



**Закрытое Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»  
АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА**

127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5  
тел./факс (495)926-71-85 E-mail: [post@actimaster.ru](mailto:post@actimaster.ru)  
<http://www.actimaster.ru>

**УТВЕРЖДАЮ**



**Генеральный директор  
ЗАО «АКТИ-Мастер»**

 **В.В. Федулов**  
«01» февраля 2017 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Стенды измерительные  
для контроля параметров микроэлектронных компонентов  
FT-17HF-768, FT-17DT-256**

**Методика поверки  
FT-17МП-2017**

**Заместитель генерального директора  
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»**

 **Д.Р. Васильев**

**Главный метролог ООО «Совтест АТЕ»**

 **К.А. Витязев**

**г. Москва  
2017**

Настоящая методика поверки распространяется на стенды измерительные для контроля параметров микросэлектронных компонентов FT-17HF-768, FT-17DT-256 (далее – стенды), изготавливаемые ООО «Совтест АТЕ», и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
2	3	4	5
Внешний осмотр	6.1	да	да
Опробование и идентификация	6.2	да	да
Подготовка к измерениям статических параметров	6.3	да	да
Определение метрологических характеристик	6.4	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровней постоянного напряжения драйверами	6.4.1	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров универсальных каналов	6.4.2	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров универсального канала	6.4.3	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока активной нагрузкой универсального канала	6.4.4	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения компаратором	6.4.5	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров универсального канала	6.4.6	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров универсального канала	6.4.7	да	да

Продолжение таблицы 1

2	3	4	5
Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров дополнительного канала	6.4.8	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров дополнительного канала	6.4.9	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров дополнительного канала	6.4.10	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров дополнительного канала	6.4.11	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения измерительным источником питания	6.4.12	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока измерительным источником питания	6.4.13	да	да
Определение абсолютной погрешности задания частоты функционального контроля	6.4.14	да	да
Определение длительности фронта и среза перепадов сигналов драйверов	6.4.15	да	да
Определение абсолютной погрешности формирования длительности импульса драйверами	6.4.16	да	да
Определение времени опережения и запаздывания фронта и среза импульса драйверов	6.4.17	да	да
Определение времени опережения и запаздывания строба компараторов	6.4.18	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для проведения поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь документы о поверке.

2.3 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик стенов с требуемой точностью.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер
6.4.1 – 6.4.13	Калибратор-мультиметр цифровой KEITHLEY 2400; регистрационный номер 25789-08
6.4.14 – 6.4.18	Частотомер KEYSIGHT 53230A; регистрационный номер 51077-12
6.4.12, 6.4.13	Катушка электрического сопротивления P310 0,01 Ом, класс точности 0,01; регистрационный номер 1162-58
	Катушка электрического сопротивления P321 0,1 Ом, класс точности 0,01; регистрационный номер 1162-58
<b>Вспомогательные средства поверки (принадлежности)</b>	
разделы 6.3, 6.4	Адаптер универсальный метрологический на 256 каналов DIB-256-M
	Адаптер 2-го уровня для автоматического измерения статических параметров R-256-DCA
	Адаптер 2-го уровня для ручного измерения динамических параметров R-256-ACM
	Кабель для 4-х проводного измерения статических параметров CSL
	Кабели для аттестации статических параметров при больших токах с помощью катушек электрического сопротивления CSH
	Кабель для аттестации динамических параметров CHF
	Кабель для управления оснасткой USB 2.0 A-B 1.5м
	Блок питания БПС 18-0.7

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, имеющие практический опыт в области электрических измерений.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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».

### 5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха (23 ±3) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

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

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого прибора, его направляют в ремонт.

### 6.2 Опробование и идентификация

6.2.1 Выполнить включение стенда следующим образом:

- перевести во включенное состояние тумблер сетевого электропитания;
- перевести во включенное состояние тумблер управления подачей напряжения от источников вторичного электропитания;
- включить ЭВМ и загрузить операционную систему WINDOWS-7;

6.2.2 Выполнить идентификацию установленного на компьютере программного обеспечения, для чего запустить XperTest, дважды последовательно нажав и отпустив левую клавишу манипулятора типа «мышь» (в дальнейшем, двойной клик левой клавишей), после того как курсор будет перемещён в область соответствующего ярлыка на экране монитора. Наблюдать появление панели оператора среды XperTest(рис. 6.2.1).

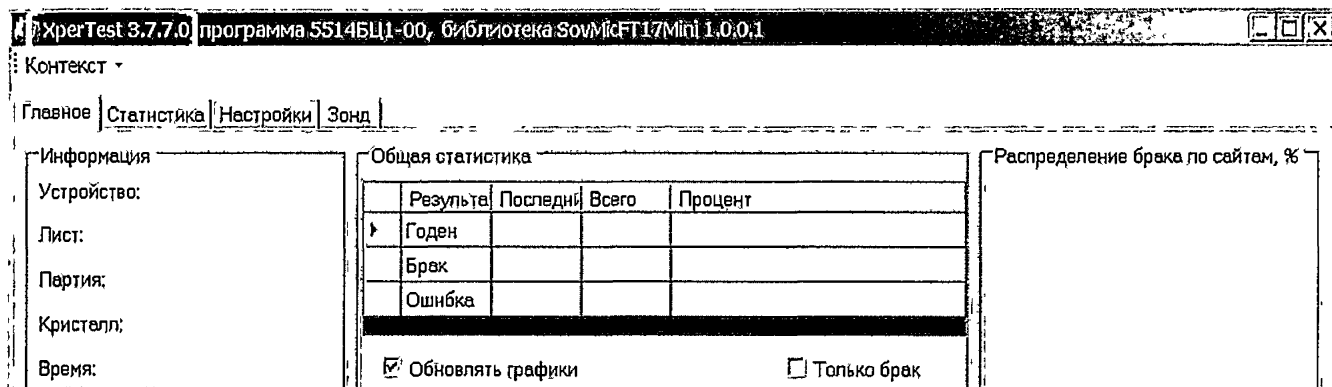



Рисунок 6.2.1 – Вид панели оператора среды XperTest.

