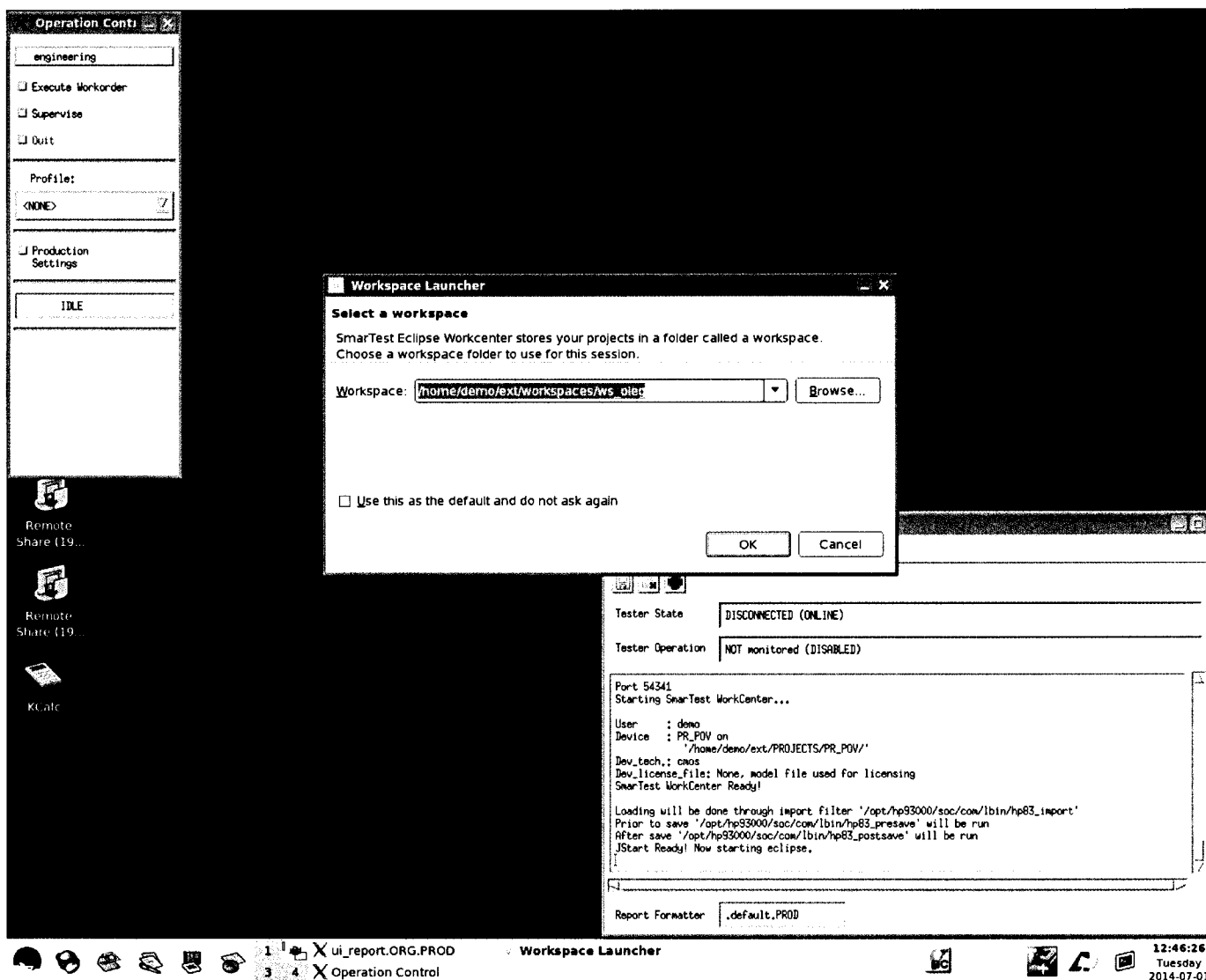


Рисунок 1 – Окна Workspace Launcher, Operation Control и ui\_report.ORG.PROD

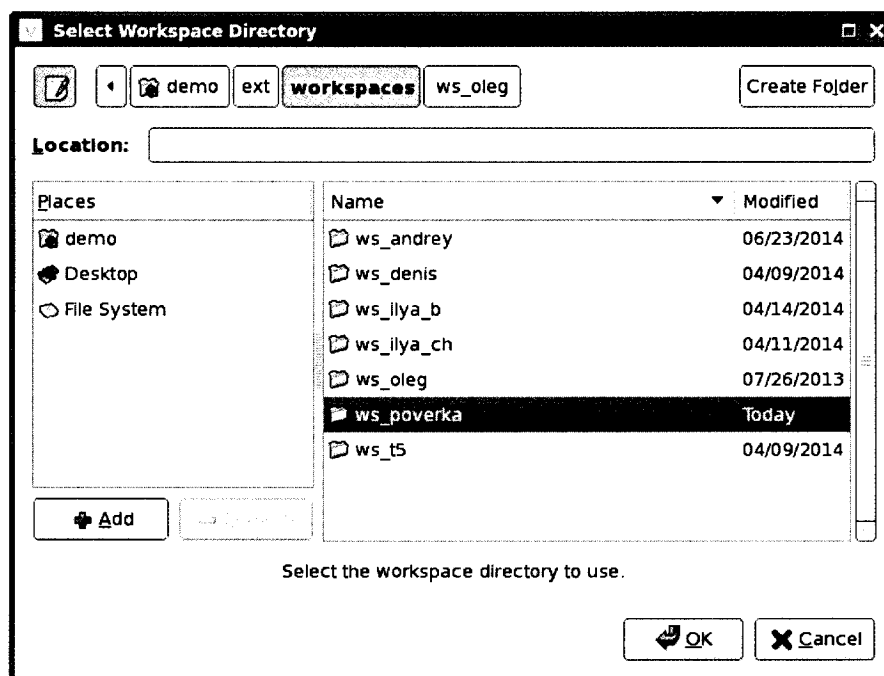


Рисунок 2 – Окно Select Workspace Directory

## 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие стенда требованиям эксплуатационной документации. При внешнем осмотре необходимо проверить:

- комплектность стенда;
- отсутствие механических повреждений;
- четкость фиксации органов управления и коммутации;
- чистоту гнезд, разъемов и клемм блока измерений;
- исправность состояния соединительных проводов и кабелей;
- однозначность и четкость маркировки.

Стенд, имеющий дефекты, дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

### 5.2 Опробование и подготовка к поверке

#### 5.2.1 Опробование

Проверить правильность прохождения встроенной тестовой программы на отсутствие индицируемых ошибок. Тестовая программа выполняется автоматически после включения стенда. Результаты опробования считать положительными, если кнопка - индикатор ON / SYS OK на блоке управления стенда светится постоянным зеленым цветом.

#### 5.2.2 Подготовка к поверке

5.2.2.1 Запустить программную оболочку SmarTest. Для этого левой клавишей манипулятора «мышь» нажать крайнюю левую кнопку (с изображением красной шляпы) на панели задач рабочего стола. В появившемся меню навести указатель на пункт меню **Verigy**, затем в появившемся подменю нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке **SmarTest**. Дождаться появления на рабочем столе изображенных на рисунке 1 окон **Workspace Launcher**, **Operation Control** и **ui\_report.ORG.PROD**.

5.2.2.2 Проверить идентификацию версии программного обеспечения, для чего в окне **ui\_report.ORG.PROD** переместиться в начало списка строк и найти строку «Firmware s/w rev. 7.1.4.X», где X – двухразрядное натуральное число, которое должно быть  $\geq 12$ .

Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на кнопку **Browse...** в окне **Workspace Launcher**. Появится диалоговое окно **Select Workspace Directory**, изображенное на рисунке 2. В этом окне нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на кнопку **workspaces**, после чего в правом списке **Name** появятся папки. Выбрать папку **ws\_poverka** и нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на кнопку **OK**. Затем в окне **Workspace Launcher** нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на кнопку **OK**. Дождаться появления новых окон **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter** и **Warning**, изображенных на рисунках 3 и 4 соответственно. Окно **Warning** закрыть, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» на кнопку **OK**. В окне **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter** выбрать пункт меню **93000**, затем выбрать пункт **Device**, после чего нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Change Device ...** в появившемся подменю. Появится окно **Change Device**, изображенное на рисунке 5.

5.2.2.3 В окне **Change Device** нажать на кнопку **Browse...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится диалоговое окно **Select Device**, изображенное на рисунке 6. После нажатия на кнопку **PROJECTS** в этом окне, появится в правом списке **Name** перечень доступных проектов. Выбрать из перечня необходимую программу поверки. Для этого нажать два раза левой клавишей манипулятора «мышь» на папке с надписью **PR\_POV\_777**, затем, выбрать папку с надписью **PR\_POV**, после чего нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на кнопку **OK**. Затем в окне **Change Device** нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на кнопку **Finish**. Дождавшись появления окна **Warning**, закрыть его, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **OK**.



