

СОГЛАСОВАНО

**Главный метролог
АО «АКТИ-Мастер»**



А.П. Лисогор А.П. Лисогор

« 27 » мая 2025 г. .

Государственная система обеспечения единства измерений

**Стенд измерительный для больших и сверхбольших
интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/СТН**

**Методика поверки
МП V93000PS-1600СТН/2025**

**Москва
2025**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Стенд измерительный для больших и сверхбольших интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/CTH с заводским номером MY04607435 (далее по тексту – стенд), изготовленный компанией “Advantest PTE, Ltd”, Малайзия, и устанавливает методы и средства его поверки.

1.2 Поверка обеспечивает прослеживаемость к государственным эталонам:

- ГЭТ 13-2023 по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы (Приказ Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520);

- ГЭТ 4-91 по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А (приказ Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091);

- ГЭТ 1-2022 по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты (Приказ Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360).

1.3 Операции поверки выполняются методами прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	3
Внешний осмотр	да	да	7
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8
Идентификация программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Определение погрешности установки длительности вектора тестовой последовательности	да	да	10.1
Определение погрешности установки временных меток D1 – D8 и R1 – R8	да	да	10.2

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение максимальной длительности фронта, спада и минимальной длительности выходных импульсов стандартного драйвера	да	да	10.3
Определение максимальной длительности фронта и спада выходных импульсов широкодиапазонного драйвера	да	да	10.4
Определение погрешности воспроизведения уровней напряжения драйверами	да	да	10.5
Определение погрешности измерения уровней напряжения компараторами	да	да	10.6
Определение погрешности воспроизведения силы тока активной нагрузкой	да	да	10.7
Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источником-измерителем PMU	да	да	10.8
Определение погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения источником-измерителем PMU	да	да	10.9
Определение погрешности измерения уровней напряжения АЦП BADC	да	да	10.10
Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока прецизионным источником-измерителем HPPMU	да	да	10.11
Определение погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU	да	да	10.12
Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источником питания DCS DPS128	да	да	10.13
Определение погрешности ограничения силы тока и измерения напряжения источником питания DCS DPS128	да	да	10.14
Определение погрешности воспроизведения силы тока источником питания DCS DPS128	да	да	10.15
Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока группой каналов источника питания DCS DPS128	да	да	10.16
Определение погрешности ограничения силы тока группой каналов источника питания DCS DPS128	да	да	10.17

2.2 Периодическая поверка по письменному запросу пользователя может быть выполнена для отдельных измерительных каналов стенда по соответствующим операциям, указанным в таблице 1.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий, при которых нормируются метрологические характеристики стенда, а также по условиям применения средства поверки при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении от +20 °С до +30 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области электрических измерений, и имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области аккредитации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
раздел 3 Контроль условий проведения поверки	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,3$ °С в диапазоне от 0 до +50 °С; пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 2 % в диапазоне от 0 % до 90 %; пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,25$ кПа в диапазоне от 70 до 110 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д; рег. № 46434-11
п.10.1 Определение абсолютной погрешности установки длительности вектора тестовой последовательности	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда, по ГПС для средств измерений времени и частоты, приказ Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г., Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений частоты в диапазоне от 0 до 3 ГГц: $\pm 0,004$ млн ⁻¹	Частотомер электронно-счетный 53132А с опциями 012 и 030; рег. № 26211-03
п.10.2 Определение погрешности установки временных меток D1 – D8 и R1 – R8	Абсолютная погрешность измерения временных интервалов Т при частоте дискретизации 10 ГГц в пределах $\pm(3,5 \cdot 10^{-6} \cdot T + 10$ пс)	Осциллограф цифровой DPO7254 с пробником P6158A; рег. № 53104-13

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.3 Определение максимальной длительности фронта, спада и минимальной длительности выходных импульсов стандартного драйвера	Абсолютная погрешность измерения временных интервалов T при частоте дискретизации 10 ГГц в пределах $\pm(3,5 \cdot 10^{-6} \cdot T + 10 \text{ пс})$	Осциллограф цифровой DPO7254 с пробником P6158A; рег. № 53104-13
п.10.4 Определение максимальной длительности фронта и спада выходных импульсов широкодиапазонного драйвера	Абсолютная погрешность измерения временных интервалов T при частоте дискретизации 10 ГГц в пределах $\pm(3,5 \cdot 10^{-6} \cdot T + 10 \text{ пс})$	
п.10.5 Определение погрешности воспроизведения уровней напряжения драйвера	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$; 100 В: $\pm(4,5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,6 \text{ мВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
п.10.6 Определение погрешности измерения уровней напряжения компараторами	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, приказ Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г, пределы абсолютной погрешности воспроизведения напряжения U на пределе диапазона 20 В: $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,4 \text{ мВ})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08
п.10.7 Определение погрешности воспроизведения силы тока активной нагрузкой	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда, по ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока, приказ Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г., пределы абсолютной погрешности измерений силы тока I на пределе диапазона 1 мА: $\pm(2,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 60 \text{ нА})$; 10 мА: $\pm(3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,6 \text{ мкА})$; 100 мА: $\pm(5,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 6 \text{ мкА})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08
п.10.8 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источником-измерителем PMU	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
	Пределы абсолютной погрешности воспроизведения силы тока I на пределе диапазона 10 мкА: $\pm(3,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \text{ нА})$; 100 мкА: $\pm(3,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20 \text{ нА})$; 1 мА: $\pm(3,4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 200 \text{ нА})$; 100 мА: $\pm(6,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20 \text{ мкА})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.9 Определение погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения источником-измерителем PMU	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
	Пределы абсолютной погрешности: измерений силы тока I на пределе диапазона 10 мкА: $\pm(2,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,7 \text{ нА})$; 100 мкА: $\pm(2,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 6 \text{ нА})$; 1 мА: $\pm(2,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 60 \text{ нА})$; 100 мА: $\pm(5,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 6 \text{ мА})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08
п.10.10 Определение погрешности измерения уровней напряжения АЦП BADC	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$; 100 В: $\pm(4,5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,6 \text{ мВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
	Пределы абсолютной погрешности воспроизведения напряжения U на пределе диапазона 20 В: $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,4 \text{ мВ})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08
п.10.11 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока прецизионным источником-измерителем HPPMU	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда, по ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока, приказ Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г, пределы абсолютной погрешности измерений силы тока I на пределе диапазона 10 мкА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 7 \text{ пА})$; 1 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 4 \text{ нА})$; 10 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 40 \text{ нА})$; 1 А: $\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \text{ мкА})$	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
	Пределы абсолютной погрешности воспроизведения силы тока I на пределе диапазона 10 мкА: $\pm(3,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \text{ нА})$; 1 мА: $\pm(3,4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 200 \text{ нА})$; 100 мА: $\pm(6,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20 \text{ мкА})$; 1 А: $\pm(6,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 900 \text{ мкА})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08
	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
	Пределы абсолютной погрешности измерений силы тока I на пределе диапазона 10 мкА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 7 \text{ пА})$; 1 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 4 \text{ нА})$; 10 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 40 \text{ нА})$; 1 А: $\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \text{ мкА})$	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
п.10.12 Определение погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
	Пределы абсолютной погрешности воспроизведения напряжения U на пределе диапазона 2 В: $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,6 \text{ мВ})$; 20 В: $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,4 \text{ мВ})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.13 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источником питания DCS DPS128	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
	Пределы абсолютной погрешности измерений силы тока I на пределе диапазона 100 мкА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 60 \text{ нА})$; 1 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 4 \text{ нА})$; 10 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 40 \text{ нА})$; 100 мА: $\pm(2,5 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,4 \text{ мкА})$; 1 А: $\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \text{ мкА})$	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
	Пределы абсолютной погрешности воспроизведения силы тока I на пределе диапазона 100 мкА: $\pm(3,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20 \text{ нА})$; 1 мА: $\pm(3,4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 200 \text{ нА})$; 10 мА: $\pm(4,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \text{ мкА})$; 100 мА: $\pm(6,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20 \text{ мкА})$; 1 А: $\pm(6,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 900 \text{ мкА})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08
п.10.14 Определение погрешности ограничения силы тока и измерения напряжения источником питания DCS DPS128	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
	Пределы абсолютной погрешности воспроизведения напряжения U на пределе диапазона 2 В: $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,6 \text{ мВ})$; 20 В: $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,4 \text{ мВ})$	Калибратор-мультиметр цифровой 2420; рег. № 25789-08
	Пределы абсолютной погрешности измерений силы тока I на пределе диапазона 100 мкА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 60 \text{ нА})$; 1 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 4 \text{ нА})$; 10 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 40 \text{ нА})$; 100 мА: $\pm(2,5 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,4 \text{ мкА})$; 1 А: $\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \text{ мкА})$	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
п.10.15 Определение погрешности воспроизведения силы тока источником питания DCS DPS128	Пределы абсолютной погрешности измерений силы тока I на пределе диапазона 100 мкА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 60 \text{ нА})$; 1 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 4 \text{ нА})$; 10 мА: $\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 40 \text{ нА})$; 100 мА: $\pm(2,5 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,4 \text{ мкА})$; 1 А: $\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \text{ мкА})$	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
п.10.16 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока группой каналов источника питания DCS DPS128	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 10 В: $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 50 \text{ мкВ})$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08
	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 100 мВ: $\pm(2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \text{ мкВ})$	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
	Номинальное значение сопротивления 0,0001 Ом; класс точности 0,02	Мера электрического сопротивления однозначная МС 3081; рег. № 61540-15
	Пределы абсолютная погрешности воспроизведения силы тока I в режиме электронной нагрузки на пределе 60 А: $\pm(2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,12 \text{ А})$	Нагрузка электронная АКИП-1302; рег. № 38205-08

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.17 Определение погрешности ограничения силы тока группой каналов источника DCS DPS128	Пределы абсолютной погрешности измерений напряжения U на пределе диапазона 100 мВ: $\pm(2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,35 \text{ мкВ})$	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
	Номинальное значение сопротивления 0,0001 Ом; класс точности 0,02	Мера электрического сопротивления однозначная МС 3081; рег. № 61540-15
Вспомогательные технические средства		
п.п.10.1 – 10.17		Шлюз LAN/GPIB/USB Agilent E5810B
п.п.10.1, 10.2, 10.11 – 10.17		Устройство согласования ТСКЯ.418133.416 (Вер.2)
п.10.2		Плата коммутационная E7010E
п.п.10.5, 10.6, 10.10		Устройство согласования ТСКЯ.418133.251 (Вер.2)
п.п.10.3, 10.4		Устройство согласования ТСКЯ.418133.256 (Вер.1)
п.п.10.8, 10.9		Устройство согласования ТСКЯ.418133.370-00
		Устройство согласования ТСКЯ.418133.370-01
		Коммутатор ТСКЯ.418137.002

5.2 Допускается использование других средств измерений утвержденного типа, поверенные и имеющие метрологические и технические характеристики, аналогичные указанным в таблице 2, и обеспечивающие требуемую точность передачи единиц поверяемому средству измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими на предприятии инструкциями по технике безопасности.

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в руководстве по эксплуатации стенда, а также меры безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации средства поверки.

6.3 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого комплекса необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- присоединения оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с стендом в случае обнаружения его повреждения.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра комплекса проверяются:

- правильность маркировки и комплектность;
- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений;
- заряд аккумуляторных батарей (в случае низкого заряда следует выполнить зарядку в соответствии с руководством по эксплуатации стенда).

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого стенда, его следует направить в ремонт.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать стенд в условиях, указанных в разделе 3, 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 разделу 3 должен быть выполнен перед началом операций поверки, а затем периодически не реже одного раза в час.

8.2 Проверить правильность выполнения 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 головном блоке управления стенда постоянно светится зеленым цветом.

8.3 Запустить программную оболочку SmarTest. Для этого левой клавишей манипулятора «мышь» нажать крайнюю левую кнопку (с изображением «красной шляпы», см. рисунок 1) на панели задач рабочего стола.



Рисунок 1 – Запуск программы SmarTest.

В появившемся меню переместить указатель на пункт меню **Advantest**, затем в появившемся подменю нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке **SmarTest**. Дождаться появления на рабочем столе изображённых на рисунке 2 окон **Workspace Launcher**, **Operation Control** и **ui_report.ORG.PROD**.

8.4 Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на кнопку **Browse...** в окне **Workspace Launcher**. Появится диалоговое окно **Select Workspace Directory**, изображённое на рисунке 3. 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 окон **Setup - SmarTest Eclipse Workcenter** и **Warning**, изображённых на рисунках 4 и 5 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**, изображённое на рисунке 6.

8.5 В окне **Change Device** нажать на кнопку **Browse...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится диалоговое окно **Select Device**, изображённое на рисунке 7. После нажатия на кнопку **PROJECTS** в этом окне, появится в правом списке **Name** перечень доступных проектов. Выбрать из перечня необходимую программу проверки. Для этого нажать два раза левой клавишей манипулятора «мышь» на папке с надписью **PR_POV_2743**, затем, как изображено на рисунке 8, 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**.