Убедиться, что номер версии XperTest, указанный в заголовке окна (обведен контуром жёлтого цвета на рис.6.2.1) не ниже 3.8.7.0. Закрыть панель оператора, последовательно нажав и отпустив левую клавишу манипулятора типа «мышь» (в дальнейшем, клик левой клавишей), после перемещения курсора в область элемента управления  в правой верхней части окна программы.

6.2.3 Запустить на исполнение двойным кликом мышки программу диагностики C:\HFDT\_Diagnostic\bin\Debug\HFDT\_Diagnostic.exe, которая выполнит проверку работоспособности ресурсов стенда, указанных в карте C:\HFDT\_Diagnostic\\_Common\StartInit\SegmentMap\SegmentMap.ini.

Наблюдать появление окна программы диагностики, показанное на рисунке 6.2.2.

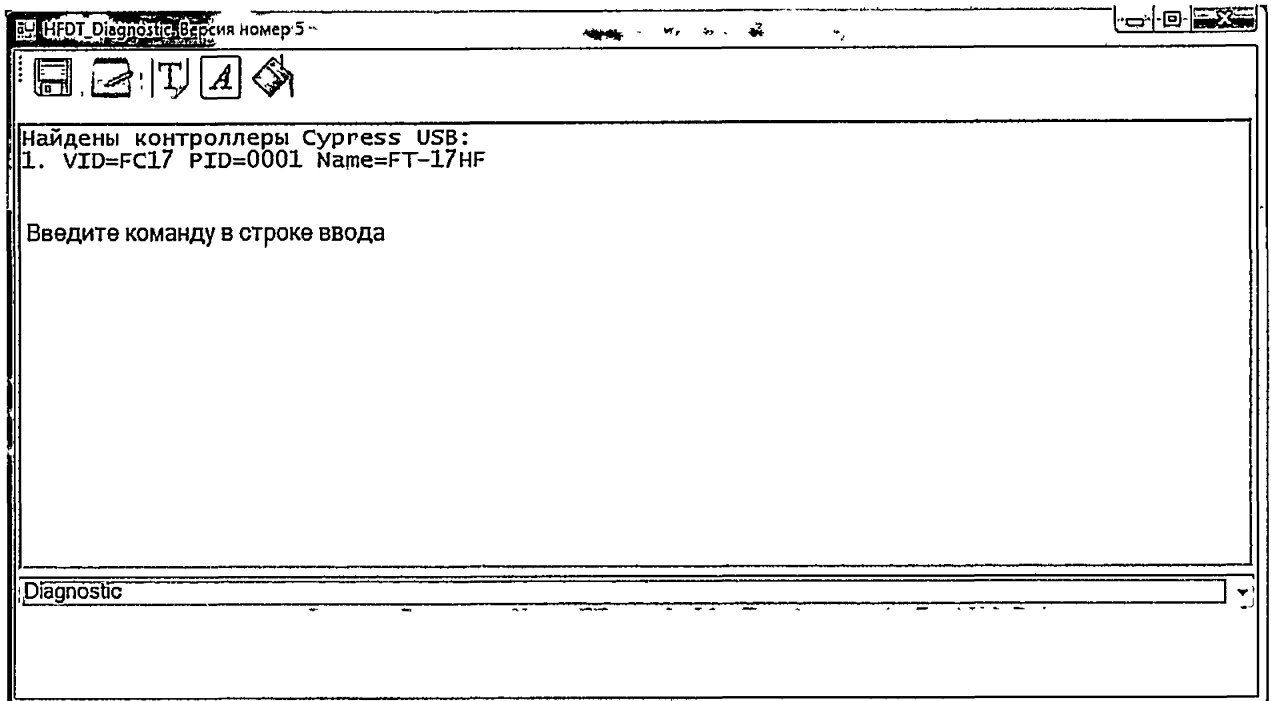


Рисунок 6.2.2 – окно программы диагностики

В заголовке окна отображается версия программы “Diagnostic”.

Версия программы “Diagnostic” должна быть 5 или старше.

Окно программы состоит из двух частей:

- область в которую программа выводит сообщения о своей работе;
- строка ввода, в которую пользователь вводит команды;

6.2.4 Ввести в строку ввода команду “Diagnostic” и нажать клавишу “«Enter»”.

Программа начнет выполнять последовательность тестов и отображать на экране количество тестов с результатом “БРАК”. Окно программы в процессе работы показано на рисунке 6.2.3.