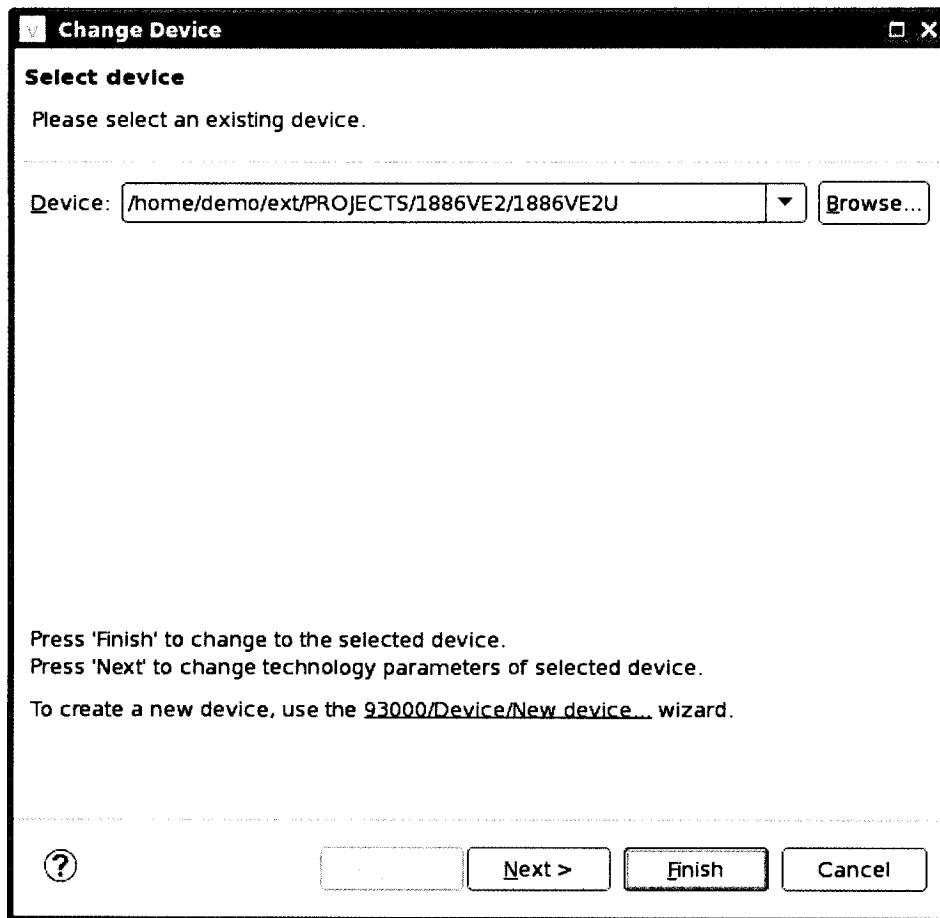


Рисунок 5 – Окно Change Device

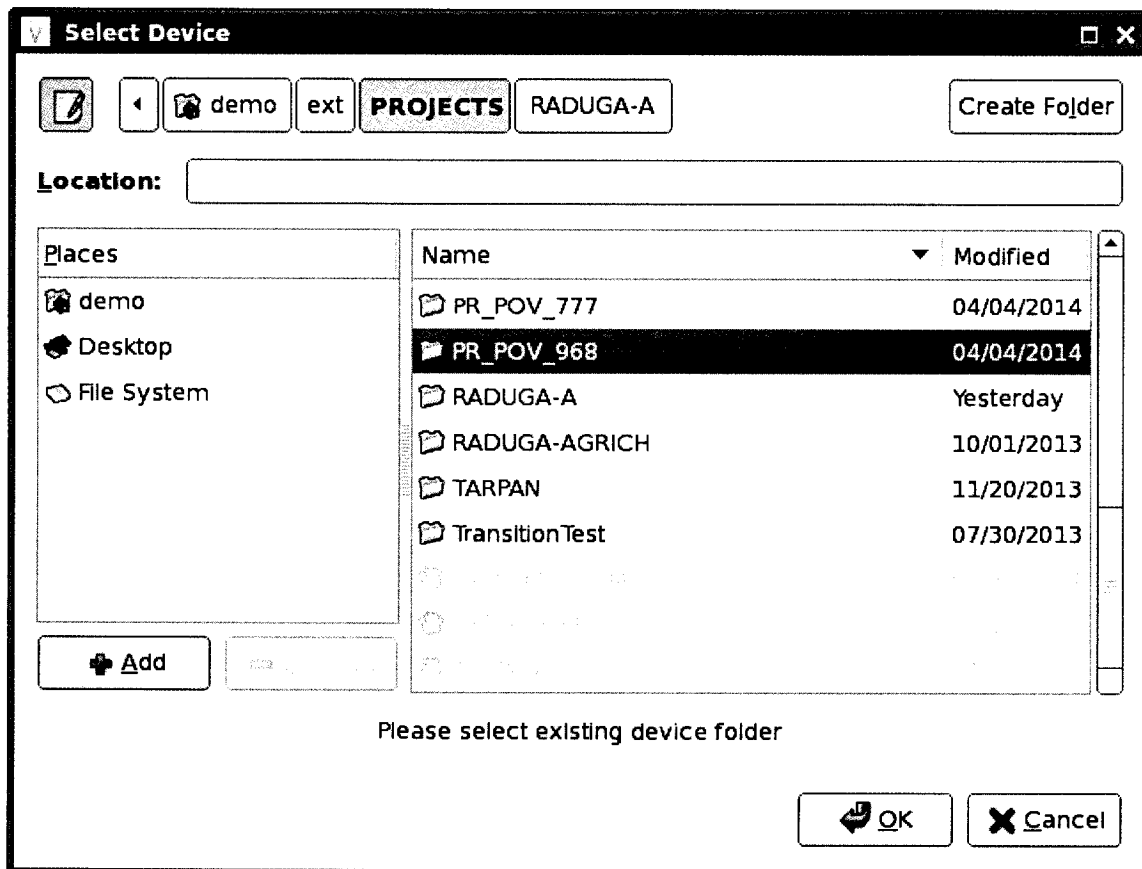


Рисунок 6 – Окно Select Device с перечнем доступных проектов

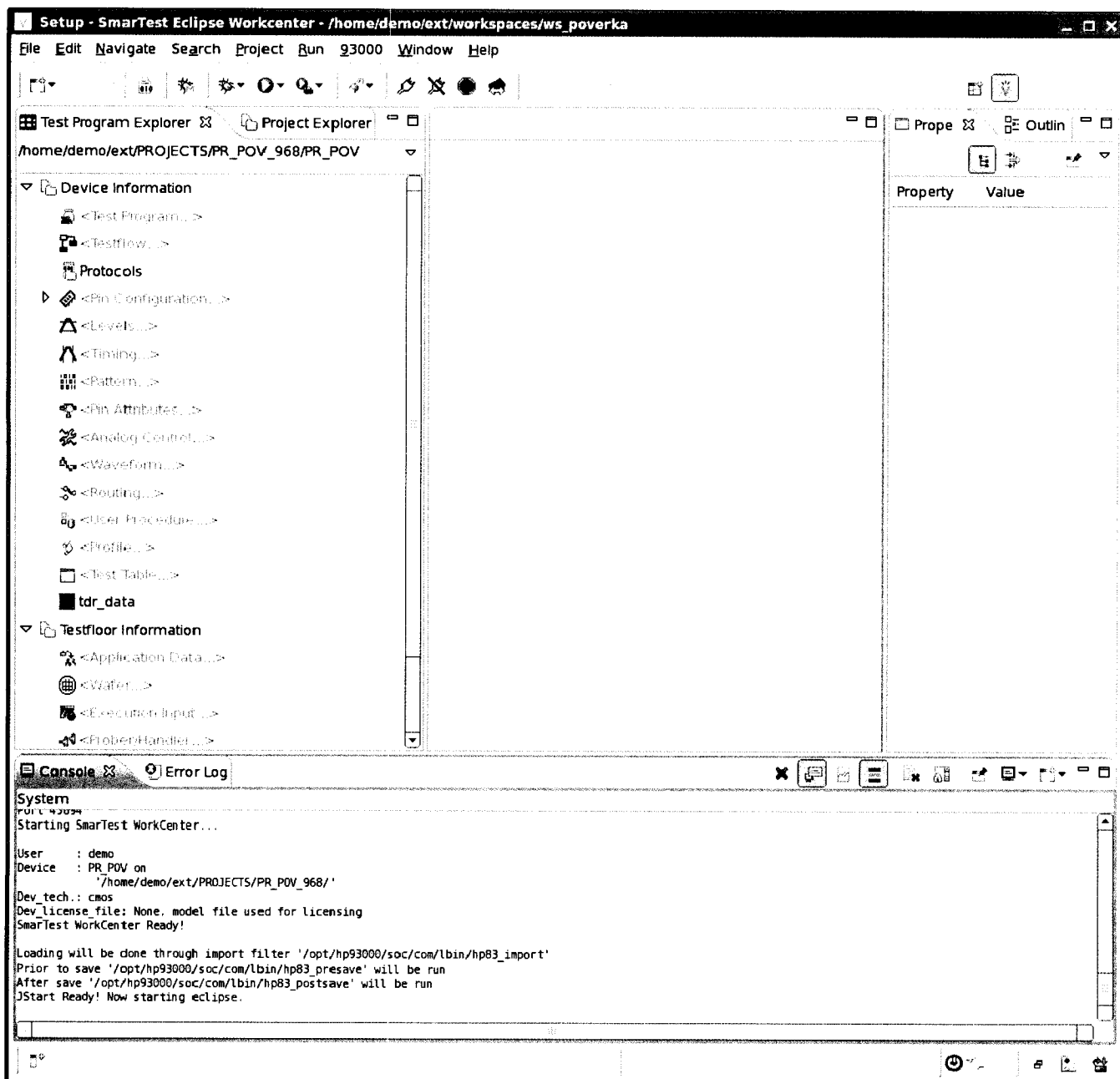


Рисунок 3 – Окно Setup - SmarTest Eclipse Workcenter

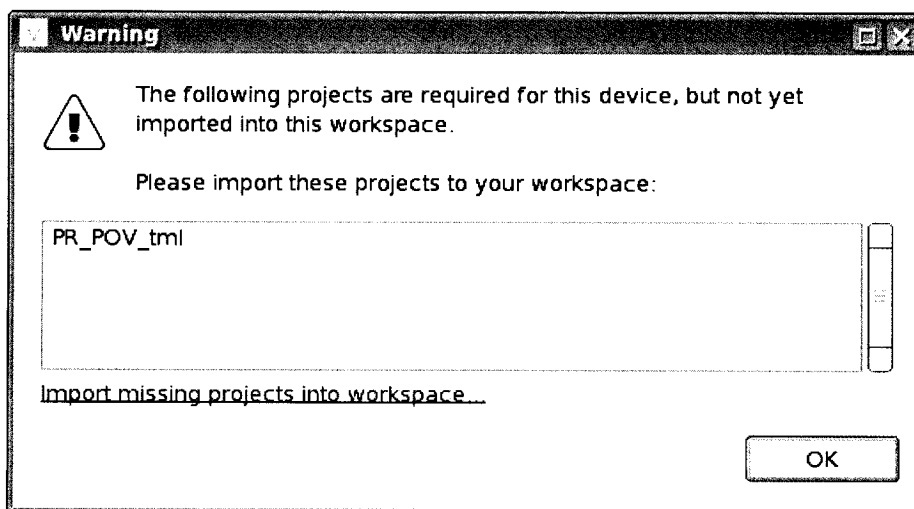



Рисунок 4 – Окно Warning



5.3.1.2 Установить на измерительный головной блок стенда используемое при проверке устройство согласования ТСКЯ.418133.254, входящее в комплект поставки. Используя коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом, подключить CHANNEL1 (первый канал) частотомера Agilent 53132A к разъему **Period** устройства согласования ТСКЯ.418133.254. Подключить разъем GPIB частотомера к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB частотомера равен 13. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

5.3.1.3 Для запуска программы проверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal "Period" on TestBoard TSKJ.418133.254» и появляется диалоговое окно, изображенное на рисунке 10.

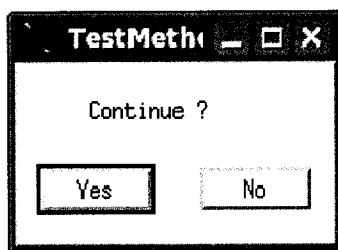


Рисунок 10 – Диалоговое окно TestMethod

5.3.1.4 Убедиться, что коаксиальный кабель подключен к первому каналу CHANNEL1 частотомера Agilent 53132A и к разъему **Period** устройства согласования ТСКЯ.418133.254, затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 3 значения длительности вектора и формируя ТП в виде меандра амплитудой 3 В с периодом в два раза большим длительности вектора, измеряет с помощью частотомера действительные значения периода сформированного меандра, после чего вычисляет значение длительности вектора делением значения периода меандра на два. Определение длительности периода ТП производится путем стандартных измерений временного интервала на уровне 50 % амплитуды между фронтами следующих друг за другом импульсов. Значения абсолютной погрешности установки длительности вектора ТП вычисляются программой проверки по формуле:

$$dT = Td - Ta, \quad (1)$$

где  $Td$  – действительное значение длительности вектора;  
 $Ta$  – задаваемое значение длительности вектора.

Таблица 3 – Определение погрешности установки длительности вектора ТП

$Ta$ – задаваемое значение длительности вектора, нс	$Td$ – действительное значение длительности вектора, нс	$dT$ – абсолютная погрешность установки длительности вектора, пс	Limit $dT$ – пределы допускаемой погрешности установки длительности вектора, пс
2,5			$\pm 0,0375$
31250			$\pm 468,75$

Результаты измерений периода и расчета абсолютной погрешности заносятся программой проверки в формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD** таблицу >>**TEST\_PERIOD**, изображенную на рисунке 11.


Абсолютная погрешность установки длительности вектора ТП должна находиться в пределах, указанных в таблице 3. В противном случае выполнение программы проверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_PERIOD**, и появляется изображенное на рисунке 10 диалоговое окно. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

## 5.3 Определение метрологических характеристик

### Общие указания:

Результаты, полученные после выполнения операций поверки, должны укладываться в пределы допускаемых значений, указанных в таблицах раздела 5.3 настоящего документа. В сформированных программой поверки файлах отчета это отражается в левом столбце Result в виде записи “pass”. При получении отрицательного результата формируется запись “fail”. В таком случае стенд бракуется и направляется в ремонт.

### 5.3.1 Определение абсолютной погрешности установки длительности вектора ТП

5.3.1.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **Period**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**.

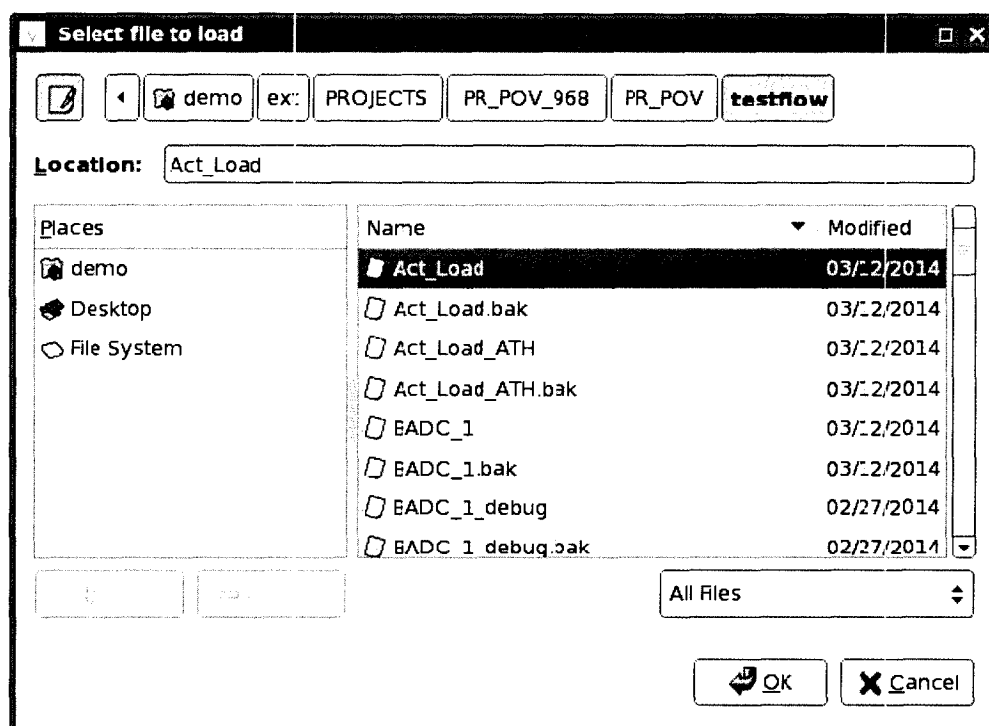



Рисунок 8 – Окно **Select file to load**

Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

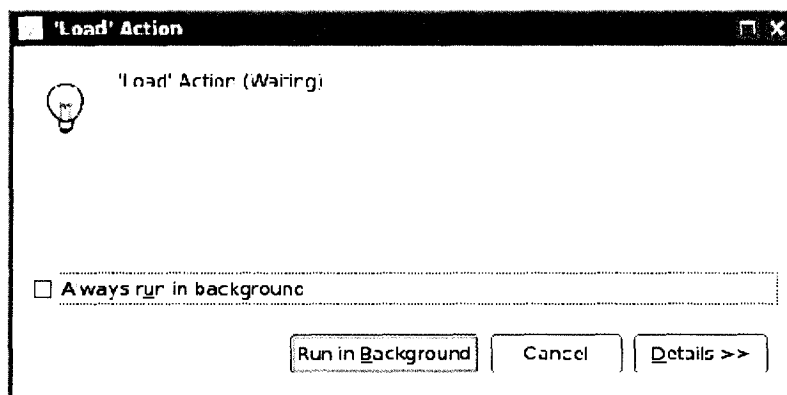



Рисунок 9 – Окно **'Load' Action**

5.3.2.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: PLEASE CONNECT OSCILLOSCOPE CHANNEL PROBES 1, 2, 3, 4 TO AREA FOR CALIBRATION PROBES ON TESTBOARD TCKJ.418133.254» и появляется диалоговое окно **TestMethod**.

5.3.2.4 Используя пробник P6158 осциллографа Tektronix DPO7254 с установленными из его комплекта наконечниками, изображенными на рисунке 12, подключить все четыре канала осциллографа к контактам калибровки устройства согласования ТСКЯ.418133.254, фрагмент которого изображен на рисунке 13.

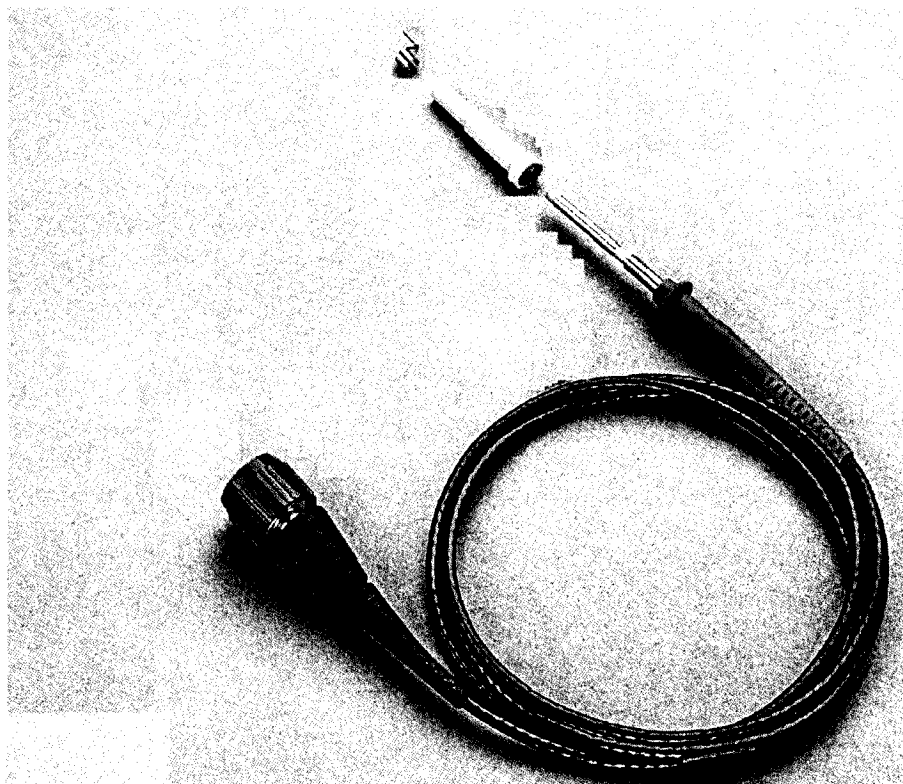


Рисунок 12 – Пробник Tektronix P6158 с устанавливаемыми наконечниками

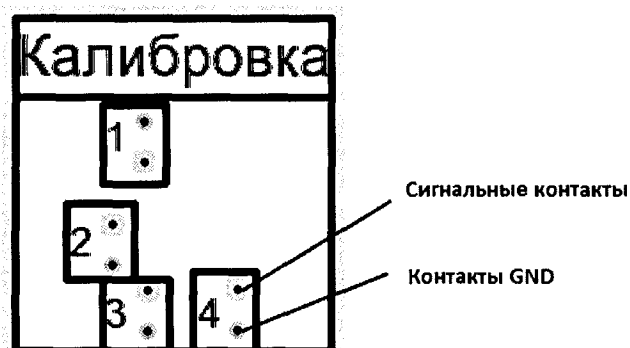


Рисунок 13 – Контакты для калибровки устройства ТСКЯ.418133.254

5.3.2.5 Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа поверки выполнит процедуру компенсации рассогласования между каналами осциллографа, после чего в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: PLEASE INSTALL TESTBOARD E7010E», и появляется диалоговое окно **TestMethod**.

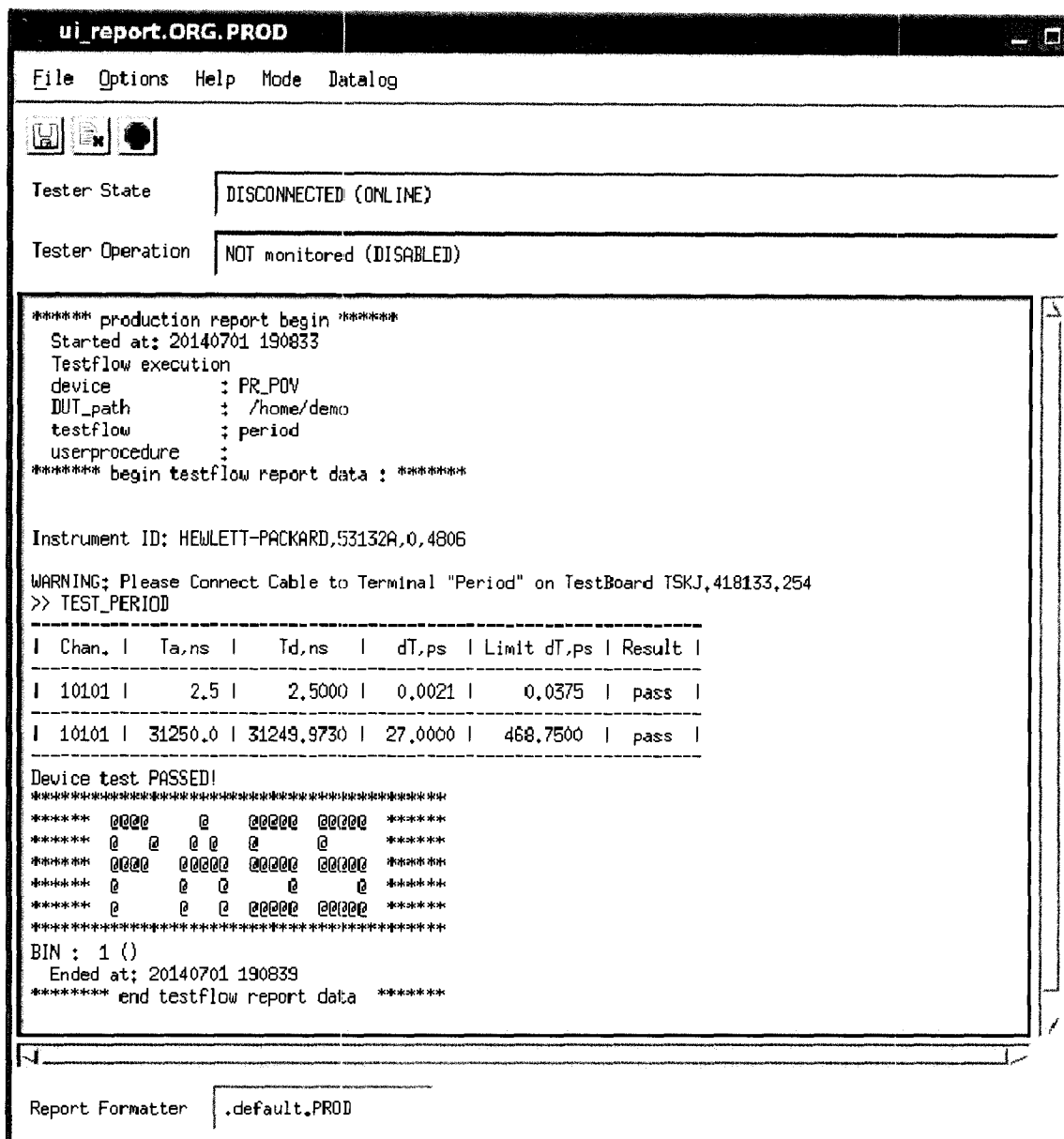




Рисунок 11 – Сформированная таблица >>TEST\_PERIOD в окне ui\_report.ORG.PROD

### 5.3.2 Определение погрешности установки временных меток D1 – D8 и R1 – R8

5.3.2.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **ОТА**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **ОК**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.2.2 Установить на измерительный головной блок станда используемое при поверке устройство согласования ТСКЯ.418133.254. Подключить разъем GPIB осциллографа DPO7254 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB осциллографа равен 1. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

Таблица 4 – Определение погрешности задания временных меток D1 – D8 и R1 – R8

Edge – временные метки Dx и Rx, формирующие соответственно импульс драйвера и строб компаратора	Chan.0 – канал, формирующий импульс с нулевой задержкой	T <sub>D_ZAD</sub> – задаваемое значение задержки временных меток D1 – D8, нс	T <sub>D_IZM</sub> – измеренное значение задержки временных меток D1 – D8, нс	Ref.chan. – канал, формирующий опорный сигнал	T <sub>O_ZAD</sub> – задаваемое значение задержки опорного сигнала, нс	T <sub>O_IZM</sub> – измеренное действительное значение задержки опорного сигнала, нс	T <sub>R_IZM</sub> – измеренное стробом значение задержки опорного сигнала, нс	dT – абсолютная погрешность задания временной метки, нс	Limit dT – пределы допускаемой погрешности задания временной метки, нс
Dx		- 80,0		–	–	–	–		± 0,15
Rx		–	–		- 79,0				± 0,15
Dx		0,0		–	–	–	–		± 0,15
Rx		–	–		0,0				± 0,15
Dx		640,0		–	–	–	–		± 0,15
Rx		–	–		639,0				± 0,15

Dx и Rx – обозначение временных меток от D1 до D8 и от R1 до R8 соответственно

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения каналов осциллографа к соответствующим контактам платы коммутационной E7010E, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив с использованием пробника P6158 соответствующие каналы осциллографа к указанным в сообщении контактам платы коммутационной E7010E, нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**, чтобы продолжить выполнение программы проверки. Если соответствующий канал осциллографа не будет подключен к указанным контактам устройства E7010E, программа выводит предупреждение, например, «WARNING: NO SIGNAL FROM TESTER CHANNEL – PLEASE VERIFY THAT OSCILLOSCOPE CHANNEL PROBE 2 CORRECT CONNECTED TO CHANNEL 10203 ON TESTBOARD», и появляется диалоговое окно **TestMethod**.