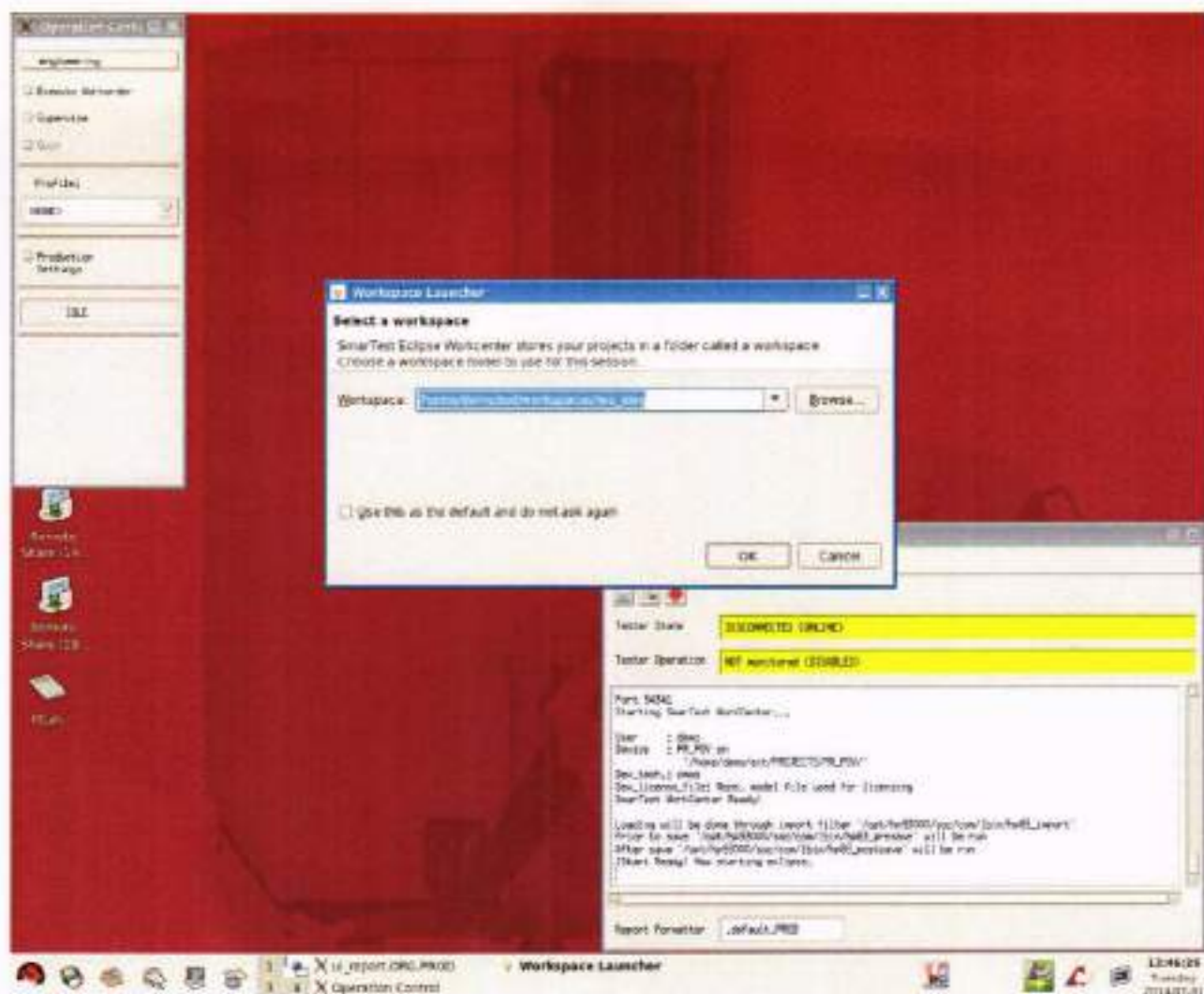


Рисунок 2 – Окна Workspace Launcher, Operation Control и ui_report.ORG.PROD

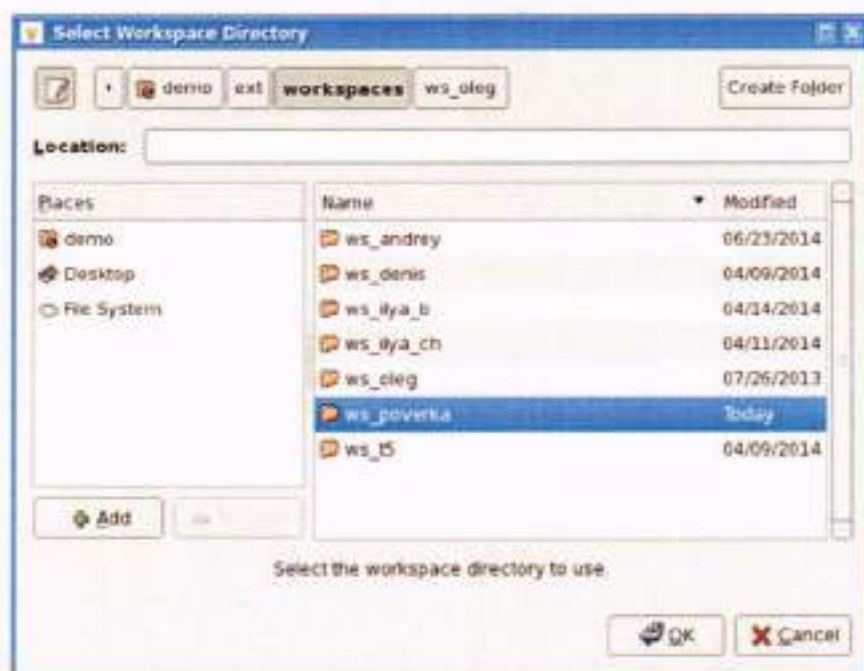


Рисунок 3 – Окно Select Workspace Directory

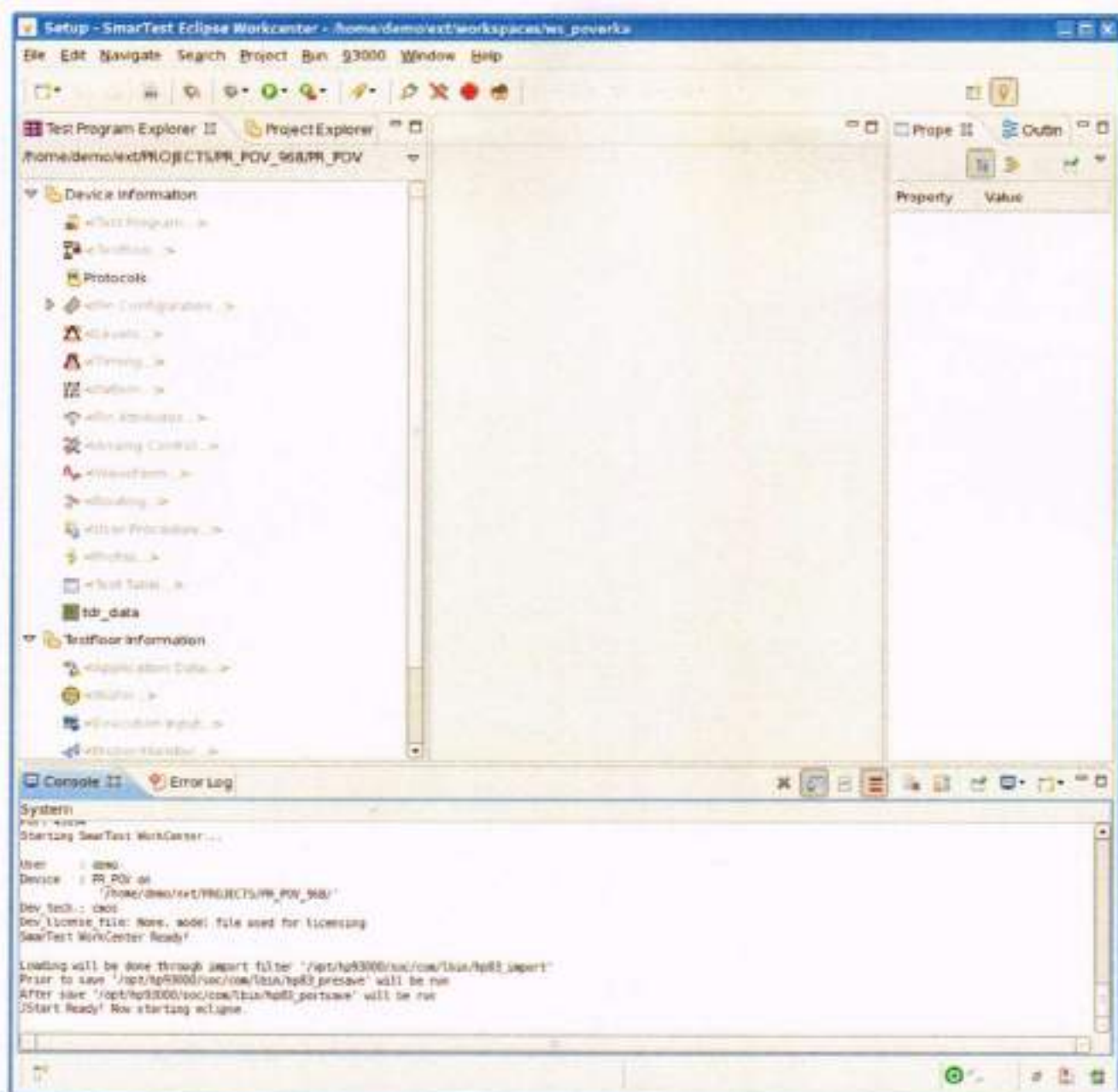


Рисунок 4 – Окно Setup - SmartTest Eclipse Workcenter



Рисунок 5 – Окно Warning

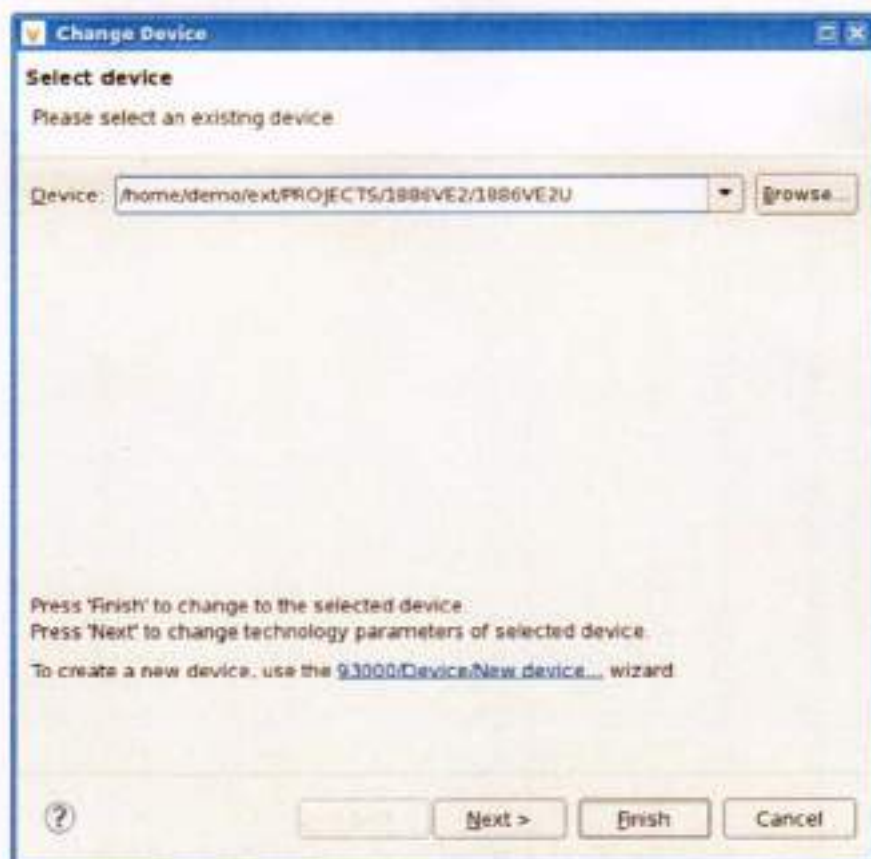


Рисунок 6 – Окно **Change Device**

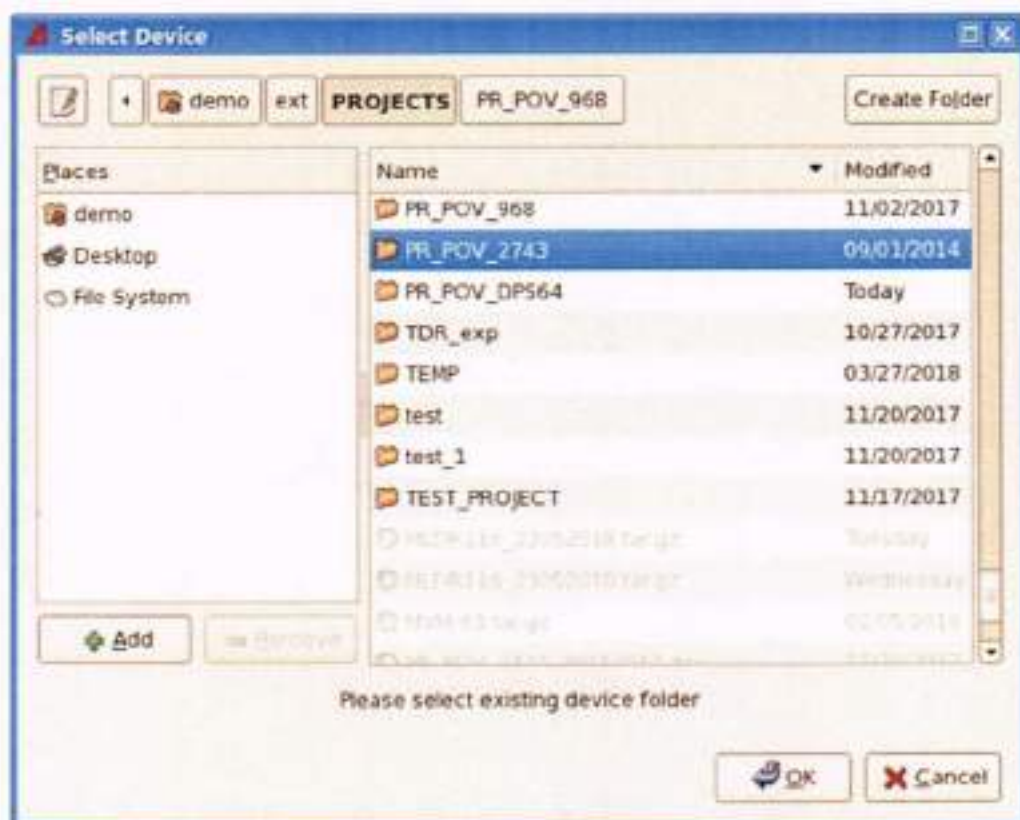


Рисунок 7 – Окно **Select Device** с перечнем доступных проектов

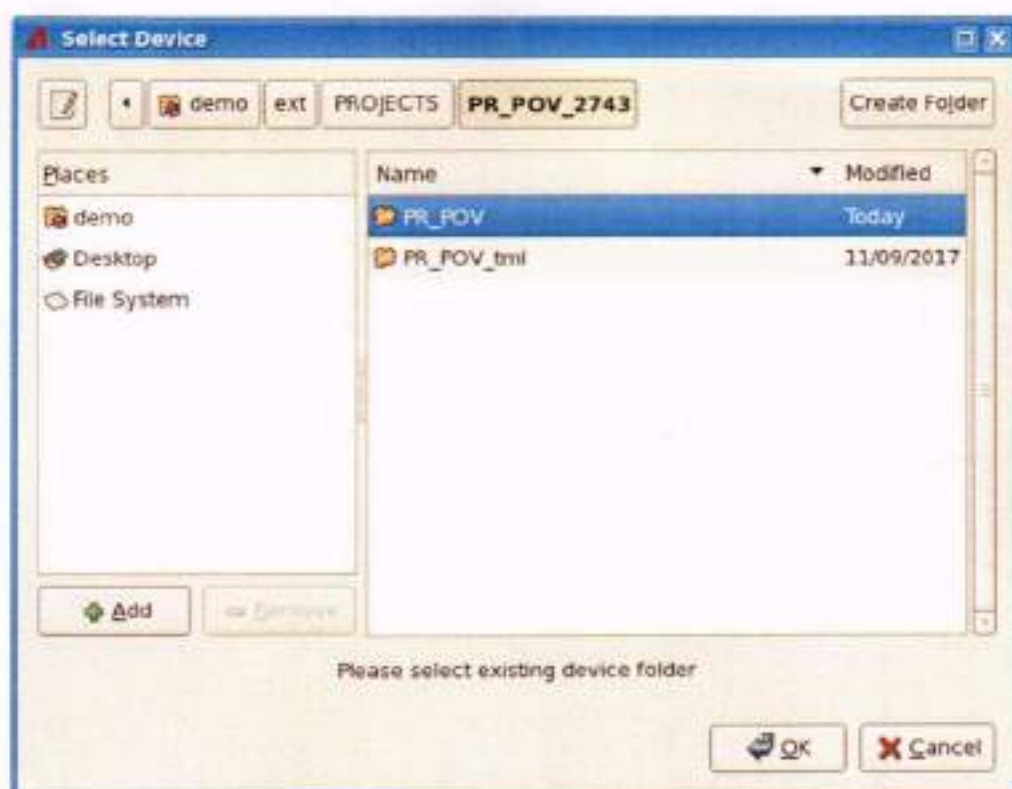


Рисунок 8 – Окно **Select Device** с выбранным проектом проверки **PR_POV_2743**

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ


Для идентификации версии программного обеспечения (ПО) в окне **ui_report.ORG.PROD** (рис. 2) переместиться в начало списка строк и найти строку с указанием номера версии установленного ПО «**Firmware s/w rev. 7.2.3.X**», где X – натуральное число, которое должно быть не менее 4, то есть номер версии должен быть не ниже 7.2.3.4

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Определение метрологических характеристик средства измерений выполнить по процедурам, изложенным в пунктах 10.1 + 10.17.

Полученные результаты должны удовлетворять критериям подтверждения соответствия метрологическим требованиям, которые приведены в каждой операции поверки. В сформированных программой поверки файлах отчёта это отражается в крайнем правом столбце **Result** в виде записи **"pass"**. При получении отрицательного результата формируется запись **"fail"**. В таком случае стенд бракуется и направляется в ремонт.

10.1 Определение абсолютной погрешности установки длительности вектора тестовой последовательности

10.1.1 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 - SmarTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 9. В списке файлов выбрать файл с именем **Period**, после чего левой клавишей манипулятора «мышь» нажать на кнопку **OK**.

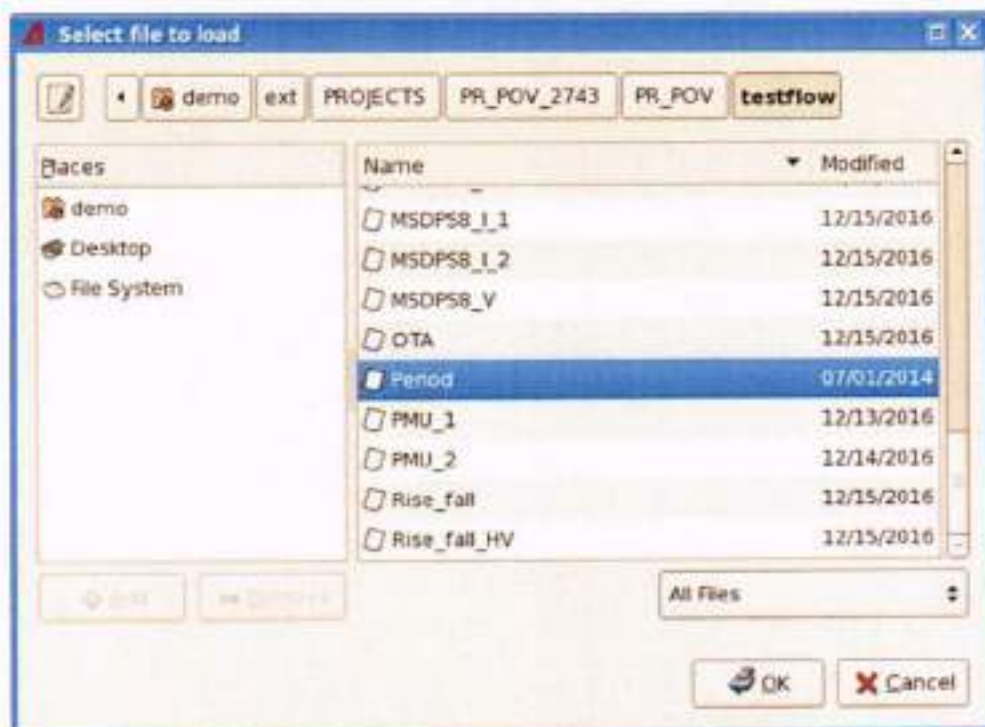



Рисунок 9 – Окно **Select file to load**

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 10. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

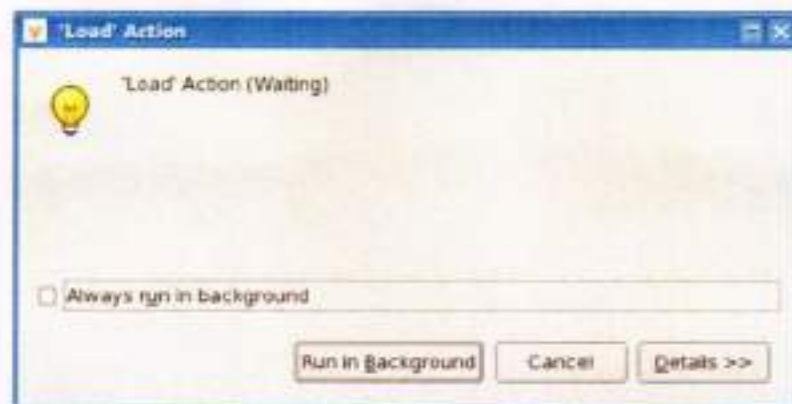



Рисунок 10 – Окно 'Load' Action

10.1.2 Установить на измерительный головной блок стенда используемое при поверке устройство согласования ТСКЯ.418133.416, входящее в комплект поставки. Используя коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом, подключить **CHANNEL1** (первый канал) частотомера 53132А к разъему **Period** устройства согласования ТСКЯ.418133.416. 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**.