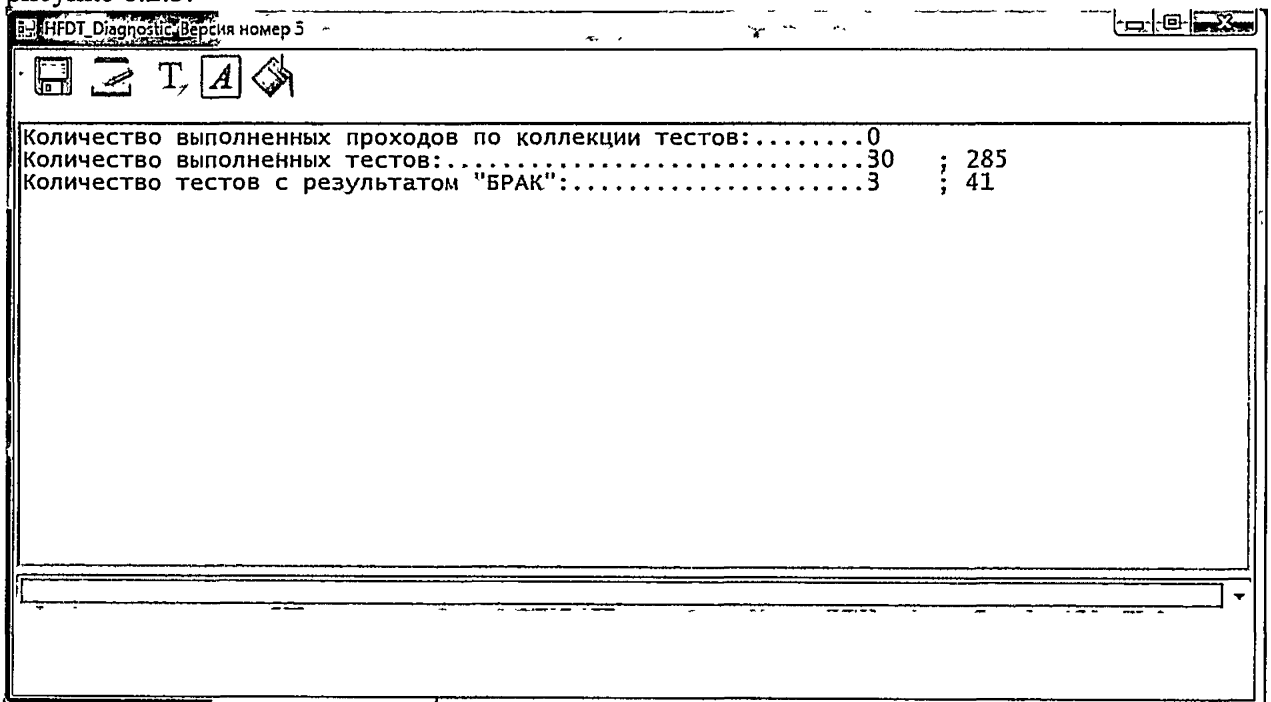


Рисунок 6.2.3 – окно программы диагностики в процессе работы

Программа выполнит всю последовательность тестов и выведет сообщение о завершении своей работы, при этом сообщение о количестве тестов с результатом “БРАК” будет присутствовать на экране.

Результаты опробования считать положительными, если количество тестов с результатом “БРАК” равно нулю.

6.2.5 Закрывать программу диагностики, для чего в строку ввода ввести команду “Exit” и нажать клавишу “«Enter»”, затем ввести команду “Close” и нажать клавишу “«Enter»”.

6.2.6 Завершить работу операционной системы WINDOWS-7 и выключить ЭВМ.

6.2.7 Перевести тумблеры управления электропитанием в выключенное положение.

### 6.3 Подготовка к измерениям статических параметров

6.3.1 Установить на измерительный блок метрологическую оснастку, собранную из адаптера универсального метрологического на 256 каналов (DIB-256-M) и адаптера 2-го уровня для автоматического измерения статических параметров (R-256-DCA) (рис.6.3.1).

6.3.2. Установить, если необходимо драйвер адаптера USB-COM TRENDNET TU-S9, используя методику из ПРИЛОЖЕНИЯ 1.

6.3.3. Подключить 9-контактную вилку адаптера TU-S9 к ответному разъёму «RS-232» на задней стенке прибора Keithley 2400, а вилку USB адаптера соединить со свободным портом USB на компьютере. Ещё один компьютерный порт USB необходимо соединить кабелем типа А-В с соединителем XS4 на R-256-DCA (рис.6.3.2).

6.3.4 Подключить блок питания БПС 18-0.7 к соединителю XP6 (рис.6.3.2).

6.3.5 Подключить измерительные входы прибора Keithley 2400 к разъёмам на плате адаптера DIB-256-M, (рис. 6.3.2) с помощью кабеля для 4-х проводного измерения на KEITHLEY для аттестации статических параметров (CSL) в соответствии с таблицей 6.1.

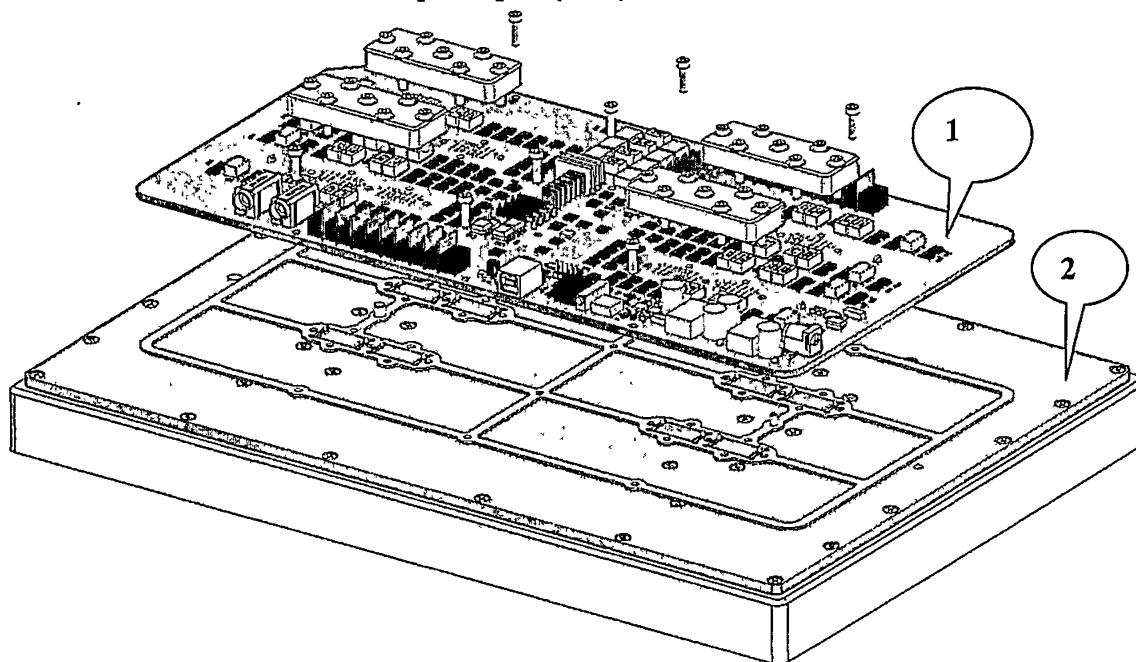


Рисунок 6.3.1 Внешний вид на составные части метрологической оснастки  
1 - Адаптер R-256-DCA. 2 – Адаптер DIB-256-M.