В приведенном в качестве примера предупреждении предлагается проверить соединение между вторым каналом осциллографа и контактами канала 102-03 платы коммутационной E7010E. После корректного подключения канала осциллографа к соответствующим контактам платы коммутационной E7010E, для продолжения выполнения программы проверки нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда и соответствующей временной метки заносятся программой проверки в таблицу >>TEST\_OTA, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Абсолютная погрешность задания временных меток D1-D8, R1-R8 должна находиться в пределах, приведенных в таблице 4. В противном случае выполнение программы проверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_OTA, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

5.3.2.6 Установить на измерительный головной блок стенда плату коммутационную E7010E, фрагмент которой изображен на рисунке 14, затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**. Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: PLEASE CONNECT OSCILLOSCOPE CHANNEL PROBES 1, 2, 3, 4 TO CHANNELS 10101, 10201, 10301, 10401 ACCORDINGLY ON TESTBOARD» и появляется диалоговое окно **TestMethod**.

5.3.2.7 Используя пробник P6158, подключить соответствующие каналы осциллографа к указанным в предупреждении контактам устройства E7010E, при подключении надо учитывать, что сигнальные контакты нечетных и четных каналов обозначены соответственно буквой «B» и «C», а контакты GND буквой «A» и «D».

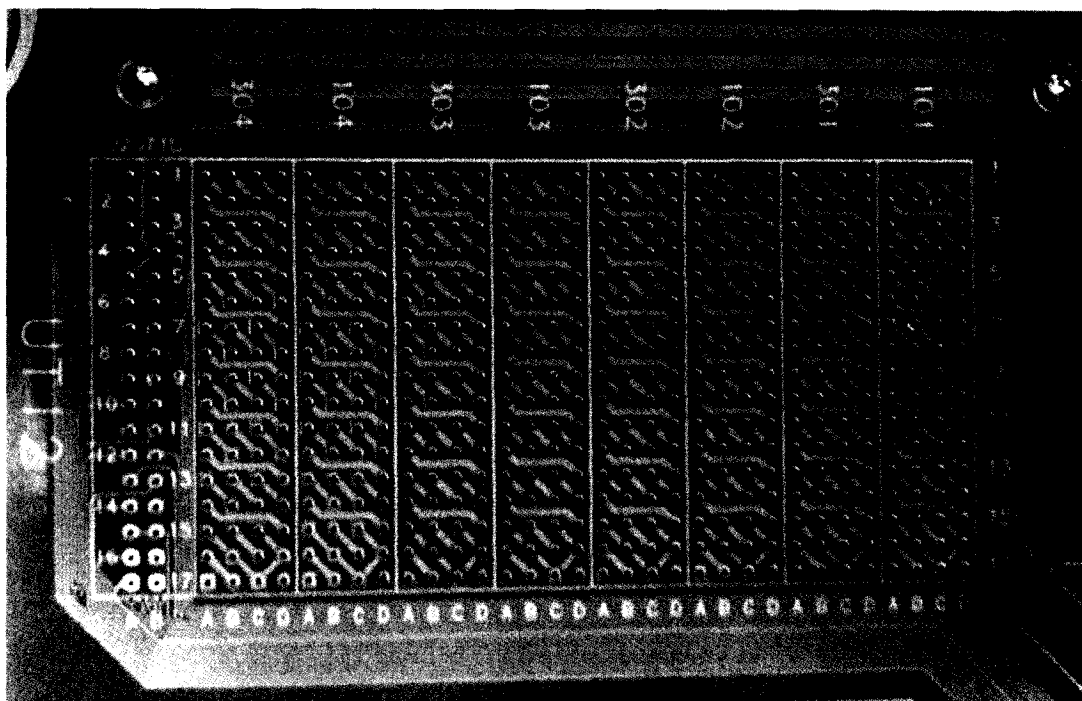


Рисунок 14 – Фрагмент коммутационной платы E7010E

5.3.2.8 Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Для проверки абсолютной погрешности задания временных меток D1 – D8 программа, последовательно задавая на выходе каналов выходные импульсы с указанной в таблице 4 задержкой, измеряет с помощью осциллографа действительные значения задержки. Длительность периода ТП задается равной 20 нс. Определение задержки производится путем стандартных измерений временного интервала между фронтами (на уровне 0,5 амплитудного значения) задержанного импульса и импульса с «нулевой задержкой». В качестве импульса с «нулевой задержкой», задержка которого задается равной 0 нс, в зависимости от проверяемого канала используется импульс с каналов 101-01, 101-02, 102-01 или 102-02 стенда. Номер канала с импульсом «нулевой задержки» указывается в таблице 4.

Для проверки абсолютной погрешности задания временных меток R1 – R8 программа, последовательно задавая на выходе одних каналов опорные сигналы в виде выходных импульсов с указанной в таблице 4 задержкой и длительностью вектора (периода) ТП равной 20 нс, подает сформированные опорные сигналы на входы смежных проверяемых каналов, при этом с помощью осциллографа программа определяет действительные значения задержки опорных сигналов, а с помощью компараторов проверяемых каналов определяет значения задержки, измеренные стробами, сформированными временными метками R1 – R8. Определение действительного значения задержки опорного сигнала производится путем стандартных измерений временного интервала между фронтами (на уровне 0,5 амплитудного значения) задержанного опорного сигнала и сигнала с «нулевой задержкой». Определение задержки, измеренной стробом, производится методом последовательного приближения времени задержки строба, при котором происходит переход компаратора канала из состояния «брак» в состояние «годен». Номер канала с импульсом «нулевой задержки» и номер канала с опорным сигналом указываются в таблице 4.

5.3.3.5 Используя пробник P6158 осциллографа Tektronix DPO7254 с установленными из его комплекта наконечниками, изображенными на рисунке 12, подключить соответствующие каналы осциллографа к указанным в предупреждении контактам (на рисунке 15 для примера показаны контакты канала 10102) устройства согласования ТСКЯ.418133.256.

### 5.3.3.6 Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 5 значения амплитуды выходного импульса длительностью 15 нс, измеряет с помощью осциллографа действительные значения фронта и спада импульса. Затем программа, последовательно задавая для соответствующей амплитуды указанные в таблице 5 значения минимальной длительности выходного импульса, измеряет с помощью осциллографа действительные значения длительности импульса.

Таблица 5 – Определение фронта, спада и минимальной длительности выходного импульса стандартного драйвера

Ampl – амплитуда импульса, В	Tr – измеренное значение фронта импульса, нс	Tf – измеренное значение спада импульса, нс	limit Tr/Tf – максимально допустимое значение фронта/спада импульса, нс	T <sub>W_ZAD</sub> – задаваемое значение минимальной длительности импульса, нс	T <sub>W</sub> – измеренное значение минимальной длительности импульса, нс	T <sub>W_min</sub> – минимальное допустимое значение минимальной длительности импульса, нс	T <sub>W_max</sub> – максимальное допустимое значение минимальной длительности импульса, нс
1,0			0,6	0,7		0,55	0,85
1,8			0,7	0,8		0,65	0,95
3,0			0,8	0,9		0,75	1,05

Определение фронта (спада) импульса производится путем стандартных измерений фронта (спада) как временного интервала между уровнями импульса 0,1 и 0,9 амплитудного значения. Определение длительности импульса производится путем стандартных измерений временного интервала между фронтом и спадом импульса на уровне 0,5 амплитуды импульса.



В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения каналов осциллографа к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив с использованием пробника P6158 соответствующие каналы осциллографа к указанным в сообщении контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**, чтобы продолжить выполнение программы проверки. Если соответствующий канал осциллографа не будет подключен к указанным контактам, программа выводит предупреждение, например, «WARNING: NO SIGNAL FROM TESTER CHANNEL – PLEASE VERIFY THAT OSCILLOSCOPE CHANNEL PROBE2 CORRECT CONNECTED TO CHANNEL 10501 ON TESTBOARD», и появляется диалоговое окно **TestMethod**. В приведенном в качестве примера предупреждении предлагается проверить соединение между вторым каналом осциллографа и контактами канала 105-01 устройства согласования ТСКЯ.418133.256. После корректного подключения канала осциллографа к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, для продолжения выполнения программы проверки нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений для соответствующего канала стенда заносятся программой проверки в таблицу >>TEST\_FALL\_RISE\_TIME\_AND\_PULSE\_WIDTH, формируемую в окне ui\_report.ORG.PROD.

Фронт, спад и минимальная длительность выходного импульса стандартного драйвера должны находиться в пределах, указанных в таблице 5. В противном случае выполнение программы проверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_FALL\_RISE\_TIME\_AND\_PULSE\_WIDTH, после чего появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.



### 5.3.3 Определение максимальной длительности фронта, спада и минимальной длительности выходных импульсов стандартного драйвера

5.3.3.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **Rise\_fall**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **ОК**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.3.2 Подключить разъем GPIB осциллографа DPO7254 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB осциллографа равен 1. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

5.3.3.3 Установить на измерительный головной блок станда устройство согласования ТСКЯ.418133.256, фрагмент которой изображен на рисунке 15.

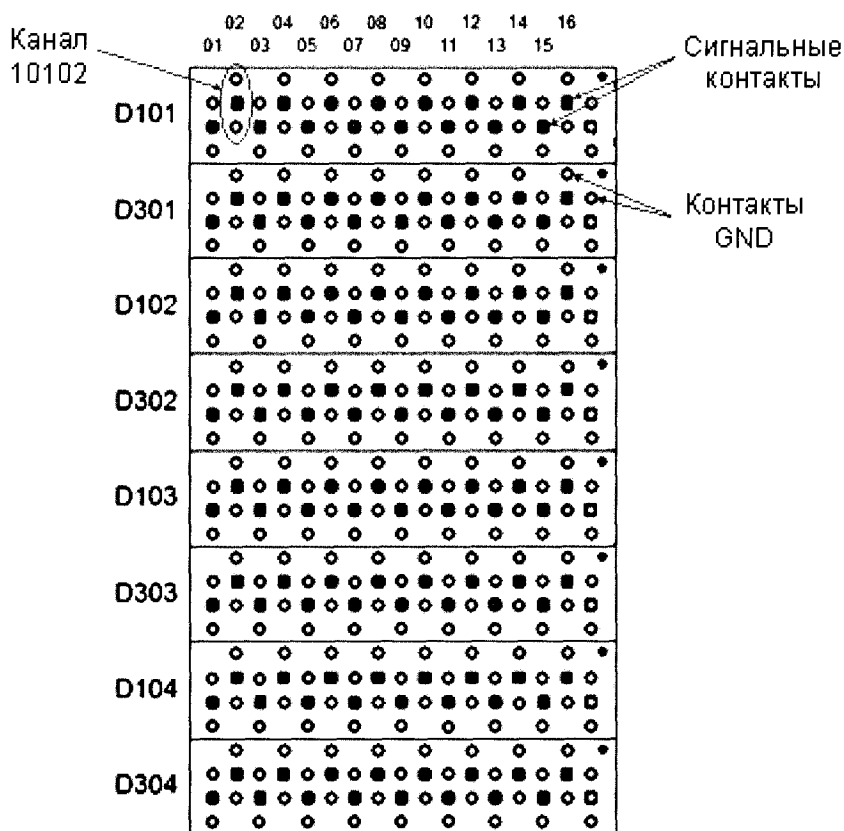



Рисунок 15 – Фрагмент устройства согласования ТСКЯ.418133.256

5.3.3.4 Для запуска программы проверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.



Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: PLEASE CONNECT OSCILLOSCOPE CHANNEL PROBES 1, 2, 3, 4 TO CHANNELS 10101, 10201, 10301, 10401 ACCORDINGLY ON TESTBOARD» и появляется диалоговое окно **TestMethod**.

Если соответствующий канал осциллографа не будет подключен к указанным контактам, программа выводит предупреждение, например, «WARNING: NO SIGNAL FROM TESTER CHANNEL – PLEASE VERIFY THAT OSCILLOSCOPE CHANNEL PROBE2 CORRECT CONNECTED TO CHANNEL 10501 ON TESTBOARD», и появляется диалоговое окно **TestMethod**. В приведенном в качестве примера предупреждении предлагается проверить соединение между вторым каналом осциллографа и контактами канала 105-01 устройства согласования ТСКЯ.418133.256. После корректного подключения канала осциллографа к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, для продолжения выполнения программы поверки нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_FALL\_RISE\_TIME\_HV**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Фронт и спад выходного импульса широкодиапазонного драйвера должны находиться в пределах, указанных в таблице 6. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_FALL\_RISE\_TIME\_HV**, после чего появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

### 5.3.5 Определение погрешности воспроизведения уровней напряжения драйвером

5.3.5.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **Driver**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно '**Load**' **Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.5.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.251. Собрать схему, изображенную на рисунке 16. Подключить разъем GPIB мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB мультиметра равен 16. Перевести мультиметр в режим FRONT, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

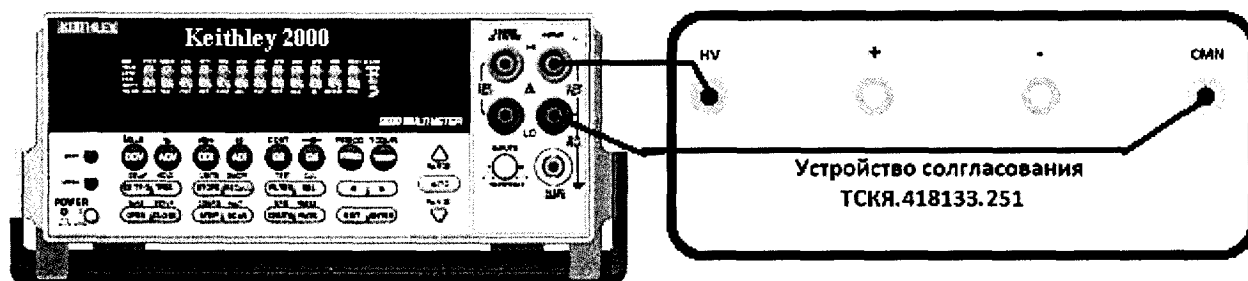





Рисунок 16 – Схема определения абсолютной погрешности воспроизведения уровней напряжения драйверами универсальных измерительных каналов стенда

5.3.5.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.


Программа, последовательно задавая указанные в таблице 7 значения напряжения высокого и низкого уровней, воспроизводимых стандартным драйвером, измеряет с помощью мультиметра

### 5.3.4 Определение максимальной длительности фронта и спада выходных импульсов широкодиапазонного драйвера

5.3.4.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **Rise\_fall\_HV**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.4.2 Подключить разъем GPIB осциллографа DPO7254 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB осциллографа равен 1. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

5.3.4.3 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.256, фрагмент которой изображен на рисунке 15.

5.3.4.4 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: PLEASE CONNECT OSCILLOSCOPE CHANNEL PROBES 1, 2, 3, 4 TO CHANNELS 10101, 10201, 10301, 10401 ACCORDINGLY ON TESTBOARD» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Используя пробник P6158 осциллографа Tektronix DPO7254 с установленными из его комплекта наконечниками, изображенными на рисунке 12, подключить соответствующие каналы осциллографа к указанным в предупреждении контактам (на рисунке 15 для примера показаны контакты канала 10102) устройства согласования ТСКЯ.418133.256. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 6 значения амплитуды выходного импульса длительностью 500 нс, измеряет с помощью осциллографа действительные значения фронта и спада импульса. Определение фронта (спада) импульса производится путем стандартных измерений фронта (спада) как временного интервала между уровнями импульса 0,2 и 0,8 амплитудного значения.