10.1.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.1.4 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal "Period" on TestBoard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod**, изображенное на рисунке 11.

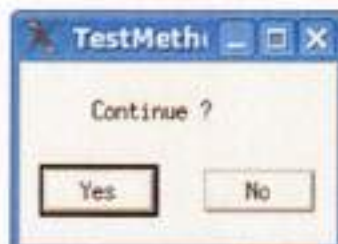


Рисунок 11 – Диалоговое окно TestMethod

10.1.5 Убедиться, что коаксиальный кабель подключен к первому каналу **CHANNEL1** частотомера 53132А и к разъему **Period** устройства согласования ТСКЯ.418133.416, затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

10.1.6 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 3 значения длительности вектора и формируя тестовую последовательность (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 поверки по формуле:

$$dT = Td - Ta, \text{ нс}, \quad (1)$$

где Td – действительное значение длительности вектора, нс;

Ta – задаваемое значение длительности вектора, нс.

Таблица 3 – Определение погрешности установки длительности вектора ТП

Тa – задаваемое значение длительности вектора, нс	Тd – действительное значение длительности вектора, нс	dT – абсолютная погрешность установки длительности вектора, пс	Limit dT – пределы допускаемой погрешности установки длительности вектора, пс
2,5			±0,0375
31250			±468,75

Результаты измерений периода и расчета абсолютной погрешности заносятся программой поверки в формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD** таблицу **>>TEST_PERIOD**, изображённую на рисунке 12.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: абсолютная погрешность установки длительности вектора ТП должна находиться в допускаемых пределах, указанных в таблице 3.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы **>>TEST_PERIOD**, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

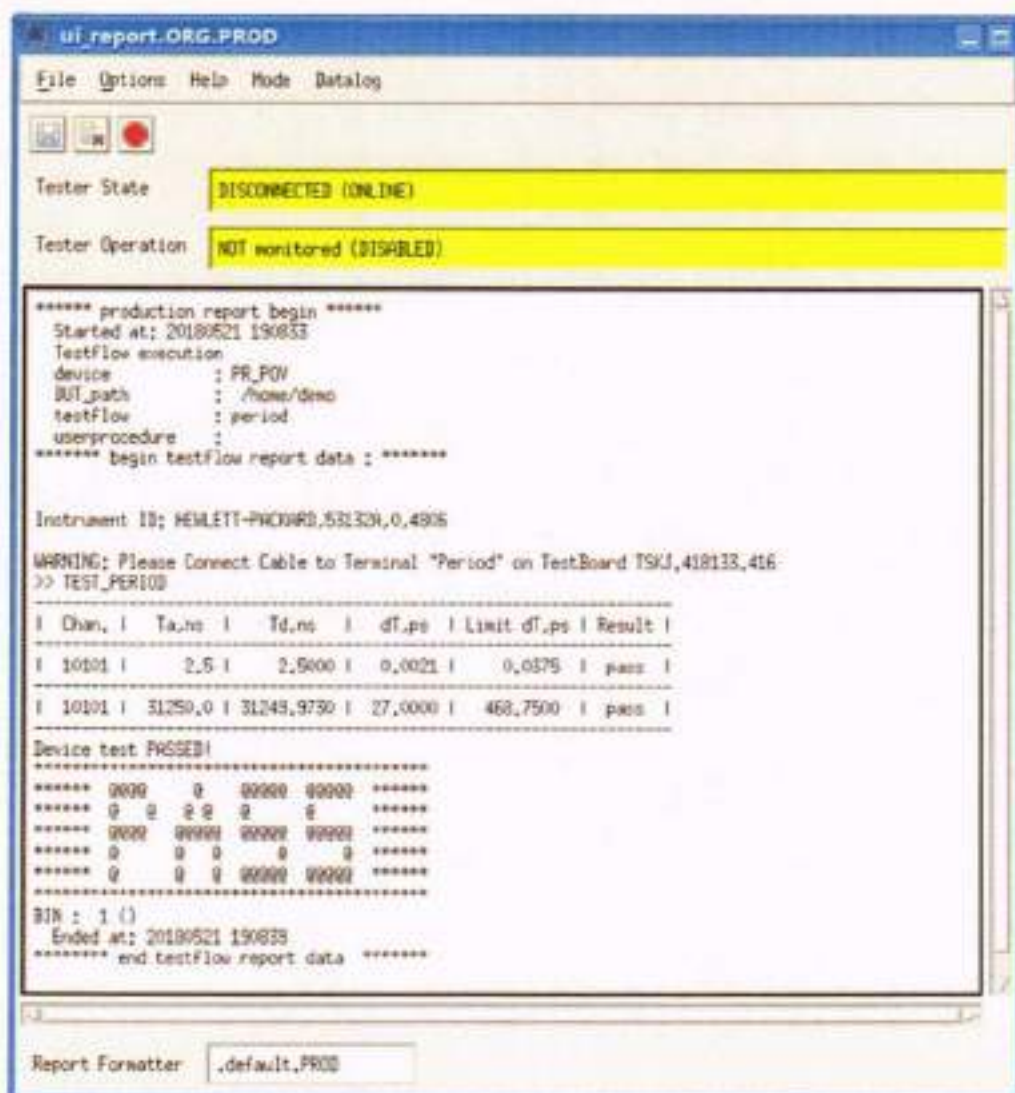





Рисунок 12 – Сформированная таблица **>>TEST_PERIOD** в окне **ui_report.ORG.PROD**

10.2 Определение погрешности установки временных меток D1 – D8 и R1 – R8

10.2.1 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 4. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 9. В списке файлов выбрать файл с именем **ОТА**, 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 10. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

10.2.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.416. 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**.