6.3.4. Подключить к выводам разъёма JP1 адаптера DIB-256-M катушки электрического сопротивления P321 и P310, используя кабели для аттестации статических параметров при больших токах CSH в соответствии с таблицей 6.1.

Таблица 6.1

Катушки сопротивления	Выводы катушек сопротивления			
	«U <sub>1</sub> »	«U <sub>2</sub> »	«I <sub>1</sub> »	«I <sub>2</sub> »
P321(0.1 Ом)	JP1/6	JP1/7	JP1/5	JP1/8
P310 (0.01Ом)	JP1/3	JP1/2	JP1/1	JP1/4
Keithley 2400	Измерительные входы «HI»		Измерительные входы «LO»	
	«HI»(левый)	«HI»(правый)	«LO»(левый)	«LO»(правый)
	XP7	JP2/5	XP8	JP2/8

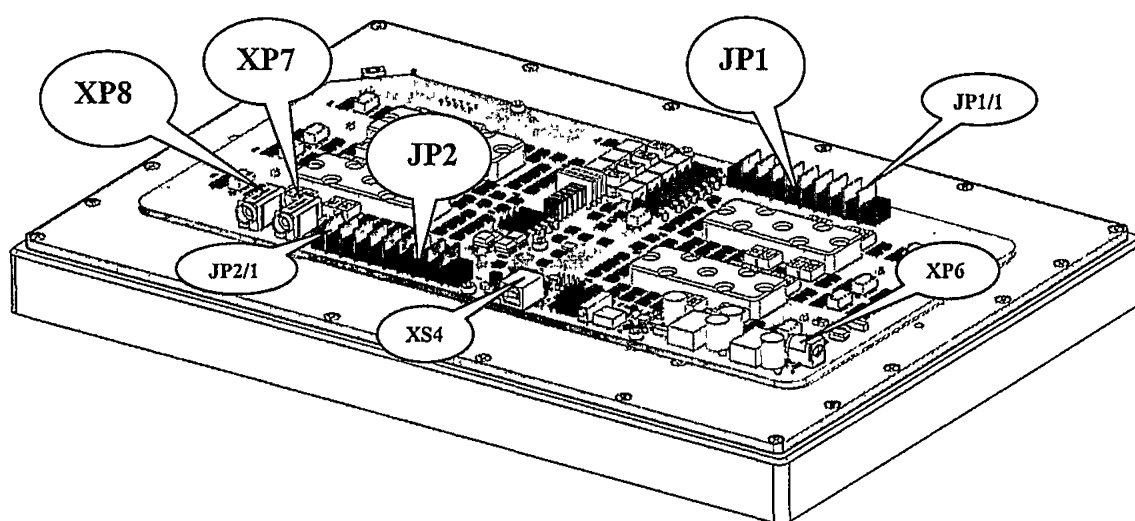


Рисунок 6.3.2 Обозначение соединителей на плате. Адаптер R-256-DCA.

6.3.5 Используя органы управления лицевой панели Keithley 2400, выполнить настройки:  
 MENU/COMMUNICATIONS/RS-232/BAUD/ 9600  
 MENU/COMMUNICATIONS/RS-232/BITS/ 8;  
 MENU/COMMUNICATIONS/RS-232/PARITY/ NONE  
 MENU/COMMUNICATIONS/RS-232/TERMINATOR/ <LF>  
 MENU/COMMUNICATIONS/RS-232/FLOW CTRL/ NONE

6.3.6 Выполнить включение стенда:

- перевести во включенное состояние тумблер сетевого электропитания;
- перевести во включенное состояние тумблер управления подачей напряжения от источников вторичного электропитания;
- включить ЭВМ и загрузить операционную систему WINDOWS-7;
- включить прибор Keithley 2400
- подключить к сетевому напряжению 220В вилку блока питания БПС 18-0.7

6.3.7. Через 30 минут, необходимые для прогрева оборудования, перейти к выполнению действий по методике следующего пункта.



#### 6.4. Определение метрологических характеристик.

Запустить на исполнение среду для работы со статическими метрологическими характеристиками стенда C:\StaticTuning\bin\StaticTuning.exe. Вид окна сообщений программной среды после запуска показан на рис.6.3.3.