Таблица 6 – Определение фронта и спада выходного импульса широкодиапазонного драйвера

Ampl – амплитуда импульса, В	Tr – измеренное значение фронта импульса, нс	Tf – измеренное значение спада импульса, нс	limit Tr – максимально допустимое значение фронта импульса, нс	limit Tf – максимально допустимое значение спада импульса, нс
3,0			9,0	10,5
10,0			250,0	30,0

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения каналов осциллографа к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив с использованием пробника P6158 соответствующие каналы осциллографа к указанным в сообщении контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**, чтобы продолжить выполнение программы поверки.

Абсолютная погрешность воспроизведения уровней напряжения широкодиапазонными драйверами должна находиться в пределах, приведенных в таблице 8. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_DRIVER\_HV, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку No.

### 5.3.6 Определение погрешности измерения уровней напряжения компаратором

5.3.6.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **Comp**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно 'Load' Action, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.6.2 Установить на измерительный головной блок станда устройство согласования ТСКЯ.418133.251. Собрать схему, изображенную на рисунке 17. Подключить разъем GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB мультиметра равен 24. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

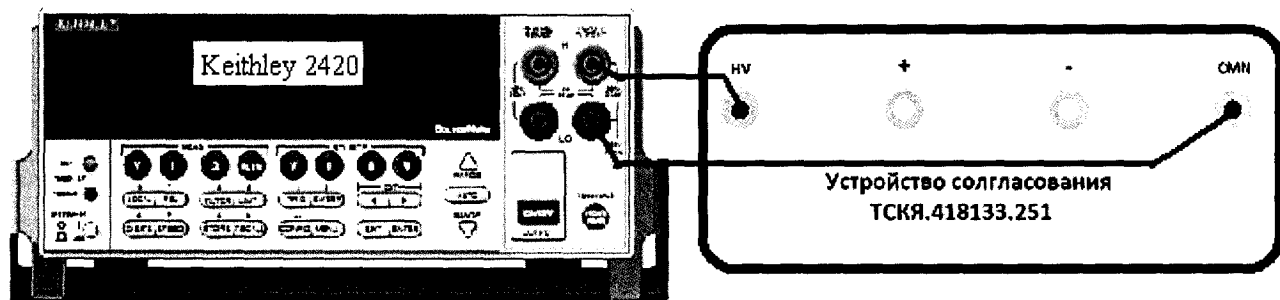



Рисунок 17 – Схема определения абсолютной погрешности измерения уровней напряжения компараторами

5.3.6.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 9 опорные значения уровней напряжения для стандартных компараторов высокого и низкого уровней и значения подаваемого на входы компараторов напряжения, воспроизводимого калибратором-мультиметром Keithley 2420, сравнивает компараторами опорные и входные уровни напряжения с выдачей результата контроля.

Результаты контроля для соответствующего канала станда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_COMPARATOR\_STD, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Результаты контроля должны соответствовать результатам, приведенным в таблице 9. В противном случае абсолютная погрешность измерения уровней напряжения стандартными компараторами превышает допустимые пределы  $\pm 15$  мВ, выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_COMPARATOR\_STD, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку No.

Keithley 2000 действительные значения уровней напряжения. Значения абсолютной погрешности воспроизведения высокого/низкого уровня напряжения вычисляются по формуле:

$$dU_{h/l} = U_{dh/dl} - U_{ah/al}, \quad (2)$$

где  $U_{dh/dl}$  – действительное значение высокого/низкого уровня;  
 $U_{ah/al}$  – воспроизводимое значение высокого/низкого уровня.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_DRIVER\_STD, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Абсолютная погрешность воспроизведения уровней напряжения стандартными драйверами должна находиться в пределах, указанных в таблице 7. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_DRIVER\_STD, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

Таблица 7 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровней напряжения стандартным драйвером

$U_{ah}$ – установленное значение напряжения высокого уровня, В	$U_{al}$ – установленное значение напряжения низкого уровня, В	$U_{dh}$ – измеренное значение напряжения высокого уровня, В	$U_{dl}$ – измеренное значение напряжения низкого уровня, В	$dU_h$ – абсолютная погрешность установки напряжения высокого уровня, мВ	$dU_l$ – абсолютная погрешность установки напряжения низкого уровня, мВ	Limit $dU$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровней напряжения, мВ
+ 6,5	+ 6,4					$\pm 5,0$
- 1,4	- 1,5					$\pm 5,0$

5.3.5.4 Для определения погрешности воспроизведения уровней напряжения широкодиапазонным драйвером выполнить пункт 5.3.5.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **Driver\_HV**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 8 значения напряжения высокого и низкого уровней, воспроизводимых широкодиапазонным драйвером, измеряет с помощью мультиметра Keithley 2000 действительные значения уровней напряжения. Значения абсолютной погрешности воспроизведения высокого/низкого уровня напряжения вычисляются по формуле (2).

Таблица 8 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровней напряжения широкодиапазонным драйвером

Диапазон	$U_{ah}$ – установленное значение напряжения высокого уровня, В	$U_{al}$ – установленное значение напряжения низкого уровня, В	$U_{dh}$ – измеренное значение напряжения высокого уровня, В	$U_{dl}$ – измеренное значение напряжения низкого уровня, В	$dU_h$ – абсолютная погрешность установки напряжения высокого уровня, мВ	$dU_l$ – абсолютная погрешность установки напряжения низкого уровня, мВ	Limit $dU$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровней напряжения, мВ
VIL/VIH	0,1	0,0					$\pm 15,0$
VHH	13,4	–		–		–	$\pm 15,0$
VIL/VIH	6,5	6,4					$\pm 15,0$
VHH	6,0	–		–		–	$\pm 15,0$

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_DRIVER\_HV, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

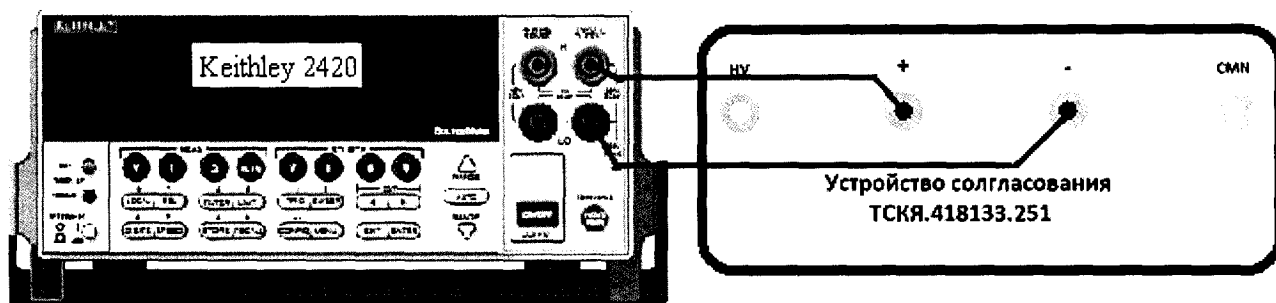


Рисунок 18 – Схема определения абсолютной погрешности измерения уровней напряжения дифференциальными компараторами

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 11 опорные значения уровней напряжения для дифференциального компаратора (дифференциальный компаратор формируется двумя каналами стенда) высокого и низкого уровней и значения подаваемого на вход компаратора напряжения, воспроизводимого калибратором-мультиметром Keithley 2420, сравнивает компаратором опорные и входные уровни напряжения с выдачей результата контроля.

Результаты контроля для соответствующей пары каналов стенда заносятся программой проверки в таблицу >>TEST\_COMPARATOR\_DIFF, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Результаты контроля должны соответствовать результатам, приведенным в таблице 11. В противном случае абсолютная погрешность измерения уровней напряжения дифференциальными компараторами превышает допустимые пределы  $\pm 15$  мВ, выполнение программы проверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_COMPARATOR\_DIFF, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

Таблица 11 – Определение абсолютной погрешности измерения уровней напряжения дифференциальными компараторами

Ukh – задаваемое напряжение высокого уровня компаратора, В	Ukl – задаваемое напряжение низкого уровня компаратора, В	Ud – установленное значение напряжения, В	Ожидаемый результат измерения компаратором высокого уровня	Ожидаемый результат измерения компаратором низкого уровня	Действительный результат измерения компаратором высокого уровня	Действительный результат измерения компаратором низкого уровня
+ 1,0	+ 1,0	+ 1,015	годен	брак		
+ 1,0	+ 1,0	+ 0,985	брак	годен		
- 1,0	- 1,0	- 0,985	годен	брак		
- 1,0	- 1,0	- 1,015	брак	годен		

### 5.3.7 Определение воспроизведения силы тока активной нагрузкой

Выполнить пункт 5.3.6.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **Act\_Load** вместо файла с именем **Comp**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 13 значения силы тока, воспроизводимые активной нагрузкой, и подаваемые на нагрузку значения напряжения, воспроизводимые калибратором-мультиметром Keithley 2420, измеряет с помощью Keithley 2420 действительные значения силы тока, воспроизводимые активной нагрузкой. Значения абсолютной погрешности воспроизведения силы тока активной нагрузкой вычисляются программой проверки по формуле:

$$dI = | I_d | - | I_a |, \quad (3)$$

где  $I_d$  – действительное значение силы тока;

$I_a$  – воспроизводимое значение силы тока.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой проверки в таблицу >>TEST\_ACTIVE\_LOAD, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Таблица 9 – Определение абсолютной погрешности измерения напряжения компараторами

U <sub>kh</sub> – задаваемое напряжение высокого уровня компаратора, В	U <sub>kl</sub> – задаваемое напряжение низкого уровня компаратора, В	U <sub>d</sub> – уста- новленное на входе компа- ратора зна- чение на- пряжения, В	Ожидаемый результат измерения компарато- ром высокого уровня	Ожидаемый результат измерения компарато- ром низкого уровня	Действи- тельный ре- зультат из- мерения компарато- ром высокого уровня	Действи- тельный ре- зультат из- мерения компарато- ром низкого уровня
+ 6,5	+ 6,5	+ 6,515	годен	брак		
+ 6,5	+ 6,5	+ 6,485	брак	годен		
- 1,5	- 1,5	- 1,485	годен	брак		
- 1,5	- 1,5	- 1,515	брак	годен		

5.3.6.4 Для определения абсолютной погрешности измерения уровней напряжения широкодиапазонными компараторами выполнить пункт 5.3.6.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **Comp\_HV** вместо файла с именем **Comp**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 10 опорные значения уровней напряжения для широкодиапазонных компараторов высокого и низкого уровней и значения подаваемого на входы компараторов напряжения, воспроизводимого калибратором-мультиметром Keithley 2420, сравнивает компараторами опорные и входные уровни напряжения с выдачей результата контроля.

Результаты контроля для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_COMPARATOR\_HV**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Таблица 10 – Определение абсолютной погрешности измерения уровней напряжения широкодиапазонными компараторами

U <sub>kh</sub> – задаваемое напряжение высокого уровня компаратора, В	U <sub>kl</sub> – задаваемое напряжение низкого уровня компаратора, В	U <sub>d</sub> – уста- новленное на входе компа- ратора зна- чение на- пряжения, В	Ожидаемый результат измерения компарато- ром высокого уровня	Ожидаемый результат измерения компарато- ром низкого уровня	Действи- тельный ре- зультат из- мерения компарато- ром высокого уровня	Действи- тельный ре- зультат из- мерения компарато- ром низкого уровня
+ 13,4	+ 13,4	+ 13,45	годен	брак		
+ 13,4	+ 13,4	+ 13,35	брак	годен		
+ 8,0	+ 8,0	+ 8,02	годен	брак		
+ 8,0	+ 8,0	+ 7,98	брак	годен		
+ 0,0	+ 0,0	+ 0,02	годен	брак		
+ 0,0	+ 0,0	- 0,02	брак	годен		
- 3,0	- 3,0	- 2,95	годен	брак		
- 3,0	- 3,0	- 3,05	брак	годен		

Результаты контроля должны соответствовать результатам, приведенным в таблице 10. В противном случае абсолютная погрешность измерения уровней напряжения компараторами превышает допустимые пределы  $\pm 20$  мВ и  $\pm 50$  мВ в диапазонах от 0 до 8 В и от минус 3 до 13,4 В соответственно, выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_COMPARATOR\_HV** и появлением окна **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

5.3.6.5 Для определения погрешности измерения уровней напряжения дифференциальными компараторами выполнить пункт 5.3.6.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **Comp\_diff** вместо файла с именем **Comp**, и собрав схему, изображенную на рисунке 18.



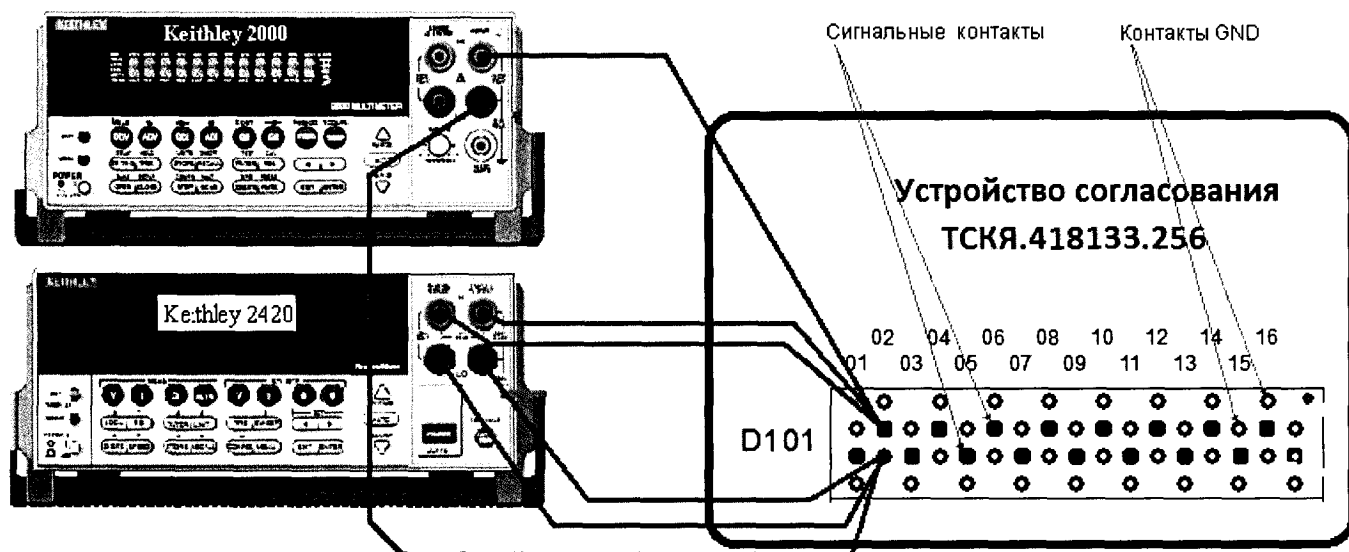


Рисунок 19 – Схема определения погрешности воспроизведения (измерения) напряжения и измерения (воспроизведения) силы тока источниками-измерителями PMU

#### 5.3.8.5 Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 13 значения напряжения постоянного тока, воспроизводимые источниками-измерителями PMU, и силы постоянного тока для Keithley 2420, измеряет с помощью Keithley 2000 действительные значения воспроизводимого PMU напряжения, а также измеряет с помощью PMU соответствующие значения силы тока, действительные значения которого задаются Keithley 2420. Значения абсолютных погрешностей воспроизведения постоянного напряжения и измерения силы тока источниками-измерителями PMU вычисляются программой поверки по формулам (4) и (5) соответственно:

$$dU = U_d - U_a, \quad (4)$$

где  $U_d$  – действительное значение напряжения;  
 $U_a$  – воспроизводимое значение напряжения.

$$dI = | I_a | - | I_d |, \quad (5)$$

где  $I_a$  – измеряемое значение силы тока;  
 $I_d$  – действительное значение силы тока.

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**. Если кабели не будут подключены к указанным контактам, программа выводит предупреждение, например, «WARNING: NO SIGNAL FROM TESTER– Please Verify that the Cable Correct Connected to Terminal D10501 on the Testboard TSKJ.418133.256», и появляется диалоговое окно **TestMethod**. В приведенном в качестве примера предупреждении предлагается проверить подключение соединительных кабелей к контактам канала 105-01 устройства согласования ТСКЯ.418133.256. После подключения к соответствующим контактам, продолжить выполнения программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_PMU1, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.



Погрешность воспроизведения напряжения и измерения силы тока источниками-измерителями PMU должна находиться в пределах, приведенных в таблице 13. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_PMU1, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

Таблица 12 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы тока активными нагрузками


Ia – значение силы тока, воспроизводимое активной нагрузкой, мА	Ud – значение напряжения, задаваемое Keithley 2420, В	Id – действительное значение силы тока, измеренное Keithley 2420, мА	dI – абсолютная погрешность воспроизведения силы тока активной нагрузкой, мкА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, мкА
+ 25	+ 5,5			± 325
+ 10	+ 5,5			± 175
+ 1	+ 6,5			± 85
- 1	- 1,5			± 85
- 10	- 1,0			± 175
- 25	- 1,0			± 325

Абсолютная погрешность воспроизведения силы тока активными нагрузками должна находиться в пределах, указанных в таблице 12. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_ACTIVE\_LOAD, и появляется диалоговое окно TestMethod. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку No. .