10.2.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 4. 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.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11).

10.2.4 Используя пробник P6158 осциллографа Tektronix DPO7254 с установленными из его комплекта наконечниками, изображенными на рисунке 13, подключить все четыре канала осциллографа к контактам калибровки устройства согласования ТСКЯ.418133.416, фрагмент которого изображен на рисунке 14.

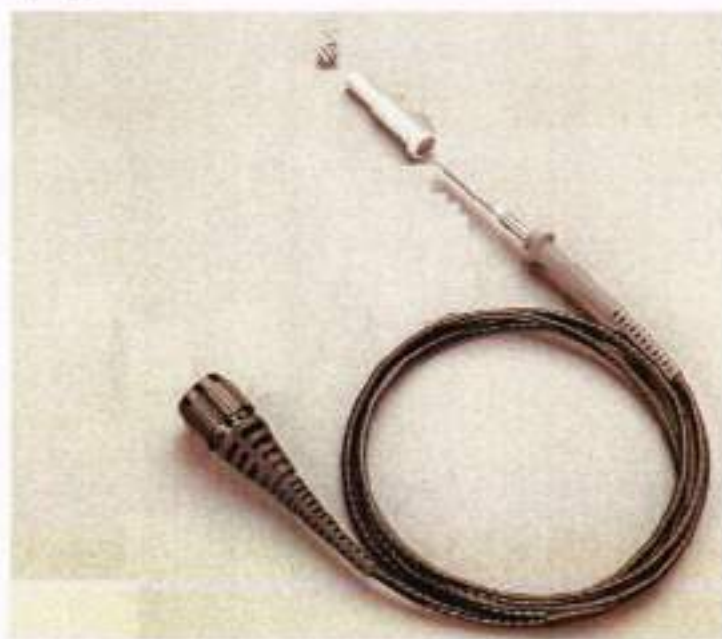


Рисунок 13 – Пробник Tektronix P6158 с устанавливаемыми наконечниками

Калибровка



Рисунок 14 – Контакты для калибровки устройства ТСКЯ.418133.416

10.2.5 Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod** (рис. 11). Программа проверки 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**.

10.2.6 Установить на измерительный головной блок стенда плату коммутационную E7010E, фрагмент которой изображен на рисунке 15, затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod** (рис. 11). 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**.

10.2.7 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».

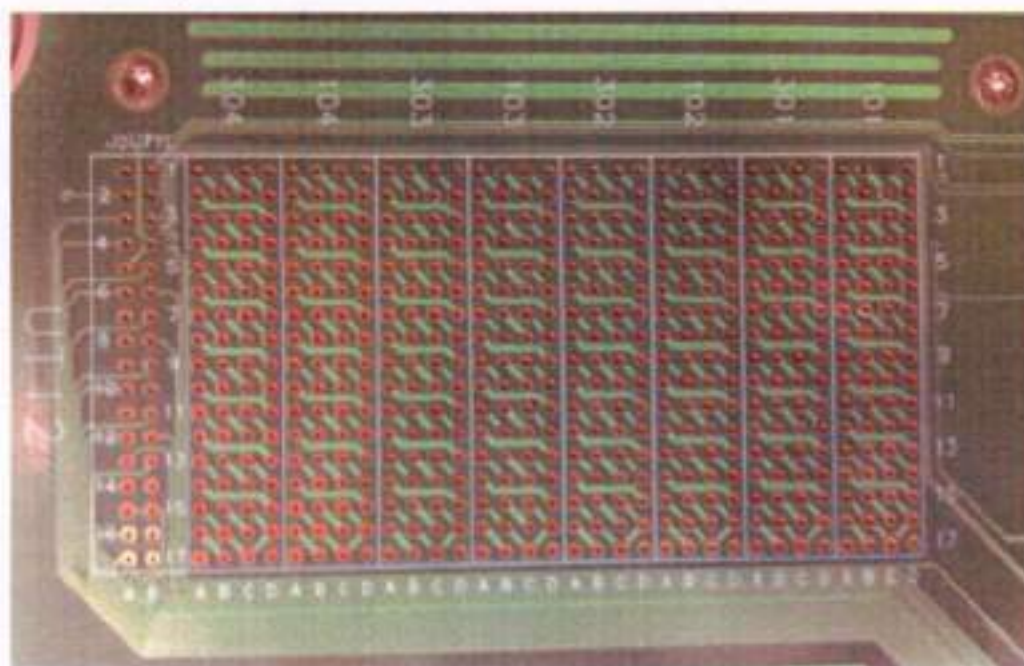


Рисунок 15 – Фрагмент коммутационной платы E7010E

10.2.8 Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod** (рис. 11). Для проверки абсолютной погрешности задания временных меток D1 – D8 программа, по-

следовательно 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.

10.2.9 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.

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 _{D_ZAD} – задаваемое значение задержки временных меток D1 – D8, нс	T _{D_IZM} – измеренное значение задержки временных меток D1 – D8, нс	Ref.chan. – канал, формирующий опорный сигнал	T _{O_ZAD} – задаваемое значение задержки опорного сигнала, нс	T _{O_IZM} – измеренное действительное значение задержки опорного сигнала, нс	T _{R_IZM} – измеренное стро-бом зна-чение за-держки опорного сигнала, нс	dT – аб-солютная погреш-ность за-дания за-держки времен-ной метки, нс	Limit dT – пре-делы до-пускае-мой по-грешно-сти зада-ния вре-менной метки, нс
Dx		-80,0		–	–	–	–		±0,15
Rx		–	–		-79,0				
Dx		0,0		–	–	–	–		
Rx		–	–		0,0				
Dx		640,0		–	–	–	–		
Rx		–	–		639,0				
Dx и Rx – обозначение временных меток от D1 до D8 и от R1 до R8 соответственно									

10.2.10 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 **Test-Method** (рис. 11). 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**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: абсолютная погрешность задания временных меток D1-D8, R1-R8 должна находиться в допускаемых пределах, приведенных в таблице 4.

В противном случае выполнение программы проверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST_OTA**, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

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

10.3.1 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 4. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 9. В списке файлов выбрать файл с именем **Rise_fall**, 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 10. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

10.3.2 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**.

10.3.3 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.256, фрагмент которой изображен на рисунке 16.

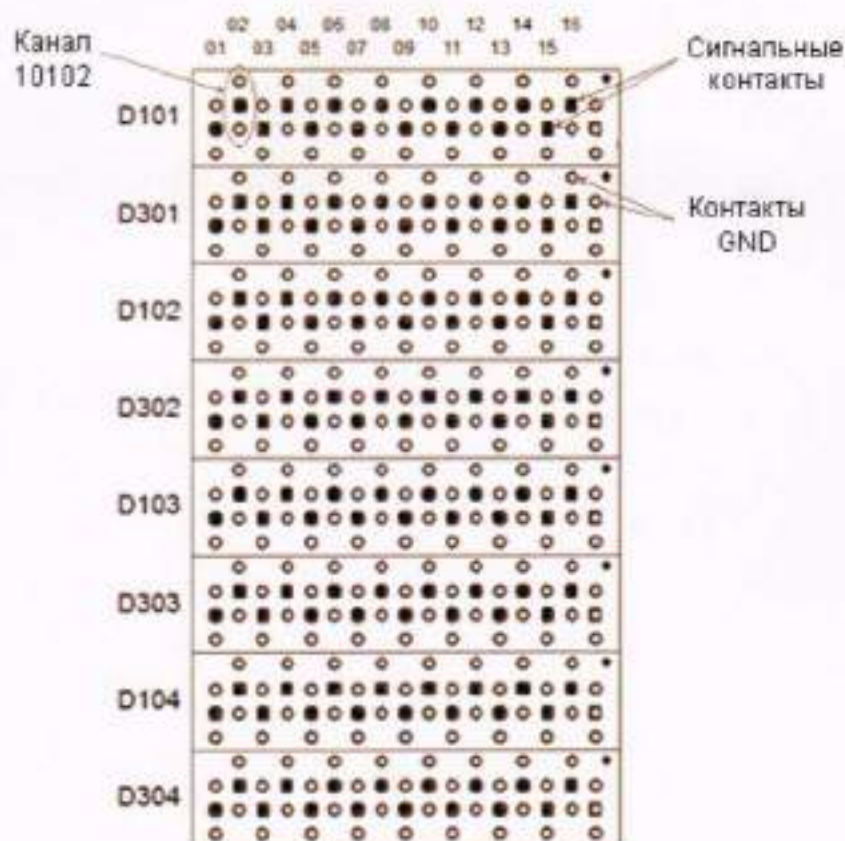



Рисунок 16 – Фрагмент устройства согласования ТСКЯ.418133.256

10.3.4 Для запуска программы проверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.3.5 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** (рис. 11).

10.3.6 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 16 для примера показаны контакты канала 10102) устройства согласования ТСКЯ.418133.256.

10.3.7 Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod** (рис. 11). 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 соответствующего значения амплитуды указанные в таблице 5 значения минимальной длительности выходного импульса, измеряет с помощью осциллографа действительные значения длительности импульса.

10.3.8 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.

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	Tw_zad – задаваемое значение минимальной длительности импульса, нс	Tw – измеренное значение минимальной длительности импульса, нс	Tw_min – минимальное допустимое значение минимальной длительности импульса, нс	Tw_max – 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

10.3.9 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** (рис. 11). 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**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: фронт, спад и минимальная длительность выходного импульса стандартного драйвера должны находиться в допустимых 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 изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.4 Определение максимальной длительности фронта и спада выходных импульсов широкодиапазонного драйвера

10.4.1 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 4. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 9. 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 10. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

10.4.2 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**.

10.4.3 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.256, фрагмент которой изображен на рисунке 16.

10.4.4 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.4.5 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** (рис. 11). 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 16 для примера показаны контакты канала 10102) устройства согласования ТСКЯ.418133.256. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

10.4.6 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

10.4.7 В процессе выполнения программа выдаёт аналогичные вышеприведённому предупреждению сообщения о необходимости подключения каналов осциллографа к соответствующим контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.256, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). 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 подключён 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_HV**, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: фронт и спад выходного импульса широкодиапазонного драйвера должны находиться в пределах, указанных в таблице 6.

В противном случае выполнение программы проверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце **Result** таблицы >>**TEST_FALL_RISE_TIME_HV**, после чего появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.5 Определение погрешности воспроизведения уровней напряжения драйверами

10.5.1 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 4. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 9. 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 10. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

10.5.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.251. Собрать схему, изображенную на рисунке 17. 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**.

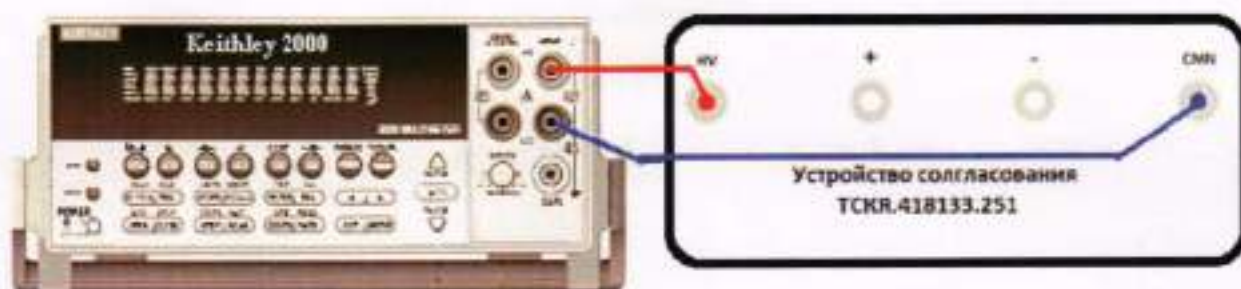



Рисунок 17 – Схема определения абсолютной погрешности воспроизведения уровней напряжения драйверами универсальных измерительных каналов стенда

10.5.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.5.4 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 7 значения напряжения высокого и низкого уровней, воспроизводимых стандартным драйвером, измеряет с помощью мультиметра Keithley 2000 действительные значения уровней напряжения. Значения абсолютной погрешности воспроизведения высокого/низкого уровня напряжения вычисляются по формуле:

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

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

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					±5
-1,4	-1,5					

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_DRIVER_STD, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ
 абсолютная погрешность воспроизведения уровней напряжения стандартными драйверами должна находиться в допусках 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 изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.5.4 Для определения погрешности воспроизведения уровней напряжения широкодиапазонным драйвером выполнить пункт 10.5.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем

Driver_HV, затем выполнить пункты 10.5.2, 10.5.3.

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 и низкого уровня напряжения вычисляются по формуле (2).

Таблица 8 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровней напряжения широкодиапазонным драйвером



Диапазон	Uah – установленное значение напряжения высокого уровня, В	Ual – установленное значение напряжения низкого уровня, В	Udh – измеренное значение напряжения высокого уровня, В	Udl – измеренное значение напряжения низкого уровня, В	dUh – абсолютная погрешность установки напряжения высокого уровня, мВ	dUl – абсолютная погрешность установки напряжения низкого уровня, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровней напряжения, мВ
VIL/VIH	0,1	0,0					±15
VNH	13,4	–		–		–	
VIL/VIH	6,5	6,4					
VNH	6,0	–		–		–	

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST_DRIVER_HV**, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: абсолютная погрешность воспроизведения уровней напряжения широкодиапазонными драйверами должна находиться в допускаемых 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 изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.6 Определение погрешности измерения уровней напряжения компараторами

10.6.1 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 - SmartTest Eclipse Workcenter**, изображенном на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображенное на рисунке 9. 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 10. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

10.6.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.251. Собрать схему, изображенную на рисунке 18. 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**.