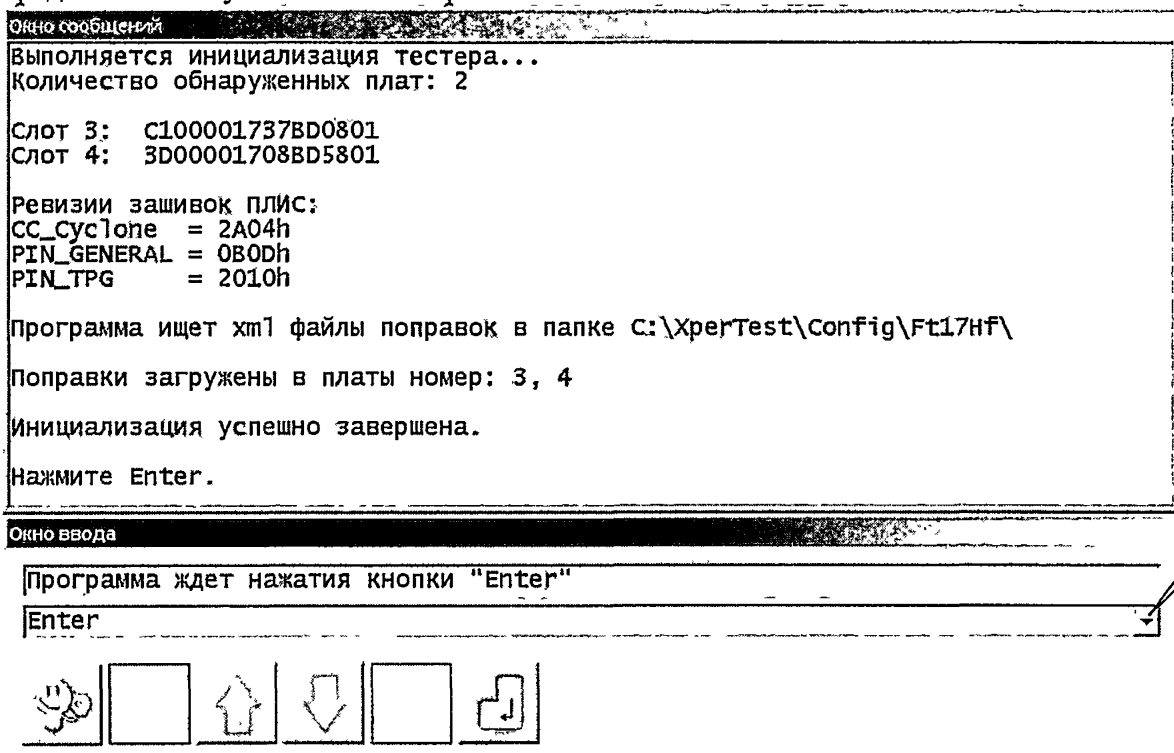


Рисунок 6.3.3 Вид окна программной среды для работы со статическими метрологическими характеристиками после запуска.

Убедиться, что номер версии StaticTuning, указанный в заголовке окна не ниже 4.3.

Переместить курсор в область отображения программного элемента (сноска 1, рис.6.3.3) и нажать и отпустить левую клавишу «мышки». В появившемся выпадающем списке выбрать и кликнуть строку с командой «Examination», а затем нажать клавишу «Ввод» на клавиатуре. Наблюдать ход выполнения программы поверки. При необходимости следовать указаниям, появляющимся на экране монитора. Описание методика автоматизированной поверки параметров по п.4-16 таблицы 2 приведено в п.п. 6.4.1 – 6.4.13.

После окончания работы программы отключить прибор Keithley 2400 от измерительной оснастки стенда. Завершить работу программной среды. Перейти к выполнению действий по методике п.п. 6.4.14.

##### 6.4.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровней постоянного напряжения драйверами

В таблице 6.2 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки

Таблица 0.2

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Воспроизведение напряжения высокого уровня VH	VH
Воспроизведение напряжения низкого уровня VL	VL
Воспроизведение напряжения среднего уровня VT	VT
Воспроизведение напряжения высоковольтного уровня VHN	HVOUT

В Таблице 0.3 указаны диапазоны воспроизведения постоянного напряжения драйверами и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 0.3

Условное обозначение тестируемого параметра	Диапазон	Пределы абсолютной погрешности
VH	от минус 1,4 до + 6,0 В	± 15 мВ
VL	от минус 1,5 до + 5,9 В	± 15 мВ
VT	от минус 1,5 до + 6,0 В	± 15 мВ
HVOUT	от 6,0 до + 13,0 В	± (0,001·HVOUT + 200 мВ)

Абсолютная погрешность воспроизведения уровней постоянного напряжения драйверами определяется прямым измерением с помощью калибратора-мультиметра KEITHLEY 2400. Поверяемые уровни соответствуют начальной точке, а так же 20%, 50%, 80% и 100 % от диапазона формирования по табл.6.3.

Значения абсолютной погрешности воспроизведения уровня напряжения вычисляются программой по формуле:

$$\Delta U_{\text{VH/VL/VT/HVOUT}} = U_D - U_A, \quad (1)$$

где  $U_D$  – измеренное прибором Keithley 2400 значение уровней VH/VL/VT/HVOUT,

$U_A$  – воспроизводимое значение уровней VH/VL/VT/HVOUT;

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (1) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.3.

Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.3.

#### 6.4.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров универсальных каналов

В таблице 6.4 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.4

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Воспроизведение постоянного напряжения $U_x$	PMU305_FV

В таблице 6.5 указаны диапазоны воспроизведения напряжения и пределы допускаемой абсолютной погрешности источников-измерителей статических параметров.

Таблица 6.5

Условное обозначение тестируемого параметра	Диапазон	Пределы абсолютной погрешности
PMU305_FV	от минус 1,5 до + 6,0 В	± (0,001· $U_x$ + 5 мВ)

Абсолютная погрешность воспроизведения уровней постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров определяется прямым измерением с помощью калибратора-мультиметра KEITHLEY 2400. Поверяемые уровни соответствуют начальной точке, а так же 20%, 50%, 80% и 100 % от диапазона формирования по табл.6.5.

Значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения вычисляются по формуле:

$$\Delta U = U_D - U_A, \quad (2)$$

где  $U_D$  – измеренное Keithley 2400 значение напряжения;

$U_A$  – воспроизводимое значение напряжения.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (2) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.5

Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.5.

#### 6.4.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров универсальных каналов

В таблице 6.6 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.6

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Воспроизведение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 2$ мкА	PMU305 FI N0 2uA
Воспроизведение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 20$ мкА	PMU305 FI N1 20uA
Воспроизведение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 200$ мкА	PMU305 FI N2 200uA
Воспроизведение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 2$ мА	PMU305 FI N3 2mA
Воспроизведение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 32$ мА	PMU305 FI N4 32mA

В таблице 6.7 указаны пределы воспроизведения силы тока каналным источником-измерителем статических параметров и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.7

Условное обозначение тестируемого параметра	Пределы воспроизведения	Пределы абсолютной погрешности
PMU305_FI_N0_2uA	$\pm 2$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 10 \text{ нА})$
PMU305_FI_N1_20uA	$\pm 20$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 50 \text{ нА})$
PMU305_FI_N2_200uA	$\pm 200$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 500 \text{ нА})$
PMU305_FI_N3_2mA	$\pm 2$ мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 5 \text{ мкА})$
PMU305_FI_N4_32mA	$\pm 32$ мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 100 \text{ мкА})$

Программа последовательно, по всем тестируемым каналам, задает значения силы тока  $I_A$  в трёх точках по диапазону для каждого тестируемого параметра из таблицы 6.6:

- крайнее отрицательное значение;
- нулевое значение;
- крайнее положительное значение.