### 5.3.8 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источником-измерителем PMU

5.3.8.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **PMU\_1**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно '**Load**' **Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.8.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.256. Собрать схему, изображенную на рисунке 19 (на данной схеме для примера показано подключение к каналу 10102). Подключить разъемы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 и мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов GPIB калибратора-мультиметра и мультиметра равны 24 и 16 соответственно. Перевести мультиметр в режим FRONT, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

5.3.8.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal D10101 on the Testboard TSKJ.418133.256» и появляется диалоговое окно **TestMethod**.

5.3.8.4 Подключить соединительные кабели к контактам канала 10101 устройства согласования ТСКЯ.418133.256.

$$dU = U_a - U_d, \quad (7)$$

где  $U_d$  – действительное значение напряжения;  
 $U_a$  – измеренное значение напряжения.

Таблица 14 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения источниками-измерителями PMU

$I_a$ – воспроизводимое PMU значение силы тока, мА	$U$ – значение напряжения, задаваемое Keithley 2420, В	$U_d$ – действительное значение напряжения, измеряемое Keithley 2000, В	$I_d$ – измеренное Keithley 2420 действительное значение силы тока, мА	$U_a$ – измеренное PMU значение напряжения, В	$dI$ – абсолютная погрешность воспроизведения PMU силы тока, мкА	Limit $dI$ – пределы допускаемой погрешности воспроизведения силы тока, мкА	$dU$ – абсолютная погрешность измерения PMU напряжения, мВ	Limit $dU$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, мВ
- 40,000	+ 5,75					± 250,00		± 44,00
0,0001	+ 5,75					± 0,0405		± 4,000
+ 40,000	+ 5,75					± 250,00		± 44,00
- 1,0000	+ 6,50					± 10,000		± 5,000
- 0,0001	+ 6,50					± 0,0405		± 4,000
+ 1,0000	+ 6,50					± 10,000		± 5,000
- 0,1000	+ 3,30					± 1,0000		± 2,100
0,0001	+ 3,30					± 0,0405		± 2,000
+ 0,1000	+ 3,30					± 1,0000		± 2,100
- 0,0100	+ 0,50					± 0,1500		± 2,010
0,0001	+ 0,50					± 0,0405		± 2,000
+ 0,0100	+ 0,50					± 0,1500		± 2,010
- 0,0020	+ 0,10					± 0,0500		± 2,002
0,0001	+ 0,10					± 0,0405		± 2,000
+ 0,0020	+ 0,10					± 0,0500		± 2,002
- 0,0020	- 0,10					± 0,0500		± 4,002
0,0001	- 0,10					± 0,0405		± 4,000
+ 0,0020	- 0,10					± 0,0500		± 4,002
- 0,0100	- 0,50					± 0,1500		± 4,010
0,0001	- 0,50					± 0,0405		± 4,000
+ 0,0100	- 0,50					± 0,1500		± 4,010
- 0,1000	- 1,00					± 1,0000		± 4,100
0,0001	- 1,00					± 0,0405		± 4,000
+ 0,1000	- 1,00					± 1,0000		± 4,100
- 1,0000	- 1,50					± 10,000		± 5,000
0,0001	- 1,50					± 0,0405		± 4,000
+ 1,0000	- 1,50					± 10,000		± 5,000
- 40,000	- 2,00					± 250,00		± 44,00
0,0001	- 2,00					± 0,0405		± 4,000
+ 40,000	- 2,00					± 250,00		± 44,00

В процессе выполнения программа выдает аналогичные указанным в пункте 5.3.8.1 предупреждения о необходимости подключения соединительных кабелей к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы проверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**. Если кабели не будут подключены к указанным контактам, программа выводит предупреждение, например, «WARNING: NO SIGNAL FROM TESTER– Please Verify that the Cable Correct Connected to Terminal D10501 on the Testboard TSKJ.418133.256», и появляется диалоговое окно **TestMethod**. В приведенном в качестве примера предупреждении предлагается проверить подключение соединительных кабелей к контактам канала 105-01 устройства согласования ТСКЯ.418133.256. После

Таблица 13 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источниками-измерителями PMU

Ua – воспроизводимое PMU значение напряжения, В	Id – действительное значение силы тока, задаваемое Keithley 2420, мА	Ud – измеренное Keithley 2000 действительное значение напряжения, В	Ia – измеренное PMU значение силы тока, мА	dU – абсолютная погрешность воспроизведения PMU напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой погрешности воспроизведения напряжения, мВ	dI – абсолютная погрешность измерения PMU силы тока, мкА	Limit dI – пределы допускаемой погрешности измерения силы тока, мкА
- 2,00	+ 40,00				± 43,00		± 250,0
- 2,00	0,000				± 3,000		± 0,010
- 2,00	- 40,00				± 43,00		± 250,0
- 1,50	+ 1,000				± 4,000		± 6,250
- 1,50	0,000				± 3,000		± 0,010
- 1,50	- 1,000				± 4,000		± 6,250
- 1,00	+ 0,100				± 3,100		± 0,700
- 1,00	0,000				± 3,000		± 0,010
- 1,00	- 0,100				± 3,100		± 0,700
- 0,50	+ 0,010				± 3,010		± 0,100
- 0,50	0,000				± 3,000		± 0,010
- 0,50	- 0,010				± 3,010		± 0,100
- 0,10	+ 0,002				± 3,002		± 0,020
- 0,10	0,000				± 3,000		± 0,010
- 0,10	- 0,002				± 3,002		± 0,020
+ 0,10	+ 0,002				± 3,002		± 0,020
+ 0,10	0,000				± 3,000		± 0,010
+ 0,10	- 0,002				± 3,002		± 0,020
+ 0,50	+ 0,010				± 3,010		± 0,100
+ 0,50	0,000				± 3,000		± 0,010
+ 0,50	- 0,010				± 3,010		± 0,100
+ 3,30	+ 0,100				± 3,100		± 0,700
+ 3,30	0,000				± 3,000		± 0,010
+ 3,30	- 0,100				± 3,100		± 0,700
+ 5,75	+ 40,00				± 43,00		± 250,0
+ 5,75	0,000				± 3,000		± 0,010
+ 5,75	- 40,00				± 43,00		± 250,0
+ 6,50	+ 1,000				± 4,000		± 6,250
+ 6,50	0,000				± 3,000		± 0,010
+ 6,50	- 1,000				± 4,000		± 6,250

### 5.3.9 Определение погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения источником-измерителем PMU

Выполнить пункт 5.3.8.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **PMU\_2** вместо файла с именем **PMU\_1**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 14 значения силы постоянного тока, воспроизводимые источником-измерителем PMU, и значения напряжения для Keithley 2420, измеряет с помощью Keithley 2420 действительные значения воспроизводимого PMU тока, а также измеряет с помощью PMU соответствующие значения напряжения, действительные значения которого измеряются Keithley 2000.

Значения абсолютных погрешностей воспроизведения силы тока и измерения напряжения источниками-измерителями PMU вычисляются программой поверки по формулам (6) и (7) соответственно:

$$dI = | Id | - | Ia |, \quad (6)$$

где Ia – воспроизводимое значение силы тока;

Id – измеренное значение силы тока.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 15 значения напряжения постоянного тока, воспроизводимые Keithley 2420, измеряет с помощью АЦП BADC значения соответствующих напряжения, действительные значения которых измеряет Keithley 2000. Значения абсолютных погрешностей измерения постоянного напряжения АЦП BADC вычисляются программой поверки по формуле (8):

$$dU = U_a - U_d, \quad (8)$$

где  $U_d$  – действительное значение напряжения;  
 $U_a$  – измеренное значение напряжения.

Результаты измерений и расчета абсолютной погрешности измерения напряжения АЦП BADC в стандартном режиме для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_BADC1, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**. Записать в таблицу 15 полученные результаты.

Таблица 15 – Определение абсолютной погрешности измерения напряжения АЦП BADC в стандартном режиме

U – значение напряжения, задаваемое Keithley 2420, В	U <sub>d</sub> – действительное значение напряжения, измеряемое Keithley 2000, В	U <sub>a</sub> – измеренное АЦП BADC значение напряжения, В	dU – абсолютная погрешность измерения АЦП BADC напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, мВ
- 3,00				± 1
- 1,00				± 1
- 0,10				± 1
+ 0,10				± 1
+ 2,00				± 1
+ 5,00				± 1
+ 8,00				± 1

Абсолютная погрешность измерения напряжения АЦП BADC в стандартном режиме должна находиться в пределах, приведенных в таблице 15. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_BADC1, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

5.3.10.4 Для определения абсолютной погрешности измерения уровней АЦП BADC в широкодиапазонном режиме выполнить пункт 5.3.10.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **BADC\_2** вместо файла с именем **BADC\_1**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 16 значения напряжения постоянного тока, воспроизводимые Keithley 2420, измеряет с помощью АЦП BADC значения соответствующих напряжения, действительные значения которых измеряет Keithley 2000. Значения абсолютных погрешностей измерения постоянного напряжения АЦП BADC вычисляются программой поверки по формуле (8).

Результаты измерений и расчета абсолютной погрешности измерения напряжения АЦП BADC в широкодиапазонном режиме для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_BADC2, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.



Абсолютная погрешность измерения напряжения АЦП BADC в широкодиапазонном режиме должна находиться в пределах, приведенных в таблице 16. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_BADC2, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

подключения к соответствующим контактам, продолжить выполнения программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета абсолютной погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источниками-измерителями PMU для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_PMU2**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешность воспроизведения силы постоянного тока и измерения напряжения источниками-измерителями PMU должна находиться в пределах, приведенных в таблице 14. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце **Result** таблицы >>**TEST\_PMU2**, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

### 5.3.10 Определение погрешности измерения уровней напряжения АЦП BADC

5.3.10.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **BADC\_1**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно '**Load**' **Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.10.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.251. Собрать схему, изображенную на рисунке 20. Подключить разъемы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 и мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов GPIB калибратора-мультиметра и мультиметра равны 24 и 16 соответственно. Перевести мультиметр в режим **FRONT**, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

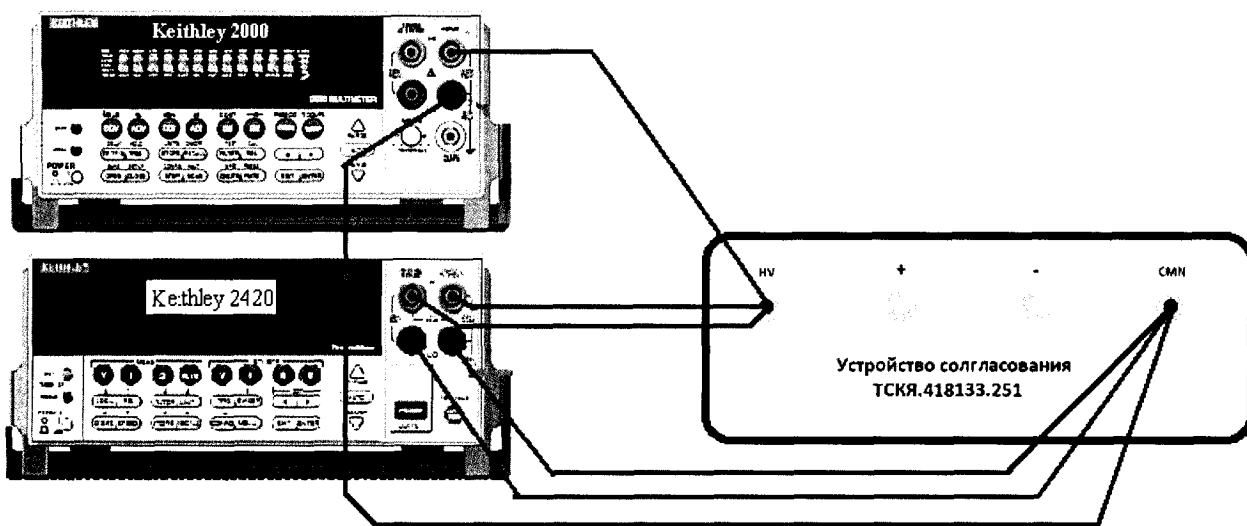



Рисунок 20 – Схема определения погрешности измерения уровней напряжения АЦП BADC

5.3.10.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

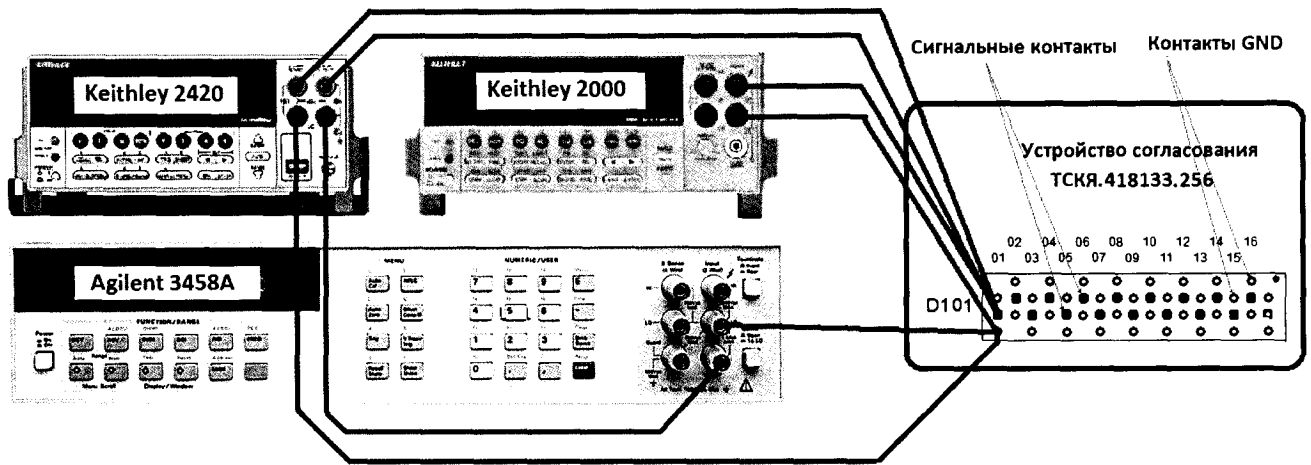


Рисунок 21 – Схема определения погрешности воспроизведения (измерения) напряжения и измерения (воспроизведения) силы тока НРРМУ при подключении через плату PS1600

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 17 значения напряжения для НРРМУ и силы постоянного тока для калибратора-мультиметра Keithley 2420, измеряет с помощью мультиметра Keithley 2000 действительные значения напряжения, воспроизводимого НРРМУ, а также с помощью НРРМУ измеряет значения силы тока, действительные значения которого измеряет мультиметр Agilent 3458A. Значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерения силы постоянного тока высокоточными источниками-измерителями НРРМУ вычисляются программой поверки по формулам (9) и (10) соответственно.

$$dU = U_d - U_a, \quad (9)$$

где  $U_d$  – действительное значение напряжения;  
 $U_a$  – воспроизводимое значение напряжения.

$$dI = | I_a | - | I_d |, \quad (10)$$

где  $I_a$  – измеряемое значение силы тока;  
 $I_d$  – действительное значение силы тока.

Программа в процессе выполнения выдает аналогичное вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к контактам канала 10901 устройства согласования ТСКЯ.418133.256, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего НРРМУ стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_HPPMU1**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.



Погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока прецизионными источниками-измерителями НРРМУ при подключении через плату PS1600 должны находиться в пределах, приведенных в таблице 17. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_HPPMU1**, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.



Таблица 16 – Определение абсолютной погрешности измерения напряжения АЦП ВАДС в широкодиапазонном режиме


U – значение напряжения, задаваемое Keithley 2420, В	Ud – действительное значение напряжения, измеремое Keithley 2000, В	Ua – измеренное АЦП ВАДС значение напряжения, В	dU – абсолютная погрешность измерения АЦП ВАДС напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, мВ
- 6,00				± 10
- 5,00				± 10
- 3,00				± 10
- 1,00				± 10
- 0,10				± 10
+ 0,10				± 10
+ 2,00				± 10
+ 5,00				± 10
+ 8,00				± 10
+ 10,0				± 10
+ 13,4				± 10

### 5.3.11 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока прецизионным источником-измерителем НРРМУ

5.3.11.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **НРРМУ\_1**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **ОК**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.


5.3.11.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.256. Собрать схему, изображенную на рисунке 21. Подключить разъемы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420, мультиметра Agilent 3458A и мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420, мультиметра Agilent 3458A и мультиметра Keithley 2000 равны 24, 22 и 16 соответственно.

5.3.11.3 Перевести мультиметр Agilent 3458A и мультиметр Keithley 2000 в режим FRONT, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Нажав кнопку **Guard** мультиметра Agilent 3458A, зафиксировать ее в положение **To LO**. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options > Clear**.

5.3.11.4 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

5.3.11.5 Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal D10101 on the Testboard TSKJ.418133.256» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Подключить соединительные кабели к контактам канала 10101 устройства согласования ТСКЯ.418133.256. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420, мультиметра Agilent 3458A и мультиметра Keithley 2000 равны 24, 22 и 16 соответственно. Перевести мультиметр Agilent 3458A и мультиметр Keithley 2000 в режим FRONT, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Нажав кнопку **Guard** мультиметра Agilent 3458A, зафиксировать ее в положение **To LO**. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options > Clear**.