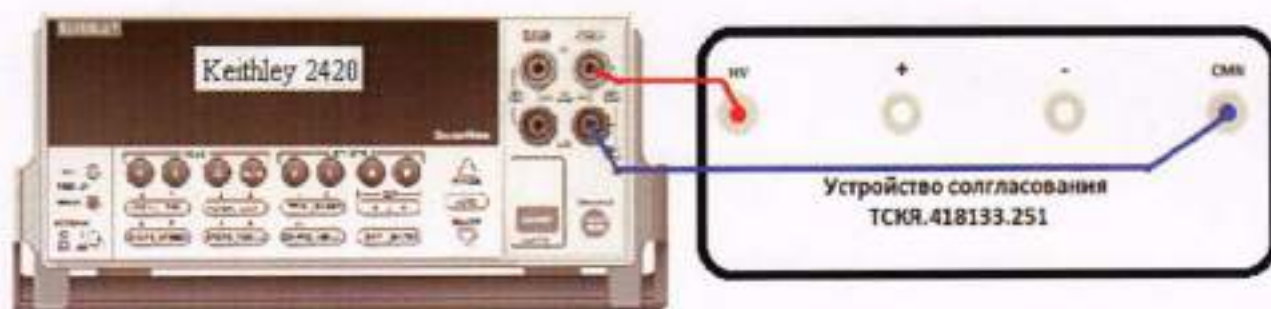



Рисунок 18 – Схема определения абсолютной погрешности измерения уровней напряжения компараторами

10.6.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.6.4 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.

Таблица 9 – Определение абсолютной погрешности измерения напряжения компараторами

U _{kh} – задаваемое напряжение высокого уровня компаратора, В	U _{kl} – задаваемое напряжение низкого уровня компаратора, В	U _d – установ- ленное на входе компа- ратора значе- ние напряже- ния, В	Ожидаемый результат из- мерения компа- ратором вы- сокого уровня	Ожидаемый результат из- мерения компа- ратором низкого уровня	Действитель- ный результат измерения компаратором высокого уровня	Действитель- ный результат измерения компаратором 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		

Результаты контроля для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу **>>TEST_COMPARATOR_STD**, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:
результаты контроля должны соответствовать результатам, приведенным в таблице 9.

В противном случае абсолютная погрешность измерение уровней напряжения стандартными компараторами превышает допустимые пределы ± 15 мВ, выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце **Result** таблицы **>>TEST_COMPARATOR_STD**, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.6.4 Для определения абсолютной погрешности измерения уровней напряжения широкодиапазонными компараторами выполнить пункт 10.6.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **Comp_HV** вместо файла с именем **Comp**, затем выполнить пункты 10.6.2, 10.6.3.

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.

Таблица 10 – Определение абсолютной погрешности измерения уровней напряжения широкодиапазонными компараторами

U _{kh} – задаваемое напряжение высокого уровня компаратора, В	U _{kl} – задаваемое напряжение низкого уровня компаратора, В	U _d – установ- ленное на входе компа- ратора значе- ние напряже- ния, В	Ожидаемый результат из- мерения компа- ратором вы- сокого уровня	Ожидаемый результат из- мерения компа- ратором низкого уровня	Действитель- ный результат измерения компаратором высокого уровня	Действитель- ный результат измерения компаратором 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 для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST_COMPARATOR_HV**, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: результаты контроля должны соответствовать результатам, приведенным в таблице 10.

В противном случае абсолютная погрешность измерения уровней напряжения компараторами превышает допустимые пределы ± 20 мВ и ± 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 появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.6.5 Для определения погрешности измерения уровней напряжения дифференциальными компараторами выполнить пункт 10.6.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **Comp_diff** вместо файла с именем **Comp**, и собрав схему, изображенную на рисунке 19, затем выполнить пункт 10.6.3.

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.

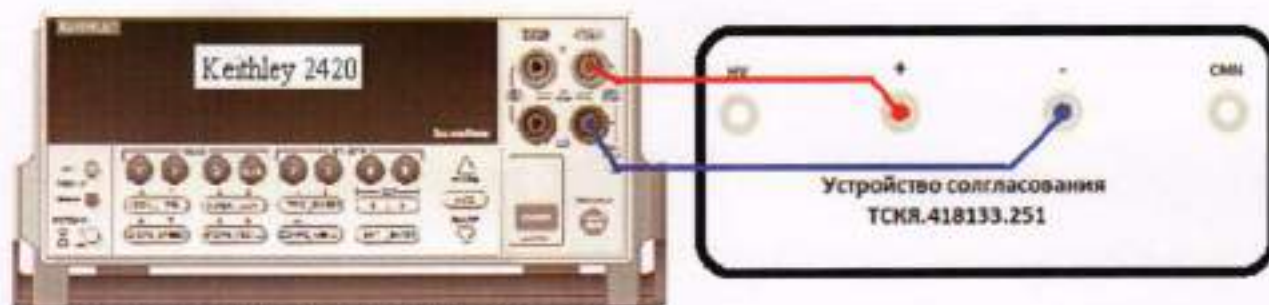


Рисунок 19 – Схема определения абсолютной погрешности измерения уровней напряжения дифференциальными компараторами

Таблица 11 – Определение абсолютной погрешности измерения уровней напряжения дифференциальными компараторами

U _{kh} – задаваемое напряжение высокого уровня компаратора, В	U _{kl} – задаваемое напряжение низкого уровня компаратора, В	U _d – 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	+1	+1,015	годен	брак		
+1	+1	+0,985	брак	годен		
-1	-1	-0,985	годен	брак		
-1	-1	-1,015	брак	годен		

Результаты контроля для соответствующей пары каналов стенда заносятся программой поверки в таблицу >>>TEST_COMPARATOR_DIFF, формируемую в окне ui_report.ORG.PROD.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: результаты контроля должны соответствовать результатам, приведенным в таблице 11.

В противном случае абсолютная погрешность измерения уровней напряжения дифференциальными компараторами превышает допустимые пределы ± 15 мВ, выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>>TEST_COMPARATOR_DIFF, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно TestMethod. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку No в этом окне.

10.7 Определение воспроизведения силы тока активной нагрузкой

10.7.1 Выполнить пункт 10.6.1, выбрав в окне Select file to load файл с именем Act_Load вместо файла с именем Comp, затем выполнить пункты 10.6.2, 10.6.3.

10.7.2 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 12 значения силы тока, воспроизводимые активной нагрузкой, и подаваемые на нагрузку значения напряжения, воспроизводимые калибратором-мультиметром 2420, измеряет с его помощью действительные значения силы тока, воспроизводимые активной нагрузкой. Значения абсолютной погрешности воспроизведения силы тока активной нагрузкой вычисляются программой поверки по формуле:

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

где I_d – действительное значение силы тока, А;
 I_a – воспроизводимое значение силы тока, А.

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

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST_ACTIVE_LOAD**, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.


КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: абсолютная погрешность воспроизведения силы тока активными нагрузками должна находиться в допускаемых 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 изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

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

10.8.1 Выполнить пункт 10.6.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **PMU_1** вместо файла с именем **Comp**.

10.8.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.370-00, затем установить коммутатор ТСКЯ.418137.002 в позицию 1А. Примеры установки устройства согласования и коммутатора в разные позиции показаны на рисунках 20 и 21. Собрать схему, изображённую на рисунке 22. Подключить разъёмы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420 и мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъёму 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**.

10.8.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображённом на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.8.4 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Install Testboard TSKJ.418133.370-00, place Commutator TSKJ.418137.02 to position "1A". WARNING: Please Connect soccet "XS1" to soccet "XT1" on the Testboard. Connect cable between Commutator and Instruments. WARNING: Please Dock.» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Проверить подключение соединительных

кабелей и положение коммутатора ТСКЯ.418137.002. Нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

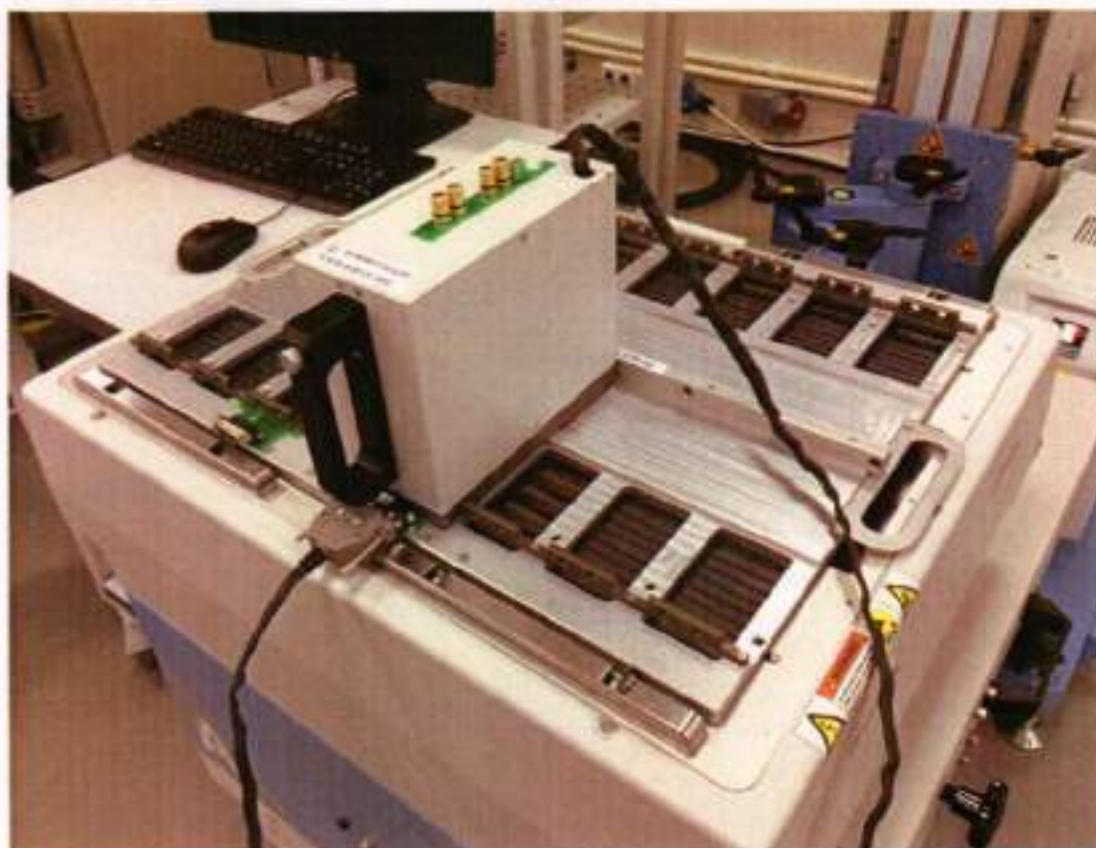


Рисунок 20 – Устройство согласования ТСКЯ.418133.370-00 и коммутатор ТСКЯ.418137.002, установленный в позиции 1А



Рисунок 21 – Устройство согласования ТСКЯ.418133.370-00 и коммутатор ТСКЯ.418137.002, установленный в позиции 1В

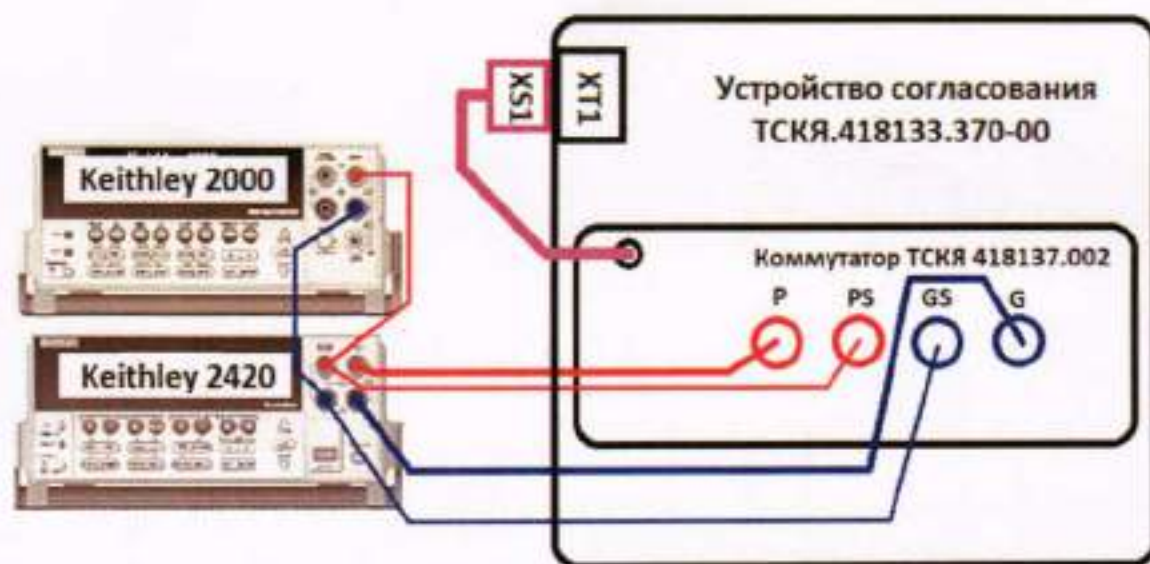


Рисунок 22 – Схема определения погрешности воспроизведения (измерения) напряжения и измерения (воспроизведения) силы тока источниками-измерителями PMU

10.8.5 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:

$$dU = U_d - U_a, \text{ В}, \quad (4)$$

где U_d – действительное значение напряжения, В;
 U_a – воспроизводимое значение напряжения, В.

$$dI = I_a - I_d, \text{ А}, \quad (5)$$

где I_a – измеряемое значение силы тока, А;
 I_d – действительное значение силы тока, А.