Программа считывает значения силы тока, измеренные прибором Keithley 2400, и вычисляет значения абсолютной погрешности воспроизведения силы тока по формуле:

$$\Delta I = I_D - I_A, \quad (3)$$

где  $I_D$  – измеренное Keithley 2400 значение силы тока;

$I_A$  – воспроизводимое значение силы тока.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (3) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.7.

Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.7.

Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока активной нагрузкой универсального канала

В таблице 6.8 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.8

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Воспроизведение силы тока $I_x$ активной нагрузки высокого уровня, при которой ток течет от объекта контроля в нагрузку	IOH
Воспроизведение силы тока $I_x$ активной нагрузки низкого уровня, при которой ток течет от нагрузки в объект контроля	IOL

В таблице 6.9 указаны диапазоны воспроизведения силы тока активными нагрузками и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.9

Условное обозначение тестируемого параметра	Диапазон	Пределы абсолютной погрешности
IOH	от 0 до минус 12 мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 60 \text{ мкА})$
IOL	от 0 до + 12 мА	

Программа задает напряжение коммутации VCom (порог переключения с IOH на IOL), равным 1,5 В. Программа настраивает прибор Keithley 2400 на воспроизведение напряжения и измерение силы тока. Прибор Keithley 2400 воспроизводит напряжение 3 В для проверки параметра IOH, 0 В для проверки параметра IOL. Программа последовательно, по всем проверяемым каналам задает следующие значения силы тока для каждого тестируемого параметра из таблицы 6.8:

- 0% от диапазона (крайнее нижнее значение);
- 50% от диапазона (среднее значение);
- 100% от диапазона (крайнее верхнее значение).

Активные нагрузки стенда воспроизводят заданные программой значения силы тока. Программа считывает измеренные прибором Keithley 2400 значения силы тока, и вычисляет значения абсолютной погрешности по формуле:

$$\Delta I = I_D - I_A \quad (4)$$

где  $I_D$  – измеренное прибором Keithley 2400 значение силы тока;

$I_A$  – воспроизводимое значение силы тока.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (4) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формуле таблицы 6.9

Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.9.

Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.5 Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения компаратором

В таблице 6.10 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.10

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Входное напряжение $V_{in}$ высокого уровня	VOH
Входное напряжение $V_{in}$ низкого уровня	VOL

В таблице 6.11 указаны диапазоны установки уровней напряжения компараторов и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.11

Условное обозначение тестируемого параметра	Диапазон	Пределы абсолютной погрешности
VOH/VOL	от минус 1,4 до + 6,0 В	$\pm 15$ мВ

Программа с помощью прибора Keithley 2400 последовательно по каждому параметру, и по всем проверяемым каналам, задает значения напряжения  $V_{in}$  в трёх точках диапазона по таблице 6.10:

- 0% от диапазона (крайнее нижнее значение);
- 50% от диапазона (среднее значение);
- 100% от диапазона (крайнее верхнее значение).

Значения абсолютной погрешности компаратора вычисляются по формуле:

$$\Delta U = U_D - V_{in}, \quad (5)$$

где  $U_D$  – измеренное напряжение на входе компаратора методом поразрядного уравнивания.

$V_{in}$  – задаваемое напряжение на входе компаратора.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (5) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.11. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.11. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.6 Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров универсального канала

В таблице 6.12 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.12

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Измерение постоянного напряжения каналным измерителем статических параметров	PMU305_MV

В таблице 6.13 указаны диапазоны измерения напряжения каналным источником-измерителем статических параметров и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.13

Условное обозначение тестируемого параметра	Диапазон	Пределы абсолютной погрешности
PMU305_MV	от минус 1,5 до + 6,0 В	$\pm (0,001 \cdot U_x + 6 \text{ мВ})$

Программа, с помощью прибора Keithley 2400, последовательно, по всем универсальным каналам, задает на входе проверяемого источника-измерителя статических параметров, следующие значения напряжений  $U_A$  в диапазоне по таблице 6.12:

- 0% от диапазона (крайнее нижнее значение);
- 50% от диапазона (среднее значение);
- 100% от диапазона (крайнее верхнее значение).

Значения абсолютной погрешности измерения напряжения вычисляются по формуле:

$$\Delta U = U_D - U_A, \quad (6)$$

где  $U_D$  – среднее измеренное значение напряжения;

$U_A$  – заданное прибором Keithley 2400 входное напряжение.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (6) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.13. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.13. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.7 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров универсального канала

В таблице 6.14 указаны условные обозначения тестируемых параметров источников-измерителей, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.14

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 2 \text{ мкА}$	PMU305_MI_N0_2uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 20 \text{ мкА}$	PMU305_MI_N1_20uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 200 \text{ мкА}$	PMU305_MI_N2_200uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 2 \text{ мА}$	PMU305_MI_N3_2mA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 32 \text{ мА}$	PMU305_MI_N4_32mA

В таблице 6.15 указаны пределы измерения силы тока каналным источником-измерителем статических параметров и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.15

Условное обозначение тестируемого параметра	Предел измерения	Пределы абсолютной погрешности
PMU305_MI_N0_2uA	$\pm 2 \text{ мкА}$	$\pm (0,001 \cdot I_x + 20 \text{ нА})$
PMU305_MI_N1_20uA	$\pm 20 \text{ мкА}$	$\pm (0,001 \cdot I_x + 60 \text{ нА})$
PMU305_MI_N2_200uA	$\pm 200 \text{ мкА}$	$\pm (0,001 \cdot I_x + 600 \text{ нА})$
PMU305_MI_N3_2Ma	$\pm 2 \text{ мА}$	$\pm (0,001 \cdot I_x + 6 \text{ мкА})$
PMU305_MI_N4_32mA	$\pm 32 \text{ мА}$	$\pm (0,001 \cdot I_x + 100 \text{ мкА})$