5.3.11.8 Для запуска программы проверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal HPPMU on the Testboard TSKJ.418133.254» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Убедитесь в подключении соединительных кабелей к контактам разъема **HPPMU** устройства согласования ТСКЯ.418133.254. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 18 значения напряжения для HPPMU и силы постоянного тока для калибратора-мультиметра Keithley 2420, измеряет с помощью мультиметра Keithley 2000 действительные значения напряжения, воспроизводимого HPPMU, а также с помощью HPPMU измеряет значения силы тока, действительные значения которого измеряет мультиметр Agilent 3458A.

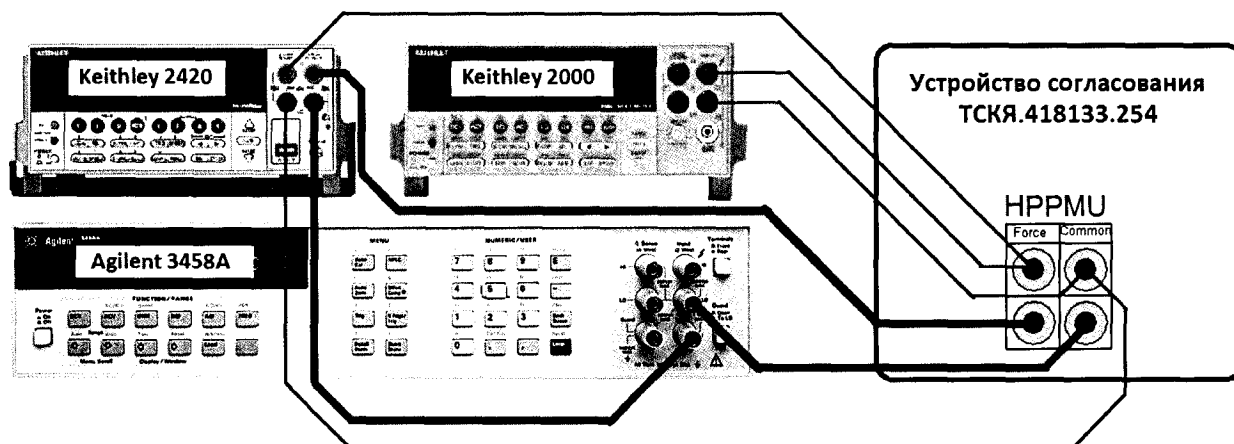


Рисунок 22 – Схема определения погрешности воспроизведения (измерения) напряжения и измерения (воспроизведения) силы тока HPPMU при подключении через разъем UTILITY rogo block

Значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерения силы постоянного тока высокоточными источниками-измерителями HPPMU вычисляются программой проверки по формулам (9) и (10) соответственно



Программа в процессе выполнения выдает аналогичное вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к контактам разъема **HPPMU** устройства согласования ТСКЯ.418133.253, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Установив устройство согласования ТСКЯ.418133.253 вместо ТСКЯ.418133.254, собрать схему, изображенную на рисунке 23. Подключив кабели, продолжить выполнение программы проверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего HPPMU заносятся программой проверки в таблицу >>TEST\_HPPMU1\_util, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока прецизионными источниками-измерителями HPPMU при подключении через разъем UTILITY rogo block должны находиться в пределах, приведенных в таблице 18. В противном случае выполнение программы проверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_HPPMU1\_util, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

Таблица 17 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока HPPMU при подключении через плату PS1600

Ua – воспроизводимое HPPMU значение напряжения, В	I – номинальное значение задаваемое Keithley 2420, мА	Ud – измеренное Keithley 2000 значение напряжения, В	Id – измеренное Agilent 3458A значение силы тока, мА	Ia – измеренное HPPMU значение силы тока, мА	dU – абсолютная погрешность воспроизведения HPPMU напряжения, мВ	Limit dU - пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения, мВ	dI – абсолютная погрешность измерения HPPMU силы тока, мкА	Limit dI - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мкА
- 1,5	- 198,000					± 200,000		± 398,000
- 1,5	0,000					± 2,000		± 0,050
- 1,5	+ 198,000					± 200,000		± 398,000
- 1,0	- 4,950					± 6,950		± 14,950
- 1,0	0,000					± 2,000		± 0,050
- 1,0	+ 4,950					± 6,950		± 14,950
- 0,5	- 0,198					± 2,198		± 0,398
- 0,5	0,000					± 2,000		± 0,050
- 0,5	+ 0,198					± 2,198		± 0,398
- 0,1	- 0,00495					± 2,004		± 0,054
- 0,1	0,000					± 2,000		± 0,050
- 0,1	+ 0,00495					± 2,004		± 0,054
+ 0,1	- 0,00495					± 2,004		± 0,054
+ 0,1	0,000					± 2,000		± 0,050
+ 0,1	+ 0,00495					± 2,004		± 0,054
+ 0,5	- 0,198					± 2,198		± 0,398
+ 0,5	0,000					± 2,000		± 0,050
+ 0,5	+ 0,198					± 2,198		± 0,398
+ 2,0	- 4,950					± 6,950		± 14,950
+ 2,0	0,000					± 2,000		± 0,050
+ 2,0	+ 4,950					± 6,950		± 14,950
+ 6,0	- 198,000					± 200,000		± 398,000
+ 6,0	0,000					± 2,000		± 0,050
+ 6,0	+ 198,000					± 200,000		± 398,000

5.3.11.6 Для определения погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока HPPMU через разъем UTILITY роgo block нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **HPPMU\_1\_util**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно '**Load**' **Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.11.7 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.254. Собрать схему, изображенную на рисунке 22. Подключить разъемы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420, мультиметра Agilent 3458A и мультиметра Keithley 2000

### 5.3.12 Определение погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU

5.3.12.1 Для определения погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU при подключении через плату PS1600 выполнить пункт 5.3.11.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **TEST\_HPPMU2** вместо файла с именем **TEST\_HPPMU1**.

5.3.12.2 Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal D10101 on the Testboard TSKJ.418133.256» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Подключить соединительные кабели к контактам канала 10101 устройства согласования ТСКЯ.418133.256. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 19 значения силы тока для HPPMU и напряжения для калибратора-мультиметра Keithley 2420, измеряет с помощью Agilent 3458A действительные значения силы тока, воспроизводимого HPPMU, а также с помощью HPPMU измеряет значения напряжения, действительные значения которого измеряет мультиметр Keithley 2000. Значения абсолютных погрешностей воспроизведения силы тока и измерения постоянного напряжения высокоточными источниками-измерителями HPPMU вычисляются программой поверки по формулам (11) и (12) соответственно.

$$dI = | I_d | - | I_a |, \quad (11)$$

где  $I_a$  – воспроизводимое значение силы тока;  
 $I_d$  – измеренное значение силы тока.

$$dU = U_a - U_d, \quad (12)$$

где  $U_d$  – действительное значение напряжения;  
 $U_a$  – измеренное значение напряжения.

Программа в процессе выполнения выдает аналогичное вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к контактам канала 10901 устройства согласования ТСКЯ.418133.256, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_HPPMU2**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности воспроизведения силы тока и измерения постоянного напряжения прецизионными источниками-измерителями HPPMU при подключении через плату PS1600 должны находиться в пределах, приведенных в таблице 19. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_HPPMU2**, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

5.3.12.3 Для определения погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU при подключении через разъем UTILITY роgo block выполнить пункт 5.3.11.3, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **TEST\_HPPMU2\_util** вместо файла с именем **TEST\_HPPMU1\_util**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal HPPMU on the Testboard TSKJ.418133.254» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Убедитесь в подключении соединительных кабелей к контактам разъема **HPPMU** устройства согласования ТСКЯ.418133.254. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 20 значения силы тока для HPPMU и напряжения для калибратора-мультиметра Keithley 2420, измеряет с помощью Agilent 3458A действительные значения силы тока, воспроизводимого HPPMU, а также с помощью HPPMU измеряет значения напряжения, действительные значения которого измеряет мультиметр Keithley 2000. Значения абсолютных погрешностей воспроизведения силы тока и измерения

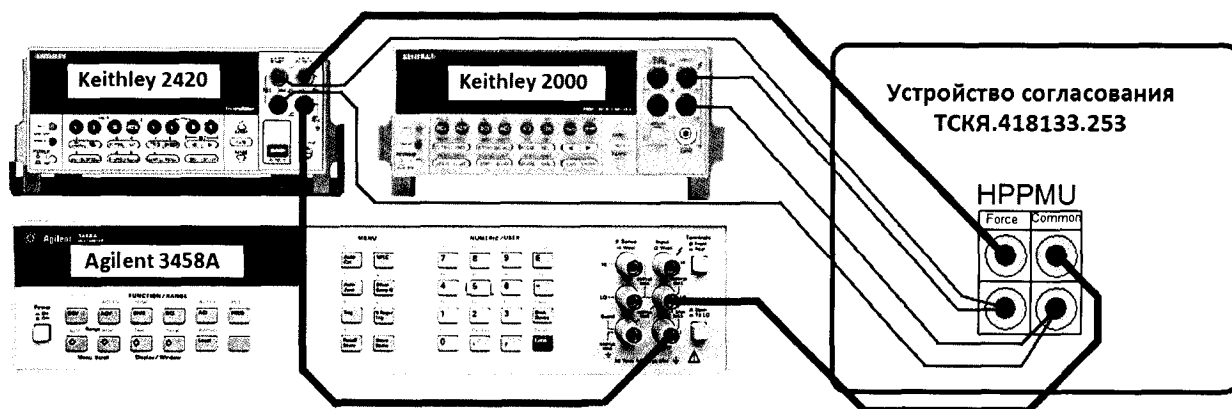


Рисунок 23 – Схема определения погрешности воспроизведения (измерения) напряжения и измерения (воспроизведения) силы тока HPPMU при подключении через разъем UTILITY pogo block

Таблица 18 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока HPPMU при подключении через разъем UTILITY pogo block

Ua – воспроизводимое HPPMU значение напряжения, В	I – номинальное значение силы тока, задаваемое Keithley 2420, мА	Ud – измеренное Keithley 2000 значение напряжения, В	Id – измеренное Agilent 3458A значение силы тока, мА	Ia – измеренное HPPMU значение силы тока, мА	dU – абсолютная погрешность воспроизведения HPPMU напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения, мВ	dI – абсолютная погрешность измерения HPPMU силы тока, мкА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мкА
- 5,0	- 198,000					± 2,0		± 398,000
- 5,0	0,000					± 2,0		± 0,010
- 5,0	+ 198,000					± 2,0		± 398,000
- 2,0	- 4,950					± 2,0		± 14,950
- 2,0	0,000					± 2,0		± 0,010
- 2,0	+ 4,950					± 2,0		± 14,950
- 0,5	- 0,198					± 2,0		± 0,398
- 0,5	0,000					± 2,0		± 0,010
- 0,5	+ 0,198					± 2,0		± 0,398
- 0,1	- 0,00495					± 2,0		± 0,014
- 0,1	+ 0,000					± 2,0		± 0,010
- 0,1	+ 0,00495					± 2,0		± 0,014
+ 0,1	- 0,00495					± 2,0		± 0,014
+ 0,1	0,000					± 2,0		± 0,010
+ 0,1	+ 0,00495					± 2,0		± 0,014
+ 2,0	- 0,198					± 2,0		± 0,398
+ 2,0	- 0,000					± 2,0		± 0,010
+ 2,0	+ 0,198					± 2,0		± 0,398
+ 5,0	- 4,950					± 2,0		± 14,950
+ 5,0	0,000					± 2,0		± 0,010
+ 5,0	+ 4,950					± 2,0		± 14,950
+ 8,0	- 198,000					± 2,0		± 398,000
+ 8,0	0,000					± 2,0		± 0,010
+ 8,0	+ 198,000					± 2,0		± 398,000

Таблица 20 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения HPPMU при подключении через разъем UTILITY pogo block

Ia – воспроизводимое HPPMU значение сила тока	U – номинальное значение задаваемого Keithley 2420 напряжения, В	Ud – измеренное Keithley 2000 значение напряжения, В	Id – измеренное Agilent 3458A значение силы тока, мА	Ua – измеренное HPPMU значение напряжения, В	dI – абсолютная погрешность воспроизведения HPPMU силы тока, мкА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, мкА	dU – абсолютная погрешность измерения HPPMU напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, мВ
- 200 мА	+ 7,9					± 400,000		± 2,0
+ 50 нА	+ 8,0					± 0,010		± 2,0
+ 200 мА	+ 7,9					± 400,000		± 2,0
- 5 мА	+ 5,0					± 15,000		± 2,0
+ 50 нА	+ 5,0					± 0,010		± 2,0
+ 5 мА	+ 5,0					± 15,000		± 2,0
- 200 мкА	+ 2,0					± 0,400		± 2,0
+ 50 нА	+ 2,0					± 0,010		± 2,0
+ 200 мкА	+ 2,0					± 0,400		± 2,0
- 5 мкА	+ 0,1					± 0,015		± 2,0
+ 50 нА	+ 0,1					± 0,010		± 2,0
+ 5 мкА	+ 0,1					± 0,015		± 2,0
- 5 мкА	- 0,1					± 0,015		± 2,0
+ 50 нА	- 0,1					± 0,010		± 2,0
+ 5 мкА	- 0,1					± 0,015		± 2,0
- 200 мкА	- 0,5					± 0,400		± 2,0
+ 50 нА	- 0,5					± 0,010		± 2,0
+ 200 мкА	- 0,5					± 0,400		± 2,0
- 5 мА	- 2,0					± 15,000		± 2,0
+ 50 нА	- 2,0					± 0,010		± 2,0
+ 5 мА	- 2,0					± 15,000		± 2,0
- 200 мА	- 4,9					± 400,000		± 2,0
+ 50 нА	- 5,0					± 0,010		± 2,0
+ 200 мА	- 4,9					± 400,000		± 2,0

Результаты измерений и расчета для соответствующего HPPMU стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_HPPMU2\_util, формируемую в окне ui\_report.ORG.PROD.

Погрешности воспроизведения силы тока и измерения постоянного напряжения прецизионными источниками-измерителями HPPMU при подключении через разъем UTILITY pogo block должны находиться в пределах, приведенных в таблице 20. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_HPPMU2\_util, и появляется диалоговое окно TestMethod. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку No. .

постоянного напряжения высокоточными источниками-измерителями НРРМУ вычисляются программой поверки по формулам (11) и (12) соответственно.

Таблица 19 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения НРРМУ при подключении через плату PS1600

Ia – воспроизводимое НРРМУ значение сила тока	U – номинальное значение задаваемого Keithley 2420 напряжения, В	Ud – измеренное Keithley 2000 значение напряжения, В	Id – измеренное Agilent 3458A значение силы тока, мА	Ua – измеренное НРРМУ значение напряжения, В	dI – абсолютная погрешность воспроизведения НРРМУ силы тока, мкА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, мкА	dU – абсолютная погрешность измерения НРРМУ напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, мВ
- 200 мА	+ 6,0					± 400,000		± 202,000
+ 50 нА	+ 6,0					± 0,050		± 2,000
+ 200 мА	+ 6,0					± 400,000		± 202,000
- 5 мА	+ 2,0					± 15,000		± 7,000
+ 50 нА	+ 2,0					± 0,050		± 2,000
+ 5 мА	+ 2,0					± 15,000		± 7,000
- 200 мкА	+ 0,5					± 0,400		± 2,200
+ 50 нА	+ 0,5					± 0,050		± 2,000
+ 200 мкА	+ 0,5					± 0,400		± 2,200
- 5 мкА	+ 0,1					± 0,055		± 2,005
+ 50 нА	+ 0,1					± 0,050		± 2,000
+ 5 мкА	+ 0,1					± 0,055		± 2,005
- 5 мкА	- 0,1					± 0,055		± 2,005
+ 50 нА	- 0,1					± 0,050		± 2,000
+ 5 мкА	- 0,1					± 0,055		± 2,005
- 200 мкА	- 0,5					± 0,400		± 2,200
+ 50 нА	- 0,5					± 0,050		± 2,000
+ 200 мкА	- 0,5					± 0,400		± 2,200
- 5 мА	- 1,0					± 15,000		± 7,000
+ 50 нА	- 1,0					± 0,050		± 2,000
+ 5 мА	- 1,0					± 15,000		± 7,000
- 200 мА	- 1,5					± 400,000		± 202,000
+ 50 нА	- 1,5					± 0,050		± 2,000
+ 200 мА	- 1,5					± 400,000		± 202,000

Программа в процессе выполнения выдает аналогичное вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к контактам разъема НРРМУ устройства согласования ТСКЯ.418133.253, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**.

Установив устройство согласования ТСКЯ.418133.253 вместо ТСКЯ.418133.254, собрать схему, изображенную на рисунке 23. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, после чего продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.



$$dU = U_d - U_a, \quad (13)$$

где  $U_d$  – действительное значение напряжения;  
 $U_a$  – значение напряжения, воспроизводимое источником питания.