10.8.6 В процессе выполнения программа выдаёт аналогичные вышеприведённому предупреждению сообщения о необходимости установки коммутатора на соответствующую позицию устройства согласования ТСКЯ.418133.370-00 или ТСКЯ.418133.370-01, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod**. Установив требуемое устройство согласования и коммутатор на указанную в сообщении позицию, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**. Если отсутствует соединение между коммутатором и стендом, программа выводит предупреждение «WARNING: NO SIGNAL FROM TESTER– Please Undock, Dock.», и появляется диалоговое окно **TestMethod**. После обеспечения подключения между коммутатором и стендом, продолжить выполнения программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**. Результаты измерений и расчёта для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_PMU1, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:
 погрешность воспроизведения напряжения и измерения силы тока источниками-измерителями PMU должна находиться в допусках, приведенных в таблице 13.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>>TEST_PMU1, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

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

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

10.9.1 Выполнить пункт 10.8.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **PMU_2** вместо файла с именем **PMU_1**. Выполнить пункты 10.8.2 и 10.8.3.

10.9.2 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.

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

Ia – воспроизводимое PMU значение силы тока, мА	U – значение напряжения, задаваемое Keithley 2420, В	Ud – действительное значение напряжения, измеряемое Keithley 2000, В	Id – измеренное Keithley 2420 действительное значение силы тока, мА	Ua – 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

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

$$dI = I_d - I_a, A, \quad (6)$$

где I_a – воспроизводимое значение силы тока, А;
 I_d – измеренное значение силы тока, А.

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

где U_d – действительное значение напряжения, В;
 U_a – измеренное значение напряжения, В.

10.9.4 В процессе выполнения программа выдаёт аналогичные пункту 10.8.3 сообщения о необходимости установки коммутатора на соответствующую позицию устройства согласования ТСКЯ.418133.370-00 или ТСКЯ.418133.370-01, после чего выводит диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Установив требуемое устройство согласования и коммутатор на указанную в сообщении позицию, продолжить выполнение программы поверки, нажав левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**. Если отсутствует соединение между коммутатором и тестером, программа выводит предупреждение «WARNING: NO SIGNAL FROM TESTER—Please Undock, Dock.», и появляется диалоговое окно **TestMethod**. После обеспечения подключения между коммутатором и стендом, 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**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:
 погрешность воспроизведения силы постоянного тока и измерения напряжения источниками-измерителями PMU должна находиться в допустимых пределах, приведенных в таблице 14.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_PMU2, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.10 Определение погрешности измерения уровней напряжения АЦП BADC

10.10.1 Выполнить пункт 10.6.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **BADC_1** вместо файла с именем **Comp**.

10.10.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.251. Собрать схему, изображённую на рисунке 23. 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**.

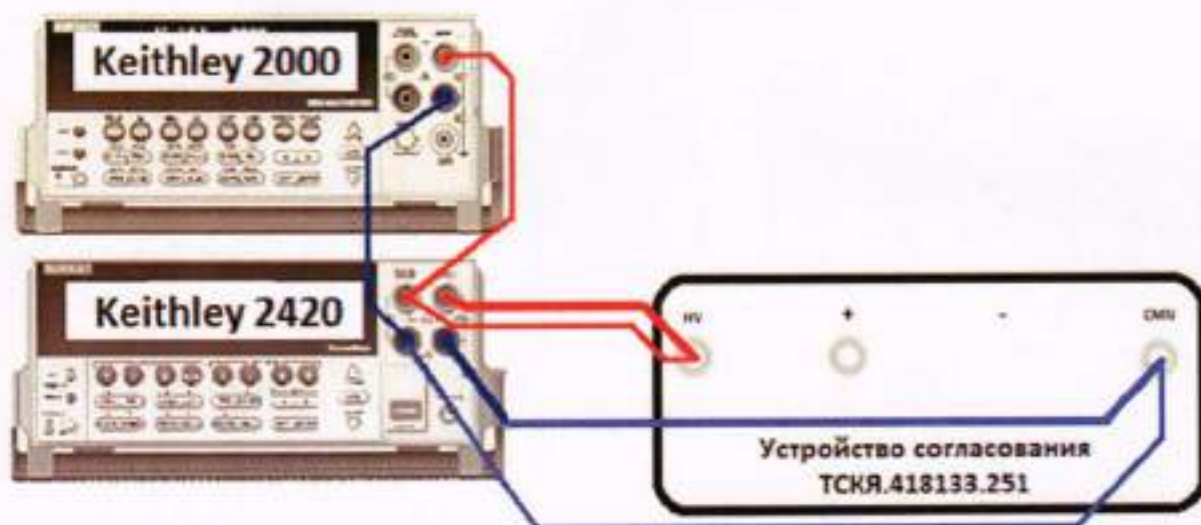



Рисунок 23 – Схема определения погрешности измерения уровней напряжения АЦП BADC

10.10.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображенном на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

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

$$dU = U_a - U_d, \text{ В}, \quad (8)$$

где U_d – действительное значение напряжения, В;
 U_a – измеренное значение напряжения, В.

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**.

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

U – значение напряжения, задаваемое Keithley 2420, В	U_d – действительное значение напряжения, измеряемое Keithley 2000, В	U_a – измеренное АЦП BADC значение напряжения, В	dU – абсолютная погрешность измерения АЦП BADC напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, мВ
-3,0				± 1
-1,0				± 1
-0,1				± 1
+0,1				± 1
+2,0				± 1
+5,0				± 1
+8,0				± 1

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: абсолютная погрешность измерения напряжения АЦП BADC в стандартном режиме должна находиться в допускаемых пределах, приведенных в таблице 15.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_BADC1, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.10.4 Для определения абсолютной погрешности измерения уровней АЦП BADC в широкодиапазонном режиме выполнить пункт 10.10.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **BADC_2** вместо файла с именем **BADC_1**. Выполнить пункты 10.10.2 и 10.10.3

10.10.5 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).

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



U – значение напряжения, задаваемое Keithley 2420, В	Ud – действительное значение напряжения, измеряемое Keithley 2000, В	Ua – измеренное АЦП BADC значение напряжения, В	dU – абсолютная погрешность измерения АЦП BADC 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

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**.


КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: абсолютная погрешность измерения напряжения АЦП BADC в широкодиапазонном режиме должна находиться в допускаемых пределах, приведенных в таблице 16.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_BADC2, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

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

10.11.1 Для определения погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока HPPMU при подключении через плату PS1600 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**, изображённом на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображённое на рисунке 9. В списке файлов выбрать файл с именем **HPPMU_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**, изображённое на рисунке 10. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

10.11.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.416. Собрать схему, изображённую на рисунке 24. Подключить разъёмы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420, мультиметра Agilent 3458A и мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъёму 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 её в положение **To LO**. Очистить окно **ui_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options > Clear**.

10.11.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображённом на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

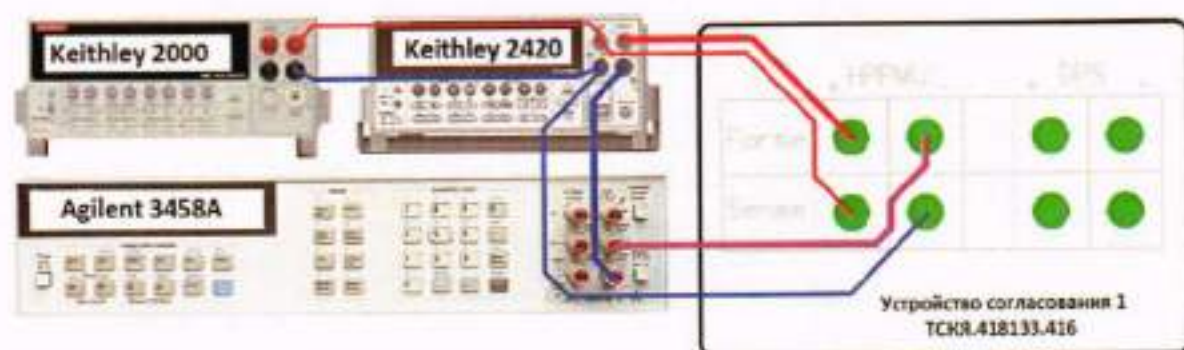


Рисунок 24 – Схема определения погрешности воспроизведения (измерения) напряжения и измерения (воспроизведения) силы тока HPPMU

10.11.4 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal HPPMU on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Подключить соединительные кабели к указанным контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

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 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	dl – абсолютная погрешность измерения HPPMU силы тока, мкА	Limit dl – 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

10.11.5 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 17 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. Значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерения силы постоянного тока высокоточными источниками-измерителями HPPMU вычисляются программой поверки по формулам (9) и (10) соответственно.

$$dU = U_d - U_a, \text{ В}, \quad (9)$$

где U_d – измеренное значение напряжения, В;
 U_a – воспроизводимое значение напряжения, В.

$$dI = I_a - I_d, \text{ А}, \quad (10)$$

где I_a – измеряемое значение силы тока, А,
 I_d – действительное значение силы тока, А.

Результаты измерений и расчёта для соответствующего HPPMU стенда заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_HPPMU1, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока прецизионными источниками-измерителями HPPMU при подключении через плату PS1600 должны находиться в допускаемых пределах, приведенных в таблице 17.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_HPPMU1, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.11.6 Для определения погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока HPPMU через разъем UTILITY pogo block выполнить пункт 10.11.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **HPPMU_1_util** вместо файла с именем **HPPMU_1**. Выполнить пункты 10.11.2 и 10.11.3.

10.11.7 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится «WARNING: Please Connect Cable to Terminal HPPMU on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Подключить соединительные кабели к указанным контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

10.11.8 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.

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

Результаты измерений и расчёта для соответствующего HPPMU заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_HPPMU1_util, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока прецизионными источниками-измерителями HPPMU при подключении через разъем UTILITY pogo block должны находиться в допускаемых пределах, приведенных в таблице 18.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_HPPMU1_util, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

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		±398,000
-5,0	0,000							±0,010
-5,0	+198,000							±398,000
-2,0	-4,950							±14,950
-2,0	0,000							±0,010
-2,0	+4,950							±14,950
-0,5	-0,198							±0,398
-0,5	0,000							±0,010
-0,5	+0,198							±0,398
-0,1	-0,00495							±0,014
-0,1	+0,000							±0,010
-0,1	+0,00495							±0,014
+0,1	-0,00495							±0,014
+0,1	0,000							±0,010
+0,1	+0,00495							±0,014
+2,0	-0,198							±0,398
+2,0	-0,000							±0,010
+2,0	+0,198							±0,398
+5,0	-4,950							±14,950
+5,0	0,000							±0,010
+5,0	+4,950							±14,950
+8,0	-198,000							±398,000
+8,0	0,000							±0,010
+8,0	+198,000							±398,000

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

10.12.1 Для определения погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU при подключении через плату PS1600 выполнить пункт 10.11.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **TEST_HPPMU2** вместо файла с именем **TEST_HPPMU1**. Выполнить пункты 10.11.2 и 10.11.3.

10.12.2 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal HPPMU on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Подключить соединительные кабели к указанным контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

10.12.3 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.

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

где I_a – воспроизводимое значение силы тока, А;
 I_d – измеренное значение силы тока, А.

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

где U_d – действительное значение напряжения, В;
 U_a – измеренное значение напряжения, В.

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

I_a – воспроизводимое HPPMU значение силы тока	U – номинальное значение задаваемого Keithley 2420 напряжения, В	U_d – измеренное Keithley 2000 значение напряжения, В	I_d – измеренное Agilent 3458A значение силы тока, мА	U_a – измеренное HPPMU значение напряжения, В	dI – абсолютная погрешность воспроизведения HPPMU силы тока, мкА	LimitdI – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, мкА	dU – абсолютная погрешность измерения HPPMU напряжения, мВ	LimitdU – 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

Результаты измерений и расчета для соответствующего канала стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST_HPPMU2**, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: погрешности воспроизведения силы тока и измерения постоянного напряжения прецизионными источниками-измерителями HPPMU при подключении через плату PS1600 должны находиться в допусках, приведенных в таблице 19.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>**TEST_HPPMU2**, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.12.4 Для определения погрешности воспроизведения силы тока и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU при подключении через разъем UTILITY pogo block выполнить пункт 10.11.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **TEST_HPPMU2_util** вместо файла с именем **HPPMU_1**. Выполнить пункты 10.11.2 и 10.11.3.

10.12.5 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal HPPMU on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Подключить соединительные кабели к указанным контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

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

Результаты измерений и расчёта для соответствующего HPPMU стенда заносятся программой поверки в таблицу >>**TEST_HPPMU2_util**, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.


КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: погрешности воспроизведения силы тока и измерения постоянного напряжения прецизионными источниками-измерителями HPPMU при подключении через разъем UTILITY pogo block должны находиться в допусках, приведенных в таблице 20.


В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "FAIL" в столбце Result таблицы >>**TEST_HPPMU2_util**, и появляется изображенное на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать в этом окне левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No**.