Программа, с помощью прибора Keithley 2400, последовательно, по всем тестируемым каналам, задает по пять значений силы тока  $I_A$ , которые соответствуют началу диапазонов и 20%, 50%, 80%, 100% от конкретного диапазона из таблицы 6.14:

Значения абсолютной погрешности измерения силы тока канальным измерителем статических параметров вычисляются по формуле:

$$\Delta I = I_D - I_A, \quad (7)$$

где  $I_D$  – измеренное среднее значение силы тока;

$I_A$  – заданное прибором Keithley 2400 значение силы тока.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (7) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.15. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.15. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.8 Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров дополнительного канала

В таблице 6.16 указаны условные обозначения тестируемых параметров источников-измерителей, которые используются в отчете о результате поверки.

Таблица 6.16

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Воспроизведение напряжения каналом типа II	PMU5522_FV

В таблице 6.17 указаны диапазоны воспроизведения постоянного напряжения проверяемыми каналами источника-измерителя статических параметров и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.17

Условное обозначение тестируемого параметра	Диапазон	Пределы абсолютной погрешности
PMU5522_FV	от минус 4 до + 12,5 В	$\pm (0,001 \cdot U_x + 5 \text{ мВ})$

Абсолютная погрешность воспроизведения уровней постоянного напряжения источником-измерителем определяется прямым измерением с помощью калибратора-мультиметра KEITHLEY 2400. Поверяемые уровни соответствуют начальной точке, а так же 20%, 50%, 80% и 100 % от диапазона формирования по табл.6.17.

Значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения вычисляются по формуле:

$$\Delta U = U_D - U_A, \quad (8)$$

где  $U_D$  – измеренное прибором Keithley 2400 значение напряжения;

$U_A$  – воспроизводимое значение напряжения.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (8) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.17. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.17. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.9 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров дополнительного канала

В таблице 6.18 указаны условные обозначения тестируемых параметров источников-измерителей, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.18

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Воспроизведение силы тока $I_x$ на диапазоне $\pm 5$ мкА	PMU5522 FI N0 5uA
Воспроизведение силы тока $I_x$ на диапазоне $\pm 20$ мкА	PMU5522 FI N1 20uA
Воспроизведение силы тока $I_x$ на диапазоне $\pm 200$ мкА	PMU5522 FI N2 200uA
Воспроизведение силы тока $I_x$ на диапазоне $\pm 2$ мА	PMU5522 FI N3 2mA
Воспроизведение силы тока $I_x$ на диапазоне $\pm 80$ мА	PMU5522 FI N4 80mA

В таблице 6.19 указаны пределы воспроизведения силы тока и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.19

Условное обозначение тестируемого параметра	Пределы воспроизведения	Пределы абсолютной погрешности
PMU5522_FI_N0_5uA	$\pm 5$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 5 \text{ нА})$
PMU5522_FI_N1_20uA	$\pm 20$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 10 \text{ нА})$
PMU5522_FI_N2_200uA	$\pm 200$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 100 \text{ нА})$
PMU5522_FI_N3_2mA	$\pm 2$ мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 1 \text{ мкА})$
PMU5522_FI_N4_80mA	$\pm 80$ мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 30 \text{ мкА})$

Программа последовательно, по всем проверяемым каналам, задает следующие значения тока  $I_A$ , для каждого тестируемого параметра из таблицы 6.18:

- крайнее отрицательное значение;
- нулевое значение;
- крайнее положительное значение.

Прибором Keithley 2400 измеряются значения силы тока  $I_D$  с выхода тестируемого канала. Значения абсолютной погрешности воспроизведения силы тока вычисляются по формуле:

$$\Delta I = I_D - I_A, \quad (9)$$

где  $I_D$  – измеренное прибором Keithley 2400 значение силы тока;

$I_A$  – воспроизводимое значение силы тока.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (9) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.19. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.19. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.



#### 6.4.10 Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров дополнительного канала

В таблице 6.20 указаны условные обозначения тестируемых параметров источников-измерителей статических параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.20

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Измерение напряжения каналом типа П	PMU5522_MV

В таблице 6.21 указаны диапазоны измерения напряжения и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.21

Условное обозначение тестируемого параметра	Диапазон	Пределы абсолютной погрешности
PMU5522_MV	от минус 2,7 до + 11,7 В	$\pm (0,001 \cdot U_x + 5 \text{ мВ})$

Программа, управляя прибором Keithley 2400, последовательно, по всем тестируемым каналам, задает следующие значения напряжений  $U_A$  по диапазону напряжения из таблицы 6.20:

- 0% от диапазона (крайнее нижнее значение);
- 50% от диапазона (среднее значение);
- 100% от диапазона (крайнее верхнее значение).

Значения абсолютной погрешности измерения напряжения вычисляются по формуле:

$$\Delta U = U_D - U_A, \quad (10)$$

где  $U_D$  – среднее значение измеренного напряжения;

$U_A$  – задаваемое прибором Keithley 2400 значение напряжения.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (10) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.21. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.21. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.11 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров дополнительного канала

В таблице 6.22 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.22

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 5 \text{ мкА}$	PMU5522 MI N0 5uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 20 \text{ мкА}$	PMU5522 MI N1 20uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 200 \text{ мкА}$	PMU5522 MI N2 200uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 2 \text{ мА}$	PMU5522 MI N3 2mA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 80 \text{ мА}$	PMU5522 MI N4 80mA

В таблице 6.23 указаны пределы измерения силы тока источником-измерителем статических параметров и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.23

Условное обозначение тестируемого параметра	Пределы измерения	Пределы абсолютной погрешности
PMU5522_MI_N0_5uA	$\pm 5$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 20$ нА)
PMU5522_MI_N1_20uA	$\pm 20$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 30$ нА)
PMU5522_MI_N2_200uA	$\pm 200$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 150$ нА)
PMU5522_MI_N3_2mA	$\pm 2$ мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 1,5$ мкА)
PMU5522_MI_N4_80mA	$\pm 80$ мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 50$ мкА)

Программа, с помощью прибора Keithley 2400, последовательно, по всем тестируемым каналам, задает по пять значений силы тока  $I_A$ , которые соответствуют началу диапазонов и 20%, 50%, 80%, 100% от конкретного диапазона из таблицы 6.23.