Таблица 21 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения источниками питания MS DPS в 4-х канальном режиме

$U_a$ – воспроизводимое MS DPS значение напряжения, В	$I_d$ – значение силы тока, задаваемое Keithley 2651A, А	$U_d$ – измеряемое Keithley 2000 действительное значение напряжения, В	$dU$ – абсолютная погрешность воспроизведения MS DPS напряжения, мВ	Limit $dU$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения MS DPS напряжения, мВ
- 8,00	+ 3,9			± 27,60
- 8,00	0,0			± 12,00
- 8,00	- 1,4			± 17,60
- 5,00	+ 3,9			± 24,60
- 5,00	0,0			± 9,00
- 5,00	- 1,4			± 14,60
- 3,00	+ 3,9			± 22,60
- 3,00	0,0			± 7,00
- 3,00	- 1,4			± 12,60
- 0,01	+ 3,9			± 19,61
0,00	0,0			± 4,00
+ 0,01	- 7,9			± 35,61
+ 3,00	+ 1,4			± 12,60
+ 3,00	0,0			± 7,00
+ 3,00	- 7,9			± 38,60
+ 7,00	+ 1,4			± 16,60
+ 7,00	0,0			± 11,00
+ 7,00	- 7,9			± 42,60
+ 8,00	+ 1,4			± 17,60
+ 8,00	0,0			± 12,00
+ 8,00	- 3,9			± 27,60

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.254, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.



Результаты измерений и расчета для соответствующего канала источника MS DPS заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_MSDPS4\_V, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности воспроизведения напряжения источником питания MS DPS в четырехканальном режиме должны находиться в пределах, приведенных в таблице 21. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_MSDPS4\_V, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

5.3.13.4 Для определения погрешности воспроизведения напряжения источником питания MS DPS в восьмиканальном режиме выполнить пункт 5.3.13.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **MSDPS8\_V** вместо файла с именем **MSDPS4\_V**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 22 значения напряжения для соответствующего канала источника питания MS DPS и силы тока для Keithley 2651A, измеряет с помощью Keithley 2000 действительные значения напряжения, воспроизводимого каналами MS DPS.

### 5.3.13 Определение погрешности воспроизведения напряжения источником питания MS DPS

5.3.13.1 Для определения погрешности воспроизведения напряжения источником питания MS DPS в четырехканальном режиме нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **MSDPS4\_V**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.13.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.254. Собрать схему, изображенную на рисунке 24. Подключить разъемы GPIB калибратора-измерителя Keithley 2651 и мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов GPIB калибратора-измерителя Keithley 2651 и мультиметра Keithley 2000 равны 26 и 16 соответственно. Перевести мультиметр Keithley 2000 в режим FRONT, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options > Clear**.

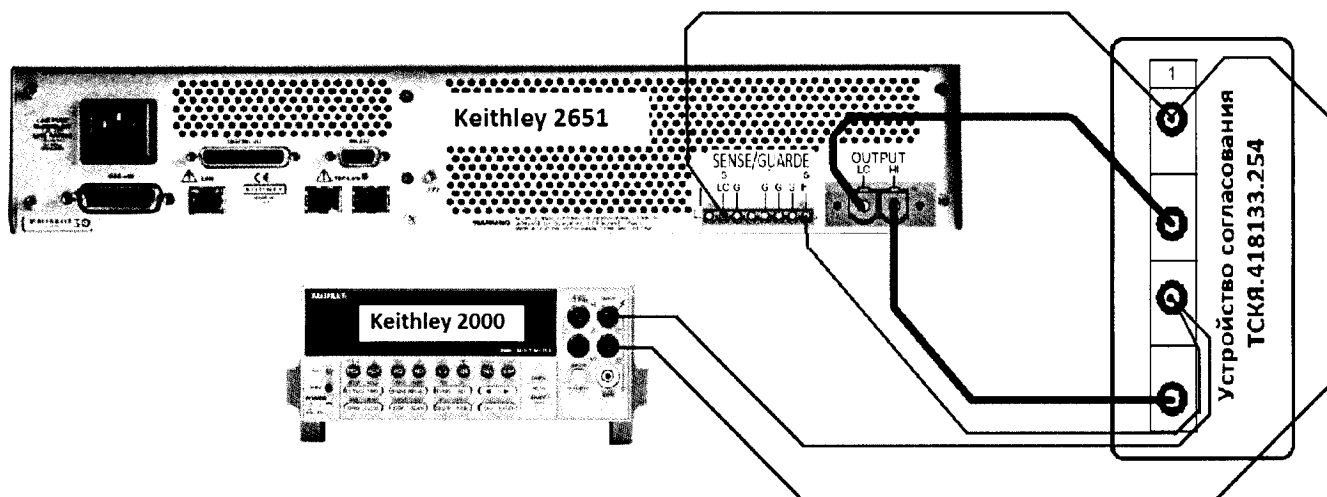



Рисунок 24 – Схема определения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения источником питания MS DPS

5.3.13.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal 1 on the Testboard TSKJ.418133.254» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Убедиться в подключении соединительных кабелей к контактам канала 1 устройства согласования ТСКЯ.418133.254. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 21 значения напряжения для соответствующего канала источника питания MS DPS и силы тока для Keithley 2651A, измеряет с помощью Keithley 2000 действительные значения напряжения, воспроизводимого MS DPS. Значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения источниками питания MSDPS стенда вычисляются программой поверки по формуле (13):

вой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.14.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.254. Собрать схему, изображенную на рисунке 25. Подключить разъем GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB калибратора-мультиметра равен 24. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options > Clear**.

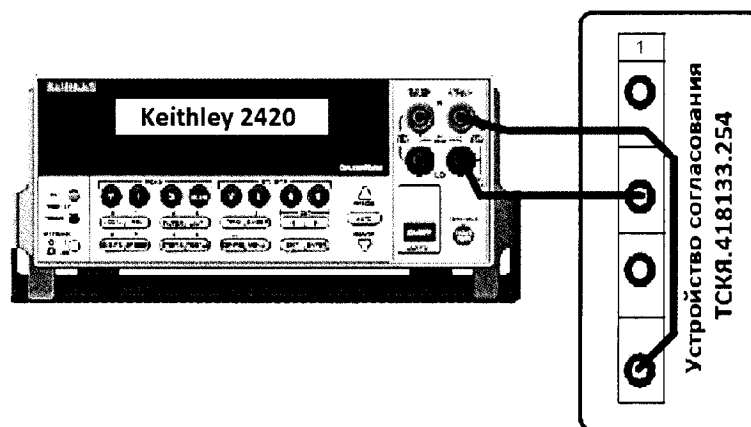



Рисунок 25 – Схема определения абсолютной погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS на пределах 10 мкА, 100 мкА, 1 и 10 мА

Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal 1 on the Testboard TSKJ.418133.254» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Убедиться в подключении соединительных кабелей к контактам канала 1 устройства согласования ТСКЯ.418133.254. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

5.3.14.3 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 23 значения напряжения для соответствующего канала источника MS DPS, измеряет с помощью MS DPS значения силы тока, действительные значения которых воспроизводит Keithley 2420. Значения абсолютной погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS вычисляются программой поверки по формуле (14):

$$dI = | I_a | - | I_d |, \quad (14)$$

где  $I_a$  – измеряемое значение силы тока;  
 $I_d$  – действительное значение силы тока.

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному в пункте 5.3.14.1 предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.254, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала источника MS DPS заносятся программой поверки в таблицу **>>TEST\_MSDPS4\_I\_1**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS в четырехканальном режиме должны находиться в пределах, приведенных в таблице 23. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы **>>TEST\_MSDPS4\_I\_1**, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

Значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения каналами источниками питания MS DPS стенда вычисляются программой поверки по формуле (13).

Таблица 22 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения источниками питания MS DPS в 8-и канальном режиме



Ua – воспроизводимое MS DPS значение напряжения, В	Id – значение силы тока, задаваемое Keithley 2651A, А	Ud – измеряемое Keithley 2000 действительное значение напряжения, В	dU – абсолютная погрешность воспроизведения MS DPS напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения MS DPS напряжения, мВ
- 8,00	+ 1,9			± 17,60
- 8,00	0,0			± 10,00
- 8,00	- 1,4			± 15,60
- 5,00	+ 1,9			± 14,60
- 5,00	0,0			± 7,00
- 5,00	- 1,4			± 12,60
- 3,00	+ 1,9			± 12,60
- 3,00	0,0			± 5,00
- 3,00	- 1,4			± 10,60
- 0,01	+ 1,9			± 9,61
0,00	0,0			± 2,00
+ 0,01	- 3,9			± 17,61
+ 3,00	+ 1,4			± 10,60
+ 3,00	0,0			± 5,00
+ 3,00	- 3,9			± 20,60
+ 7,00	+ 1,4			± 14,60
+ 7,00	0,0			± 9,00
+ 7,00	- 3,9			± 24,60
+ 8,00	+ 1,4			± 15,60
+ 8,00	0,0			± 10,00
+ 8,00	- 1,9			± 17,60

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному в пункте 5.3.13.1 предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.254, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала источника MS DPS заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_MSDPS8\_V, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности воспроизведения напряжения источником питания MS DPS в восьмиканальном режиме должны находиться в пределах, приведенных в таблице 22. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_MSDPS8\_V, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.



### 5.3.14 Определение погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS

5.3.14.1 Для определения погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS в четырехканальном режиме на пределах 100 мкА, 1 и 10 мА нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **MSDPS4\_I\_1**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать ле-

продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала MS DPS заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_MSDPS8\_I\_1**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS в восьмиканальном режиме должны находиться в пределах, приведенных в таблице 24. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_MSDPS8\_I\_1**, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

5.3.14.5 Для определения погрешности измерения силы тока источником питания MSDPS в четырехканальном режиме на пределах 0,3 и 8 А нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **MSDPS4\_I\_2**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно '**Load**' **Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.14.6 Установить на измерительный головной блок станда устройство согласования ТСКЯ.418133.254. Собрать схему, изображенную на рисунке 26. Подключить разъем GPIB калибратора универсального Fluke 9100 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адреса порта GPIB калибратора Fluke 9100 равен 18. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options > Clear**.

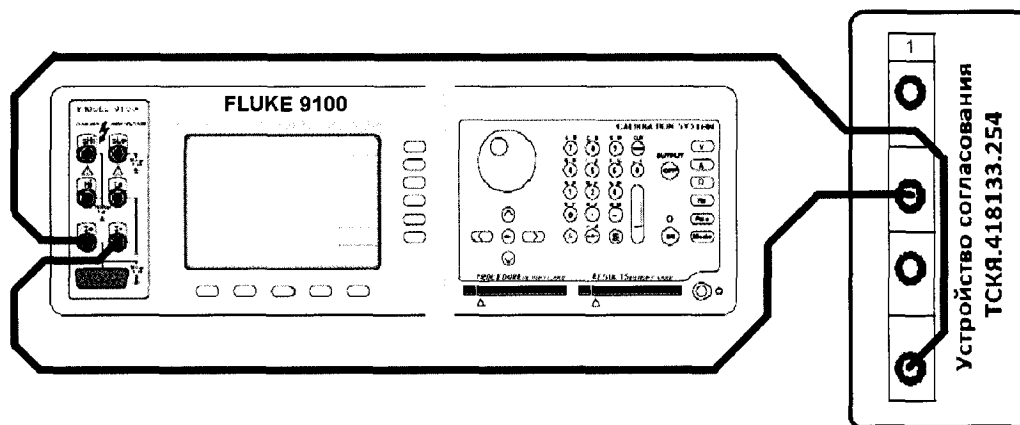



Рисунок 26 – Схема определения абсолютной погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS на пределах 0,3; 4; 8А

5.3.14.7 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal 1 on the Testboard TSKJ.418133.254» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Убедиться в подключении соединительных кабелей к контактам канала 1 устройства согласования ТСКЯ.418133.254. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 25 значения напряжения для соответствующего канала источника MS DPS, измеряет с помощью MS DPS значения силы тока, действительные значения которых воспроизводит калибратор Fluke 9100. Значения абсолютной

Таблица 23 – Определение абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания MS DPS в 4-х канальном режиме на пределах 100 мкА, 1 и 10 мА

Id – значение силы тока, воспроизводимое Keithley 2420, мА	Ua – значение напряжения, воспроизводимое MS DPS, В	Ia – значение силы тока, измеряемое MS DPS, мА	dI – абсолютная погрешность измерения силы тока MS DPS, мкА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мкА
+ 10,0	+ 1,5			± 20,0
+ 1,0	+ 1,5			± 2,0
+ 0,1	+ 1,5			± 0,2
+ 0,0	+ 1,5			± 0,1
- 0,1	+ 1,5			± 0,2
- 1,0	+ 1,5			± 2,0
- 10,0	+ 1,5			± 20,0
+ 10,0	- 1,5			± 20,0
+ 1,0	- 1,5			± 2,0
+ 0,1	- 1,5			± 0,2
+ 0,0	- 1,5			± 0,1
- 0,1	- 1,5			± 0,2
- 1,0	- 1,5			± 2,0
- 10,0	- 1,5			± 20,0

5.3.14.4 Для определения погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS в восьмиканальном режиме на пределах 10 мкА, 100 мкА, 1 и 10 мА выполнить пункт 5.3.14.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **MSDPS8\_I\_1** вместо файла с именем **MSDPS4\_I\_1**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 24 значения напряжения для соответствующего канала источника MS DPS, измеряет с помощью MS DPS значения силы тока, действительные значения которых воспроизводит Keithley 2420. Значения абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания MS DPS вычисляются программой поверки по формуле (14).

Таблица 24 – Определение абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания MS DPS в 8-ми канальном режиме на пределах 10, 100 мкА, 1 и 10 мА



Id – значение силы тока, воспроизводимое Keithley 2420, мА	Ua – значение напряжения, воспроизводимое MS DPS, В	Ia – значение силы тока, измеряемое MS DPS, мА	dI – абсолютная погрешность измерения силы тока MS DPS, мкА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мкА
+ 10,00	+ 1,5			± 20,00
+ 1,00	+ 1,5			± 2,00
+ 0,10	+ 1,5			± 0,20
+ 0,01	+ 1,5			± 0,02
+ 0,00	+ 1,5			± 0,01
- 0,01	+ 1,5			± 0,02
- 0,10	+ 1,5			± 0,20
- 1,00	+ 1,5			± 2,00
- 10,00	+ 1,5			± 20,00
+ 10,00	- 1,5			± 20,00
+ 1,00	- 1,5			± 2,00
+ 0,10	- 1,5			± 0,20
+ 0,01	- 1,5			± 0,02
+ 0,0	- 1,5			± 0,01
- 0,01	- 1,5			± 0,02
- 0,10	- 1,5			± 0,20
- 1,00	- 1,5			± 2,00
- 10,00	- 1,5			± 20,00

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному в пункте 5.3.14.1 предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.254, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам,


Таблица 26 – Определение абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания MS DPS в 8-ми канальном режиме на пределах 0,3 и 4 А

Id – значение силы тока, воспроизводимое Fluke 9100, А	Ua – значение напряжения, воспроизводимое MS DPS, В	Ia – значение силы тока, измеряемое MS DPS, мА	dI – абсолютная погрешность измерения силы тока MS DPS, мА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения MS DPS силы тока, мА
- 4,0	+ 1,5			± 14,0
- 0,3	+ 1,5			± 0,6
+ 0,3	+ 1,5			± 0,6
+ 1,5	+ 1,5			± 11,5
- 1,5	- 1,5			± 11,5
- 0,3	- 1,5			± 0,6
+ 0,3	- 1,5			± 0,6
+ 2,0	- 1,5			± 12,0

### 5.3.15 Определение погрешности воспроизведения напряжения источником питания DCS DPS32

5.3.15.1 Нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **DPS32\_V**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.15.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.253. Собрать схему, изображенную на рисунке 27. Подключить разъемы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 и мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 и мультиметра Keithley 2000 равны 24 и 16 соответственно. Перевести мультиметр Keithley 2000 в режим FRONT, используя кнопку **Front/Rear** на передней панели прибора. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options > Clear**.

5.3.15.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal 22501 on the Testboard TSKJ.418133.253» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Убедиться в подключении соединительных кабелей в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 27. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 27 значения напряжения для соответствующего канала источника питания DCS DPS32 и силы тока для Keithley 2420, измеряет с помощью Keithley 2000 действительные значения напряжения, воспроизводимого источником. Значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения источниками питания DCS DPS32 стенда вычисляются программой поверки по формуле (13).

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к контактам XXXYU устройства согласования ТСКЯ.418133.253, где XXX обозначает номер группы 225 или

погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS вычисляются программой поверки по формуле (14).

Таблица 25 – Определение абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания MS DPS в 4-х канальном режиме на пределах 0,3 и 8 А

Id – значение силы тока, воспроизводимое Fluke 9100, А	Ua – значение напряжения, воспроизводимое MS DPS, В	Ia – значение силы тока, измеряемое MS DPS, мА	dI – абсолютная погрешность измерения силы тока MS DPS, мА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения MS DPS силы тока, мА
- 8,0	+ 1,5			± 28,0
- 0,3	+ 1,5			± 0,6
+ 0,3	+ 1,5			± 0,6
+ 1,5	+ 1,5			± 21,5
- 1,5	- 1,5			± 21,5
- 0,3	- 1,5			± 0,6
+ 0,3	- 1,5			± 0,6
+ 4,0	- 1,5			± 24,0

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному в пункте 5.3.14.5 предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.254, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала MS DPS заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_MSDPS4\_I\_2**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS в четырехканальном режиме должны находиться в пределах, приведенных в таблице 25. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_MSDPS4\_I\_2**, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

5.3.14.8 Для определения погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS в восьмиканальном режиме на пределах 0,3 и 4А выполнить пункт 5.3.14.5, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **MSDPS8\_I\_2** вместо файла с именем **MSDPS4\_I\_2**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 26 значения напряжения для соответствующего канала источника MS DPS, измеряет с помощью MS DPS значения силы тока, действительные значения которых воспроизводит калибратор Fluke 9100. Значения абсолютной погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS вычисляются программой поверки по формуле (14).