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

Ia – воспроизводимое HPPMU значение силы 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9
-200 мА	+7,9					±400,000		±2
+50 нА	+8,0					±0,010		
+200 мА	+7,9					±400,000		
-5 мА	+5,0					±15,000		
+50 нА	+5,0					±0,010		
+5 мА	+5,0					±15,000		
-200 мкА	+2,0					±0,400		
+50 нА	+2,0					±0,010		
+200 мкА	+2,0					±0,400		
-5 мкА	+0,1					±0,015		
+50 нА	+0,1					±0,010		
+5 мкА	+0,1					±0,015		
-5 мкА	-0,1					±0,015		
+50 нА	-0,1					±0,010		
+5 мкА	-0,1					±0,015		
-200 мкА	-0,5					±0,400		
+50 нА	-0,5					±0,010		
+200 мкА	-0,5					±0,400		
-5 мА	-2,0					±15,000		
+50 нА	-2,0					±0,010		
+5 мА	-2,0					±15,000		
-200 мА	-4,9					±400,000		
+50 нА	-5,0					±0,010		
+200 мА	-4,9					±400,000		

10.13 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источником питания DCS DPS128

10.13.1 Для определения погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источником питания DPS128 нажать правой клавишей манипулятора «мышь» на значке с изображением  (при наведении на него указателя появляется всплывающая подсказка "Testflow") в списке **DeviceInformation** вкладки **TestProgramExplorer** окна **Setup - SmartTestEclipseWorkcenter**, изображённом на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать на строке **Load...** левой клавишей манипулятора «мышь». Появится окно **Select file to load**, изображённое на рисунке 9. В списке файлов выбрать файл с именем **DPS128_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**, изображённое на рисунке 10. После завершения загрузки настроек это окно исчезнет.

10.13.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.416. Собрать схему, изображённую на рисунке 25. Подключить разъёмы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420, мультиметра Agilent 3458A и мультиметра Keithley 2000 к соответствующему разъёму 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 её в положение **To LO**. Очистить окно **ui_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options>Clear**.

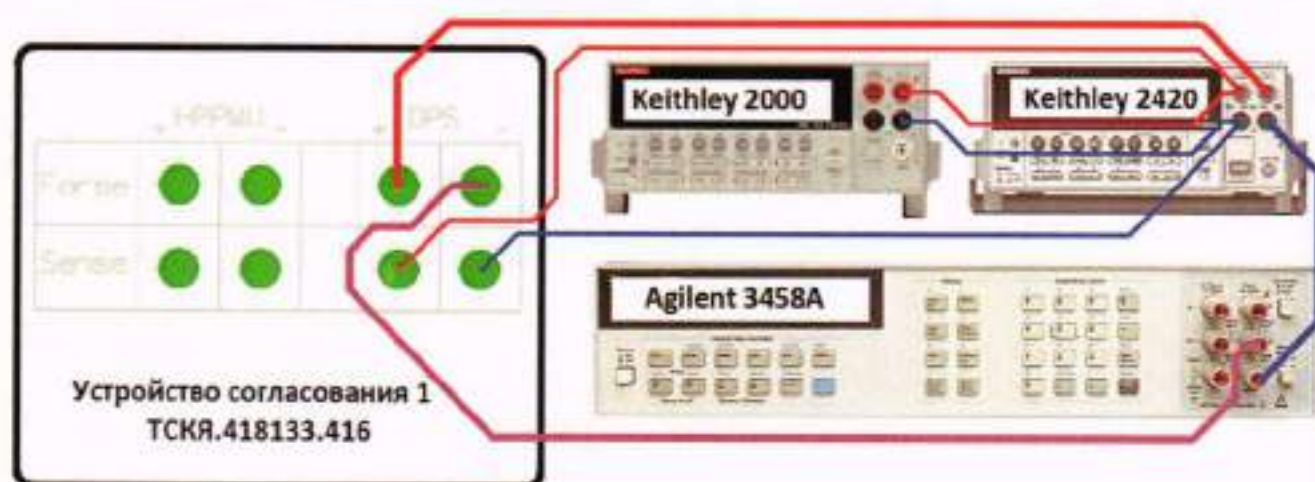



Рисунок 25 – Схема определения погрешности воспроизведения (измерения) напряжения и измерения (воспроизведения) силы тока источником питания DCS DPS128

10.13.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображённом на рисунке 4. 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 DPS on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Убедиться в подключении соединительных кабелей к контактам DPS устройства согласования ТСКЯ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

10.13.4 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 21 значения напряжения для соответствующего канала источника питания DPS128 и силы постоянного тока для калибратора-мультиметра Keithley 2420, измеряет с помощью мультиметра Keithley 2000 действительные значения напряжения, воспроизводимого DPS128, а также с помощью источников питания DPS128 измеряет значения силы тока, действительные значения которого измеряет мультиметр Agilent 3458A.

Таблица 21 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источниками питания DPS128

Ua – воспроизводимое DPS128 значение напряжения, В	Range – верхний предел диапазона измерения силы тока DPS128	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 DPS128 значение силы тока, мА	dU – абсолютная погрешность воспроизведения DPS128 напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения, мВ	dl – абсолютная погрешность измерения DPS128 силы тока, мкА	Limit dl – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мкА
-2,5	1000 мА	+900					±3		±1900
-2,5	1000 мА	0							±1000
-2,5	1000 мА	-900							±1900
-1,5	200 мА	+180							±430
-1,5	200 мА	0							±250
-1,5	200 мА	-180							±430
0,0	100 мА	+90							±340
0,0	100 мА	0							±250
0,0	100 мА	-90							±340
+1,5	25 мА	+22,5							±47,5
+1,5	25 мА	0							±25
+1,5	25 мА	-22,5							±47,5
+2,5	1000 мА	+900							±1900
+2,5	1000 мА	0							±1000
+2,5	1000 мА	-900							±1900
+3,0	12,5 мА	+11,25							±36,25
+3,0	12,5 мА	0							±25
+3,0	12,5 мА	-11,25							±36,25
+3,6	2,5 мА	+2,25							±4,75
+3,6	2,5 мА	0							±2,5
+3,6	2,5 мА	-2,25							±4,75
+4,5	1,25 мА	+1,125							±3,625
+4,5	1,25 мА	0							±2,5
+4,5	1,25 мА	-1,125							±3,625
+5,0	250 мкА	+0,225							±0,475
+5,0	250 мкА	0							±0,25
+5,0	250 мкА	-0,225							±0,475
+5,5	125 мкА	+0,1125							±0,3625
+5,5	125 мкА	0							±0,25
+5,5	125 мкА	-0,1125							±0,3625
+6,0	25 мкА	+0,0225							±0,095
+6,0	25 мкА	0							±0,05
+6,0	25 мкА	-0,0225							±0,095
+6,5	12,5 мкА	+0,01125							±0,0725
+6,5	12,5 мкА	0							±0,05
+6,5	12,5 мкА	-0,01125							±0,0725
+7,0	1000 мА	+450							±1450
+7,0	1000 мА	0							±1000
+7,0	1000 мА	-450							±1450

10.13.5 Значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерения силы постоянного тока каналами источника питания DPS128 вычисляются программой поверки по формулам (13) и (14) соответственно.

$$dU = U_d - U_a, \text{ В}, \quad (13)$$

где U_d – действительное (измеренное) значение напряжения, В;
 U_a – значение напряжения, воспроизводимое источником питания, В.

$$dI = |I_a| - |I_d|, \text{ А}, \quad (14)$$

где I_a – измеряемое значение силы тока, А;
 I_d – действительное значение силы тока, А.


Результаты измерений и расчёта для соответствующего канала источника DPS128 заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_DPS128_V, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока источниками питания DPS128 должны находиться в допускаемых пределах, приведённых в таблице 21.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >> TEST_DPS128_V, и появляется изображённое на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.14 Определение погрешности ограничения силы тока и измерения напряжения источником питания DCS DPS128

10.14.1 Для определения погрешности ограничения силы тока и измерения напряжения источником питания DPS128 выполнить пункт 10.13.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **DPS128_I** вместо **DPS128_V**. Выполнить пункт 10.13.2.

10.14.2 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображённом на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.14.3 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal DPS on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Убедиться в подключении соединительных кабелей к контактам DPS устройства согласования TCKЯ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

10.14.4 Для задания ограничения силы тока каналы источника питания DPS128 программируются в режим задания напряжения со значением ограничения по току равным желаемому значению задаваемого ограничения силы тока. При этом значение задаваемого напряжения выбирается из следующих соображений: для задания вытекающего тока значение напряжения канала источника питания DPS128 устанавливается выше значения напряжения, задаваемого калибратором-мультиметром Keithley 2420, для задания втекающего тока значение напряжения источника питания DPS128 устанавливается ниже значения напряжения, задаваемого калибратором-мультиметром Keithley 2420.

Таблица 22 – Определение абсолютной погрешности ограничения силы тока и измерения напряжения источниками питания DPS128

Ia – задаваемое DPS128 значение ограничения силы тока, мА	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 DPS128 значение напряжения, В	dU – абсолютная погрешность измерения DPS128 напряжения, мВ	LimitdU – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, мВ	dI – абсолютная погрешность ограничения DPS128 силы тока, мкА	LimitdI – нижний предел допускаемой абсолютной погрешности ограничения силы тока, мкА	LimitdI – верхний предел допускаемой абсолютной погрешности ограничения силы тока, мкА
-1000	+7,0					±2		-30000	50000
+1000	-2,5							-30000	50000
-200	+6,0							-6000	10000
+200	-1,0							-6000	10000
-100	+5,5							-3000	5000
+100	0,0							-3000	5000
-25	+5,0							-750	1250
+25	+1,0							-750	1250
-12,5	+4,5							-375	625
+12,5	+2,0							-375	625
-2,5	+3,6							-75	125
+2,5	+3,0							-75	125
-1,25	+3,0							-37,5	62,5
+1,25	+3,6							-37,5	62,5
-0,25	+2,0							-7,5	12,5
+0,25	+4,5							-7,5	12,5
-0,125	+1,0							-3,75	6,25
+0,125	+5,5							-3,75	6,25
-0,025	0,0							-0,75	1,25
+0,025	+6,0							-0,75	1,25
-0,0125	-1,0							-0,375	0,625
+0,0125	+6,5							-0,375	0,625

10.14.5 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 22 значения ограничения силы тока для соответствующего канала источника питания DPS128 и напряжения для калибратора-мультиметра Keithley 2420, измеряет с помощью Agilent 3458A действительные значения ограничения силы тока, воспроизводимого каналами DPS128, а также с помощью источников питания DPS128 измеряет значения напряжения, действительные значения которого измеряет мультиметр Keithley 2000. Значения абсолютных погрешностей ограничения силы тока и измерения постоянного напряжения каналами источника питания DPS128 вычисляются программой поверки по формулам (15) и (16) соответственно.

$$dI = Id - Ia, A, \quad (15)$$

где Ia – воспроизводимое значение ограничения силы тока, А;
Id – измеренное действительное значение ограничения силы тока, А.

$$dU = Ua - Ud, B, \quad (16)$$

где Ud – действительное значение напряжения, В;
Ua – измеренное значение напряжения, В.

Результаты измерений и расчёта для соответствующего канала источника DPS128 заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_DPS128_I, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:
Погрешности ограничения силы тока и измерения постоянного напряжения источниками питания DPS128 должны находиться в допусках, приведённых в таблице 22.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_DPS128_I, и появляется изображённое на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.15 Определение погрешности воспроизведения силы тока источником питания DCS DPS128

10.15.1 Для определения погрешности воспроизведения силы тока источником питания DPS128 выполнить пункт 10.13.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **DPS128_I_PMU** вместо **DPS128_V**.

10.15.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.416. Собрать схему, изображённую на рисунке 26. Подключить разъёмы GPIB мультиметра Agilent 3458A к соответствующему разъёму шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адрес порта GPIB мультиметра равен 22. Перевести мультиметр Agilent 3458A в режим **FRONT**, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Нажав кнопку **Guard** мультиметра Agilent 3458A, зафиксировать её в положение **To LO**. Очистить окно **ui_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options>Clear**.