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.254, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала источника MS DPS заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_MSDPS8\_I\_2**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.



Погрешности измерения силы тока источником питания MS DPS в восьмиканальном режиме должны находиться в пределах, приведенных в таблице 26. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_MSDPS8\_I\_2**, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.




Таблица 27 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока источниками питания DCS DPS32

Ua – воспроизводимое DCS DPS32 значение напряжения, В	Id – значение силы тока, задаваемое Keithley 2420, А	Ud – измеряемое Keithley 2000 действительное значение напряжения, В	dU – абсолютная погрешность воспроизведения DCS DPS32 напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения, мВ
0,0	+ 1,5			± 3
0,0	0,0			± 3
0,0	- 1,5			± 3
+ 3,0	+ 1,5			± 3
+ 3,0	0,0			± 3
+ 3,0	- 1,5			± 3
+ 3,6	+ 1,2			± 3
+ 3,6	0,0			± 3
+ 3,6	- 1,2			± 3
+ 7,0	+ 0,5			± 3
+ 7,0	0,0			± 3
+ 7,0	- 0,5			± 3

### 5.3.16 Определение погрешности измерения силы тока источником питания DPS32

5.3.16.1 Для определения абсолютной погрешности измерения силы тока источником питания DCS DPS32 на пределах 100 мкА, 2 и 50 мА нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **DPS32\_I\_1**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно **'Load' Action**, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.16.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.253. Собрать схему, изображенную на рисунке 28. Подключить разъемы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 и мультиметра Agilent 3458A к соответствующему разъему шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 и мультиметра Agilent 3458A равны 24 и 22 соответственно. Перевести мультиметр Agilent в режим FRONT, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Нажав кнопку **Guard** мультиметра Agilent 3458A, зафиксировать ее в положение **To LO**. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав в этом окне команду меню **Options > Clear**.

5.3.16.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal 22501 on the Testboard TSKJ.418133.253» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Убедиться в подключении соединительных кабелей в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 28. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая с помощью Keithley 2420 указанные в таблице 28 значения силы тока и значение напряжения 1,5 В, воспроизводит соответствующим каналом

425, а YY – номер канала в группе от 1 до 16, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Для облегчения операции подключения в верхней части устройства согласования ТСКЯ.418133.253 имеется легенда, на которой обозначены номера групп и каналов, контакты которых расположены в нижней части устройства согласования. В этой легенде символами DPS225 и DPS425 обозначены номера группы 225 или 425 соответственно, символами от P1 до P16 обозначены номера каналов в группе от 1 до 16 соответственно, символ F обозначает силовую клемму канала, символ S – клемму канала для подключения обратной связи, а символ CMN обозначает общие для всех каналов контакты. Подключив кабели к указанным в сообщении контактам, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

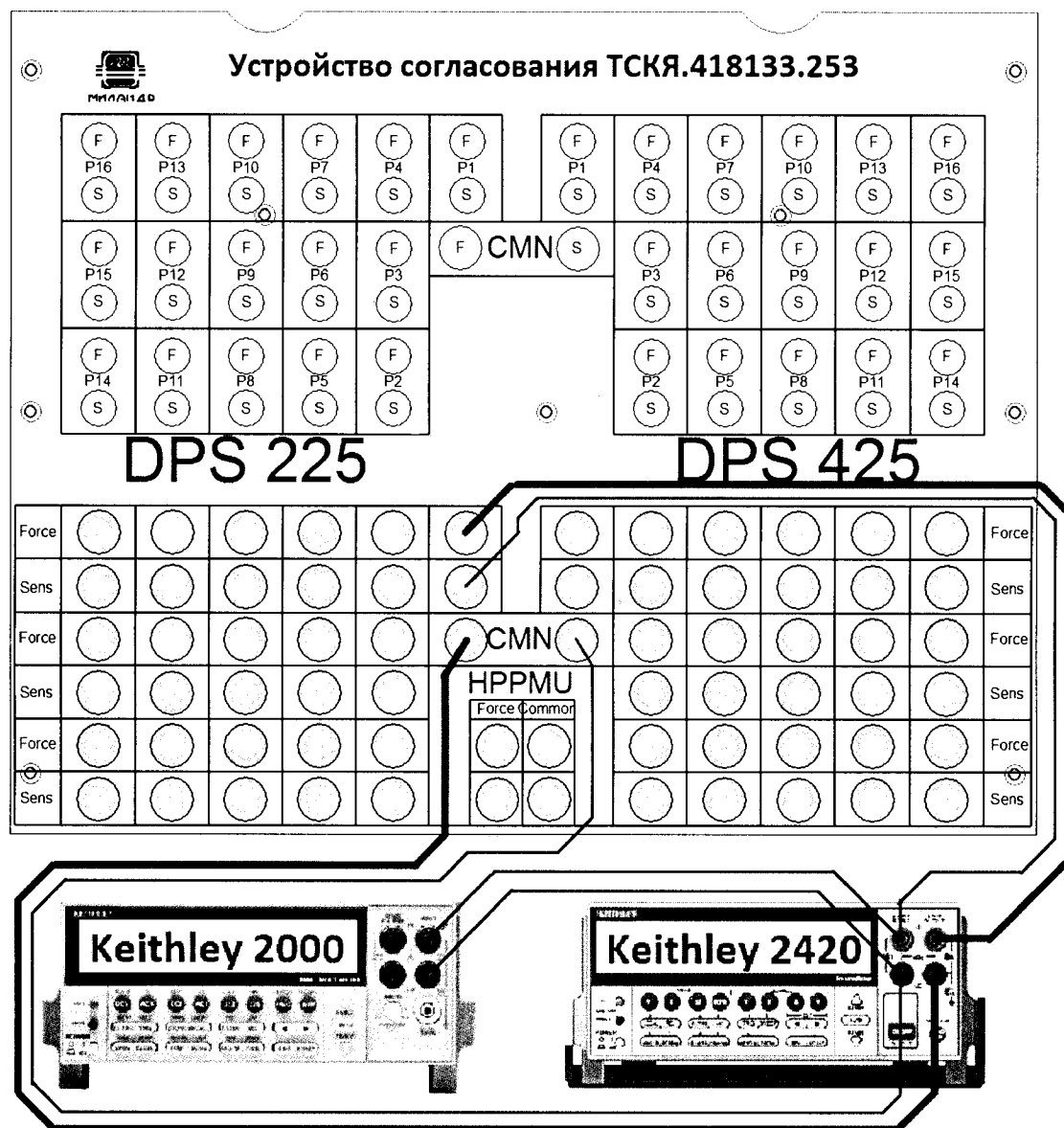


Рисунок 27 – Схема определения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения источником питания DCS DPS32



Результаты измерений и расчета для соответствующего канала источника питания стенда зачисляются программой поверки в таблицу >>TEST\_DPS32\_V, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности воспроизведения напряжения источником питания DCS DPS32 должны находиться в пределах, приведенных в таблице 27. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_DPS32\_V, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

силовым клеммам канала, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала источника питания стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST\_DPS32\_I\_1**, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности измерения силы тока источником питания DCS DPS32 на пределах 100 мкА, 2 и 50 мА должны находиться в пределах, приведенных в таблице 28. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST\_DPS32\_I\_1**, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

5.3.16.4 Для определения абсолютной погрешности измерения силы тока источником питания DCS DPS32 на пределе 1,5А нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **Device Information** вкладки **Test Program Explorer** окна **Setup - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 8. В списке файлов выбрать файл с именем **DPS32\_I\_2**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**. Вновь нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением . В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на пункте меню **Load All Setups**. Будет произведена загрузка необходимых настроек, в процессе которой отображается окно 'Load' Action, изображенное на рисунке 9. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

5.3.16.5 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.253. Собрать схему, изображенную на рисунке 29. Подключить разъем GPIB калибратора универсального Fluke 9100 к соответствующему разъему шлюза E5810В, используя интерфейсный кабель GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB калибратора равен 18. Очистить окно **ui\_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options > Clear**.

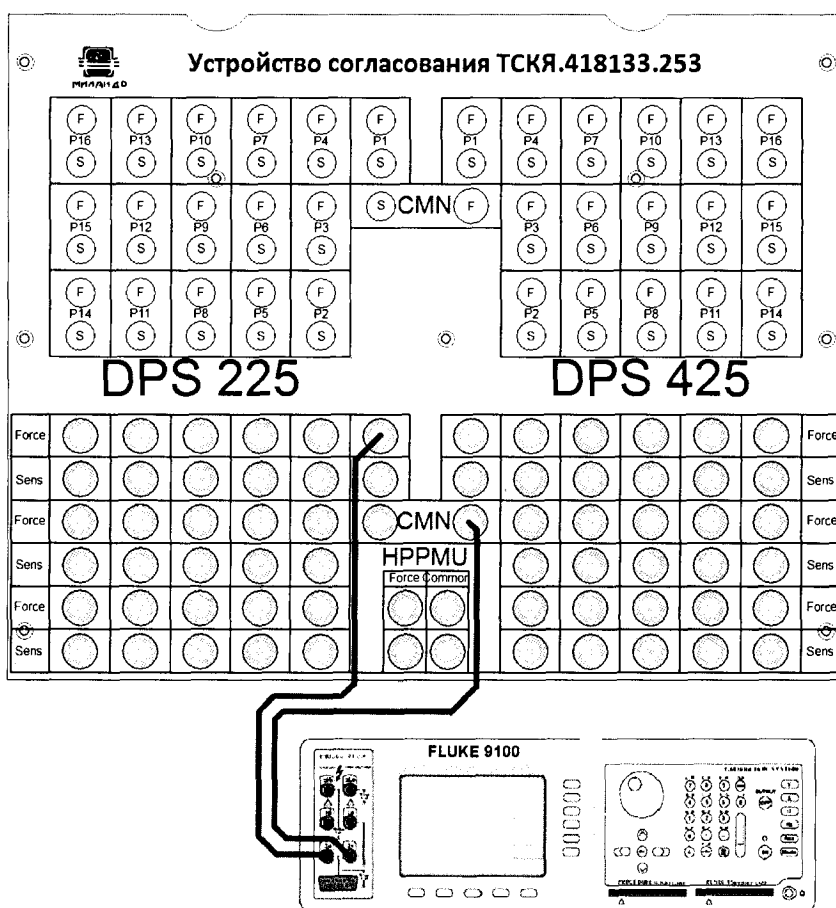


Рисунок 29 – Схема определения абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания DCS DPS32 на пределе 1,5А

источника питания DCS DPS32, измеряет источником питания значения силы тока, действительные значения которого измеряются с помощью мультиметра Agilent 3458A. Значения абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания DCS DPS32 вычисляются программой поверки по формуле (14).

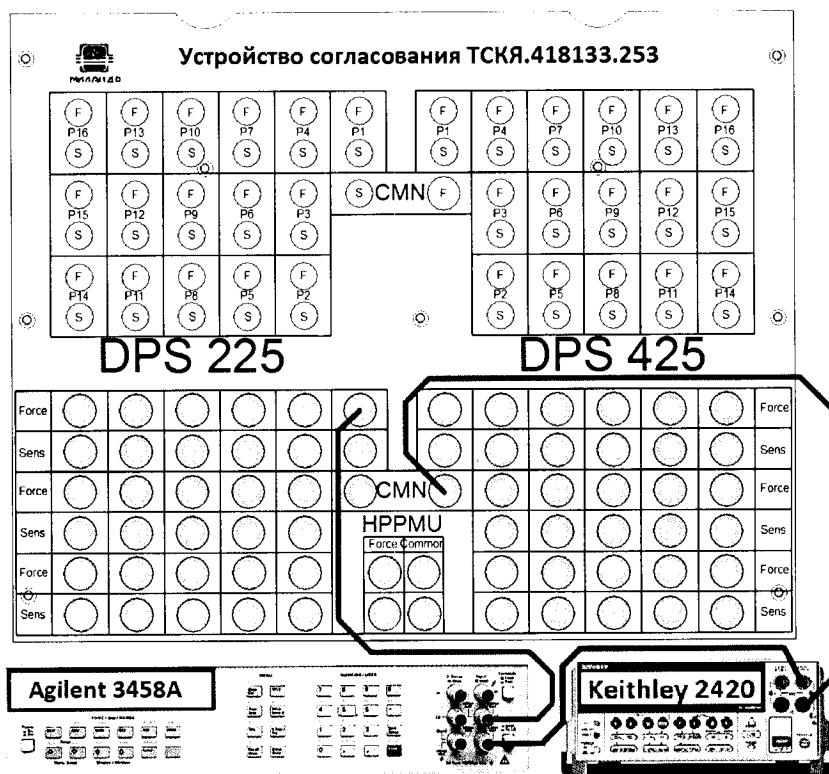



Рисунок 28 – Схема определения абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания DCS DPS32 на пределах 100 мкА, 2 и 50 мА

Таблица 28 – Определение абсолютной погрешности измерения источниками питания DCS DPS32 силы тока на пределах 100 мкА, 2 и 50 мА

I – значение силы тока, воспроизводимое Keithley 2420, мА	I <sub>d</sub> – действительное значение силы тока, измеряемое Agilent 3458A, мА	I <sub>a</sub> – значение силы тока, измеряемое DCS DPS32, мА	dI – абсолютная погрешность измерения силы тока DCS DPS32, мкА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мкА
- 50,0				± 100,0
- 2,0				± 4,0
- 0,1				± 0,2
0,0				± 0,1
+ 0,1				± 0,2
+ 2,0				± 4,0
+ 50,0				± 100,0

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к контактам XXXYY устройства согласования TSKYA.418133.253, где XXX обозначает номер группы 225 или 425, а YY – номер канала в группе от 1 до 16, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Для облегчения операции подключения в верхней части устройства согласования TSKYA.418133.253 имеется легенда, на которой обозначены номера групп и каналов, контакты которых расположены в нижней части устройства согласования. В этой легенде символами DPS225 и DPS425 обозначены номера группы 225 или 425 соответственно, символами от P1 до P16 обозначены номера каналов в группе от 1 до 16 соответственно, символ F обозначает силовую клемму канала, символ S – клемму канала для подключения обратной связи, а символ CMN обозначает общие для всех каналов контакты. Подключив кабели к указанным в сообщении

5.3.16.6 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 3. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

Перед выполнением программы в окне **ui\_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal 22501 on the Testboard TSKJ.418133.253» и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Убедиться в подключении соединительных кабелей в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 29. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Программа, последовательно задавая указанные в таблице 29 действительные значения силы тока с помощью калибратора Fluke 9100 и значение напряжения 1,5 В, воспроизводимое соответствующим каналом источника питания DCS DPS32, измеряет источником питания значения силы тока. Значения абсолютной погрешности измерения силы тока источниками питания DCS DPS32 вычисляются программой поверки по формуле (14).

Таблица 29 – Определение абсолютной погрешности измерения источниками питания DCS DPS32 силы тока на пределе 1,5 А

Id – значение силы тока, воспроизводимое Fluke 9100, мА	Ia – значение силы тока, измеряемое DCS DPS32, мА	dI – абсолютная погрешность измерения силы тока DCS DPS32, мкА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мкА
- 1500,0			± 3090
+ 1500,0			± 3090

В процессе выполнения программа выдает аналогичные вышеприведенному предупреждению сообщения о необходимости подключения соединительных кабелей к контактам XXXYY устройства согласования ТСКЯ.418133.253, где XXX обозначает номер группы 225 или 425, а YY – номер канала в группе от 1 до 16, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Для облегчения операции подключения в верхней части устройства согласования ТСКЯ.418133.253 имеется легенда, на которой обозначены номера групп и каналов, контакты которых расположены в нижней части устройства согласования. В этой легенде символами DPS225 и DPS425 обозначены номера группы 225 или 425 соответственно, символами от P1 до P16 обозначены номера каналов в группе от 1 до 16 соответственно, символ F обозначает силовую клемму канала, символ S – клемму канала для подключения обратной связи, а символ CMN обозначает общие для всех каналов контакты. Подключив кабели к указанным в сообщении силовым клеммам канала, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала источника питания стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST\_DPS32\_I\_2, формируемую в окне **ui\_report.ORG.PROD**.

Погрешности измерения силы тока источником питания DCS DPS32 на пределе 1,5А должны находиться в пределах, приведенных в таблице 29. В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST\_DPS32\_I\_2, и появляется диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.



## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки оформляются протоколы в произвольной форме.

6.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

6.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

Начальник лаборатории  
№ 551 ФБУ «Ростест-Москва»



Ю.Н. Ткаченко

Инженер по метрологии лаборатории  
№ 551 ФБУ «Ростест-Москва»



В.Ф. Литонов

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора  
ЗАО «АКТИ-Мастер» по метрологии



Д.Р. Васильев

Главный метролог ЗАО «ПКК Миландр»



А.В. Попов