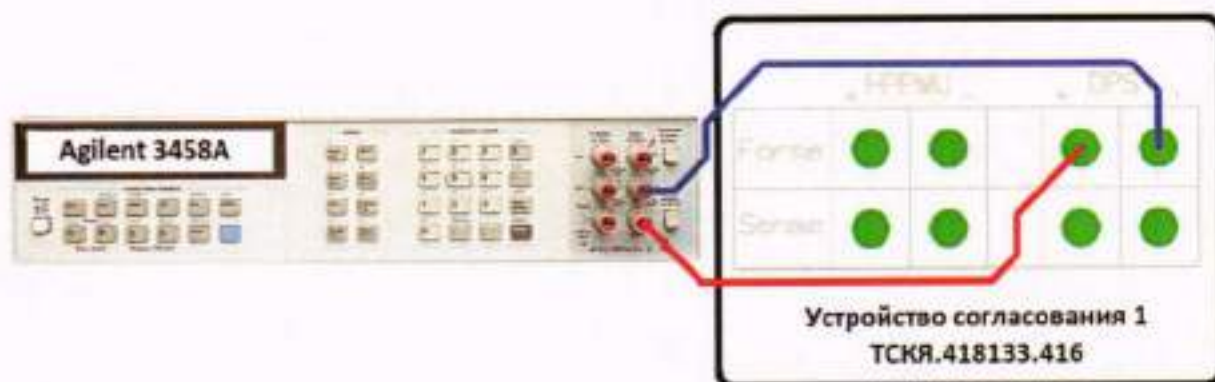



Рисунок 26 – Схема определения погрешности воспроизведения силы тока источником питания DCS DPS128

10.15.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображённом на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.15.4 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal DPS on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Убедиться в подключении соединительных кабелей к контактам DPS устройства согласования ТСКЯ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Таблица 23 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы тока источниками питания DPS128

Ia – воспроизводимое DPS128 значение сила тока, мА	Range – верхний предел диапазона воспроизведения силы тока DPS128	Id – измеренное Agilent 3458A значение силы тока, мА	dI – абсолютная погрешность воспроизведения DPS128 силы тока, мкА	LimitdI – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, мкА
-1000	1000 мА			±5000
+1000	1000 мА			±5000
-200	1000 мА			±3400
+200	1000 мА			±3400
-200	200 мА			±1000
+200	200 мА			±1000
-40	200 мА			±680
+40	200 мА			±680
-100	100 мА			±800
+100	100 мА			±800
-20	100 мА			±640
+20	100 мА			±640
-25	25 мА			±125
+25	25 мА			±125
-5	25 мА			±85
+5	25 мА			±85
-12,5	12,5 мА			±100
+12,5	12,5 мА			±100
-2,5	12,5 мА			±80
+2,5	12,5 мА			±80
-2,5	2,5 мА			±12,5
+2,5	2,5 мА			±12,5
-0,5	2,5 мА			±8,5
+0,5	2,5 мА			±8,5
-1,25	1,25 мА			±10
+1,25	1,25 мА			±10
-0,25	1,25 мА			±8
+0,25	1,25 мА			±8
-0,25	250 мкА			±1,25
+0,25	250 мкА			±1,25
-0,05	250 мкА			±0,85
+0,05	250 мкА			±0,85
-0,125	125 мкА			±1
+0,125	125 мкА			±1
-0,025	125 мкА			±0,8
+0,025	125 мкА			±0,8
-0,025	25 мкА			±0,17
+0,025	25 мкА			±0,17
-0,005	25 мкА			±0,13
+0,005	25 мкА			±0,13
-0,0125	12,5 мкА			±0,145
+0,0125	12,5 мкА			±0,145
-0,0025	12,5 мкА			±0,125
+0,0025	12,5 мкА			±0,125

10.15.5 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 23 значения силы тока для соответствующего канала источника питания DPS128, измеряет с помощью Agilent 3458A действительные значения силы тока, воспроизводимого каналами источниками питания DPS128. Значения абсолютной погрешности воспроизведения силы тока вычисляется программой поверки по формуле (17):

$$dI = I_d - I_a, A, \quad (17)$$

где I_a – воспроизводимое значение силы тока, А;
 I_d – измеренное действительное значение силы тока, А.

Результаты измерений и расчёта для соответствующего канала источника питания DPS128 заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_DPS128_I_PMU, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.


КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: погрешности воспроизведения силы тока источниками питания DPS128 должны находиться в допускаемых пределах, приведённых в таблице 23.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_DPS128_I_PMU, и появляется изображённое на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

10.16 Определение погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока группой каналов источника питания DCS DPS128

10.16.1 Для определения погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока группой каналов источника питания DCS DPS128 выполнить пункт 10.13.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **DPS128_V_gang** вместо **DPS128_V**.

10.16.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.416. Собрать схему, изображённую на рисунке 27. Подключить разъёмы GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420, мультиметра Agilent 3458A, мультиметра Keithley 2000 и электронной нагрузки АКИП-1302 к соответствующему разъёму шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов GPIB калибратора-мультиметра Keithley 2420, мультиметра Agilent 3458A, мультиметра Keithley 2000 и электронной нагрузки АКИП-1302 равны 24, 22, 16 и 5 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 её в положение **To LO**. Очистить окно **ui_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options>Clear**.

10.16.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображённом на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

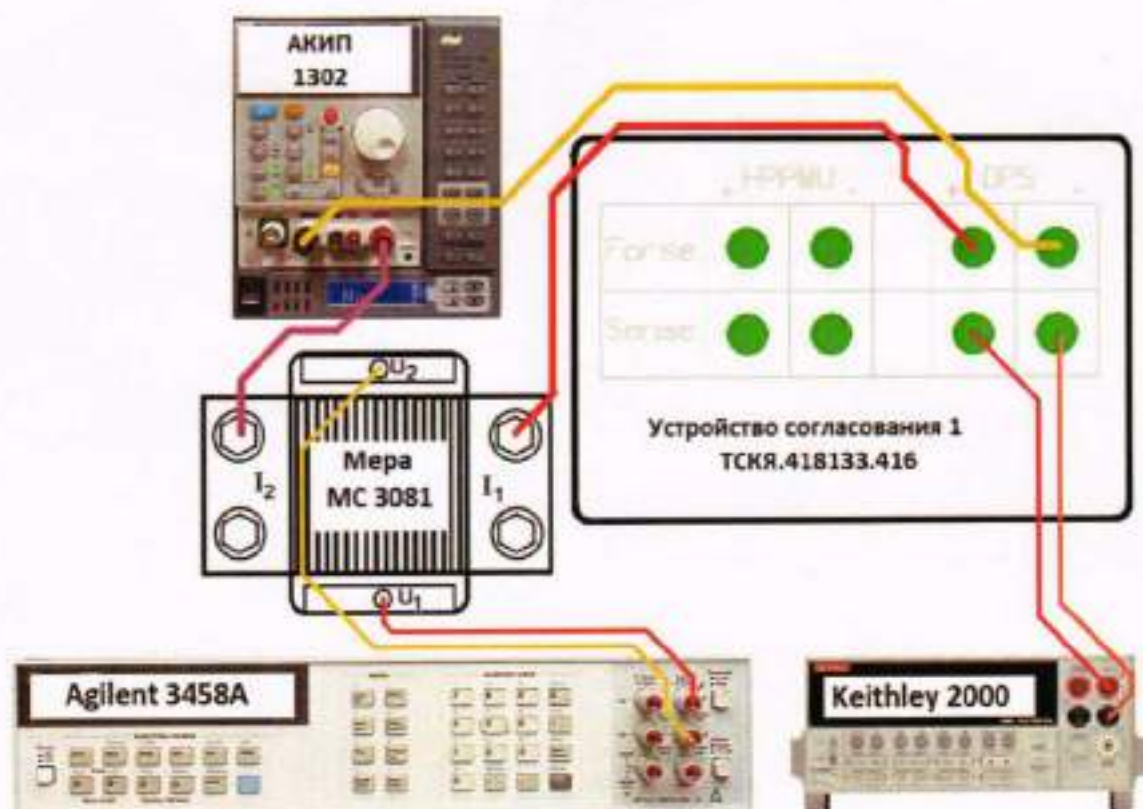


Рисунок 27 – Схема определения погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока группой каналов источника питания DCS DPS128

10.16.4 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal DPS on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Убедиться в подключении соединительных кабелей к указанным контактам устройства согласования ТСКЯ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

Таблица 24 – Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока группой каналов источника DPS128

Ua – воспроизводимое DPS128 значение напряжения, В	Range – верхний предел диапазона измерения силы тока DPS128, мА	I – номинальное значение силы тока, задаваемое АКИП 1302, мА	Ud – измеренное Keithley 2000 значение напряжения, В	Id – действительное значение силы тока (на основе измеренного Agilent 3458A значение напряжения), мА	Ia – измеренное DPS128 значение силы тока, мА	dU – абсолютная погрешность воспроизведения группой каналов DPS128 напряжения, мВ	Limit dU – пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения, мВ	dI – абсолютная погрешность измерения группой каналов DPS128 силы тока, мА	Limit dI – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мА
2,5	64000	60000					±3		±124
7,0	64000	30000							±94
2,5	64000	0							±64

10.16.5 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 24 значения напряжения для соответствующей группы каналов (в количестве 64 объединённых в группу каналов)

источника DPS128 и силы постоянного тока для электронной нагрузки АКИП 1302, измеряет с помощью мультиметра Keithley 2000 действительные значения напряжения, воспроизводимого DPS128, а также с помощью группы каналов источника DPS128 измеряет значения силы тока, действительные значения которого рассчитываются по формуле (18):

$$I_d = U_r / R_m, \text{ A}, \quad (18)$$

где I_d – действительное значение силы тока, А;
 R_m – значение сопротивления меры МС 3081, Ом;
 U_r – значение напряжения, измеренное Agilent 3458A, В.

Значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерения силы постоянного тока группой каналов источника питания DPS128 вычисляются программой поверки по формулам (19) и (20) соответственно:

$$dU = U_d - U_a, \text{ В}, \quad (19)$$

где U_d – действительное (измеренное) значение напряжения, В;
 U_a – значение напряжения, воспроизводимое источником питания, В.

$$dI = I_a - I_d, \text{ A}, \quad (20)$$

где I_a – измеряемое значение силы тока, А;
 I_d – действительное значение силы тока, А.

Результаты измерений и расчёта для соответствующей группы каналов источника DPS128 заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_DPS128_V_gang, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: погрешности воспроизведения напряжения и измерения силы тока группой каналов источника DPS128 должны находиться в допускаемых пределах, приведённых в таблице 24.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_DPS128_V_gang, и появляется изображённое на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.


10.17 Определение погрешности ограничения силы тока группой каналов источника DCS DPS128

10.17.1 Для определения погрешности ограничения силы тока группой каналов источника питания DPS128 выполнить пункт 10.13.1, выбрав в окне **Select file to load** файл с именем **DPS128_I_gang** вместо **DPS128_V**.

10.17.2 Установить на измерительный головной блок стенда устройство согласования ТСКЯ.418133.416. Собрать схему, изображённую на рисунке 28. Подключить разъёмы GPIB мультиметра Agilent 3458A к соответствующему разъёму шлюза E5810B, используя интерфейсные кабели GPIB. Убедиться, что адреса портов мультиметра Agilent 3458A равен 22. Перевести мультиметр Agilent 3458A в режим **FRONT**, используя кнопку **Front / Rear** на передней панели прибора. Нажав кнопку **Guard** мультиметра Agilent 3458A, зафиксировать её в положение **To LO**. Очистить окно **ui_report.ORG.PROD** от текста, выбрав команду меню **Options>Clear**.



Рисунок 28 – Схема определения погрешности ограничения силы тока группой каналов источника питания DCS DPS128

10.17.3 Для запуска программы поверки нажать на значке с изображением  правой клавишей манипулятора «мышь» в окне, изображённом на рисунке 4. В появившемся контекстном меню нажать левой клавишей манипулятора «мышь» на строке с надписью **Run**.

10.17.4 Перед выполнением программы в окне **ui_report.ORG.PROD** выводится предупреждение «WARNING: Please Connect Cable to Terminal DPS on the Testboard TSKJ.418133.416» и появляется диалоговое окно **TestMethod** (рис. 11). Убедиться в подключении соединительных кабелей к указанным контактам устройства согласования TSKJ.418133.416. Затем нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **Yes** в окне **TestMethod**.

10.17.5 Для задания ограничения силы тока группа каналов источника питания DPS128 программируется в режим задания напряжения со значением ограничения по току равным желаемому значению задаваемого ограничения силы тока. При этом значение задаваемого напряжения выбирается из следующих соображений: для задания вытекающего тока значение напряжения группы каналов источника питания DPS128 устанавливается 2,5 В, для задания втекающего тока значение напряжения группы каналов источника питания DPS128 устанавливается -2,5 В.

Таблица 25 – Определение абсолютной погрешности ограничения силы тока и измерения напряжения группой каналов источника питания DPS128

Ia – задаваемое DPS128 значение ограничения сила тока, мА	Id – действительное значение ограничения силы тока, мА	dI – абсолютная погрешность ограничения DPS128 силы тока, мкА	LimitdI– нижний предел допускаемой абсолютной погрешности ограничения силы тока, мА	LimitdI– верхний предел допускаемой абсолютной погрешности ограничения силы тока, мА
+64000			-1920	3200
-64000			-1920	3200
+12800			-384	640
-12800			-384	640

10.17.6 Программа, последовательно задавая указанные в таблице 25 значения ограничения силы тока для соответствующей группы каналов (в количестве 64 объединённых в группу каналов) источника питания DPS128 измеряет с помощью Agilent 3458A значение напряжения, создаваемого протеканием тока через меру MC 3081. Действительное значение ограничения силы тока рассчитывается по формуле (18). Значения абсолютных погрешностей ограничения силы

тока группой каналов источника питания DPS128 вычисляются программой поверки по формуле (21):

$$dI = Id - Ia, A, \quad (21)$$

где Ia – воспроизводимое значение ограничения силы тока, А;
 Id – действительное (измеренное) значение ограничения силы тока, А.

Результаты измерений и расчёта для соответствующей группы каналов источника DPS128 заносятся программой поверки в таблицу >>TEST_DPS128_I_gang, формируемую в окне **ui_report.ORG.PROD**.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: погрешности ограничения силы тока и измерения постоянного напряжения группой каналов источника питания DPS128 должны находиться в допустимых пределах, приведённых в таблице 25.

В противном случае выполнение программы поверки приостанавливается с выдачей сообщения "fail" в столбце Result таблицы >>TEST_DPS128_I_gang, и появляется изображённое на рисунке 11 диалоговое окно **TestMethod**. Для завершения выполнения программы нажать левой клавишей манипулятора «мышь» кнопку **No** в этом окне.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Для периодической поверки в сокращённом объёме (пункт настоящего документа) должны быть указаны сведения об измерительных каналах, для которых была выполнена поверка.

11.2 При положительных результатах по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке на бумажном носителе.

11.3 При положительных результатах поверки на поверяемое средство измерений пользователь наносит знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу пользователя (заявителя) выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

11.5 По запросу пользователя (заявителя) оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного средства измерений метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин, если пользователь (заявитель) не предъявил требование по указанию измеренных действительных значений.