Значения абсолютной погрешности измерения силы тока источником-измерителем статических параметров вычисляются по формуле:

$$\Delta I = I_D - I_A, \quad (11)$$

где  $I_D$  – среднее измеренное значение силы тока;

$I_A$  – задаваемое прибором Keithley 2400 значение силы тока.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (11) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.23. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.23. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.12 Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения измерительным источником питания

В таблице 6.24 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.24

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Воспроизведение напряжения $U_x$	DPS5560_FV

В таблице 6.25 указаны диапазоны воспроизведения напряжения измерительным источником питания и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.25

Условное обозначение тестируемого параметра	Диапазон	Пределы абсолютной погрешности
DPS5560_FV	от минус 5,5 до + 14 В	$\pm (0,001 \cdot U_x + 10$ мВ)

Программа последовательно, для всех программируемых источников питания, задает следующие значения выходного напряжения  $U_A$  по диапазону из таблицы 6.24:

- 0% от диапазона (крайнее нижнее значение);
- 50% от диапазона (среднее значение);
- 100% от диапазона (крайнее верхнее значение).

Для каждого напряжения  $U_A$ , с помощью прибора Keithley 2400, измеряются значения напряжения  $U_D$ . Значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения программируемым источником питания вычисляются по формуле:

$$\Delta U = U_D - U_A, \quad (12)$$

где  $U_D$  – измеренное прибором Keithley 2400 значение напряжения;

$U_A$  – задаваемое значение напряжения.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (12) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.25. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.25. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.13 Определение абсолютной погрешности измерения силы тока измерительным источником питания.

В таблице 6.26 указаны условные обозначения тестируемых параметров, которые используются в отчете о результате проверки.

Таблица 6.26

Тестируемый параметр	Условное обозначение тестируемого параметра
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 5$ мкА	DPS5560_MI_N0_5uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 25$ мкА	DPS5560_MI_N1_25uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 250$ мкА	DPS5560_MI_N2_250uA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 2,5$ мА	DPS5560_MI_N3_2dot5mA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 25$ мА	DPS5560_MI_N4_25mA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 400$ мА	DPS5560_MI_N5_400mA
Измерение силы тока $I_x$ на пределе $\pm 1200$ мА	DPS5560_MI_N6_1200mA

В таблице 6.27 указаны пределы измерения силы тока измерительным источником питания и пределы допускаемой абсолютной погрешности.

Таблица 6.27

Условное обозначение тестируемого параметра	Пределы измерения	Пределы абсолютной погрешности
DPS5560_MI_N0_5uA	$\pm 5$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 20 \text{ нА})$
DPS5560_MI_N1_25uA	$\pm 25$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 50 \text{ нА})$
DPS5560_MI_N2_250uA	$\pm 250$ мкА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 250 \text{ нА})$
DPS5560_MI_N3_2500uA	$\pm 2,5$ мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 2,5 \text{ мкА})$
DPS5560_MI_N4_25mA	$\pm 25$ мА	$\pm (0,001 \cdot I_x + 25 \text{ мкА})$
DPS5560_FI_N5_400mA	$\pm 400$ мА (при воспроизведении напряжения от -2В до +7В)	$\pm (0,001 \cdot I_x + 1,5 \text{ мА})$
DPS5560_FI_N6_1200mA	$\pm 1,2$ А (при воспроизведении напряжения от -2 В до + 3 В)	$\pm (0,005 \cdot I_x + 4,0 \text{ мА})$

Определение абсолютной погрешности измерения силы тока проводится в трёх точках каждого из диапазонов, указанных в таблице 6.27:

- крайнее отрицательное значение;
- нулевое значение;
- крайнее положительное значение.

Значения абсолютной погрешности измерения силы тока программируемым источником питания вычисляются по формуле:

$$\Delta I = I_D - I_A, \quad (13)$$

где  $I_D$  – среднее измеренное значение силы тока;

$I_A$  – при поверке на пределах  $\pm 5 \text{ мкА}, \pm 25 \text{ мкА}, \pm 250 \text{ мкА}, \pm 2.5 \text{ мА}, \pm 25 \text{ мА}$

заданное прибором Keithley 2400 значение силы тока,

при поверке на пределах  $\pm 400 \text{ мА}, \pm 1.2 \text{ А},$

рассчитанное по измеренному прибором Keithley 2400 падению напряжения на одной из катушек образцового сопротивления  $0.1 \text{ Ом} (\pm 400 \text{ мА})$  или  $0.01 \text{ Ом} (\pm 1.2 \text{ А}),$

которые включаются последовательно с дополнительным резистором нагрузки.

Программа выполняет сравнение полученных по формуле (13) значений погрешностей с допускаемыми значениями, рассчитанными по формулам таблицы 6.27. Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, рассчитанных по выражениям из таблицы 6.27. Данные измерений и значения погрешностей сохраняются в файле отчета.

#### 6.4.14 Определение абсолютной погрешности задания частоты функционального контроля.

6.4.14.1 Выполнить выключение стенда следующим образом:

- выключить тумблер управления подачей напряжения от источников вторичного электропитания;
- выключить тумблер сетевого электропитания.

6.4.14.2. Заменить на адаптере DIB-256-M адаптер 2-го уровня R-256-DCA на адаптер для ручного измерения динамических параметров R-256-ACM (рис.6.4.1).

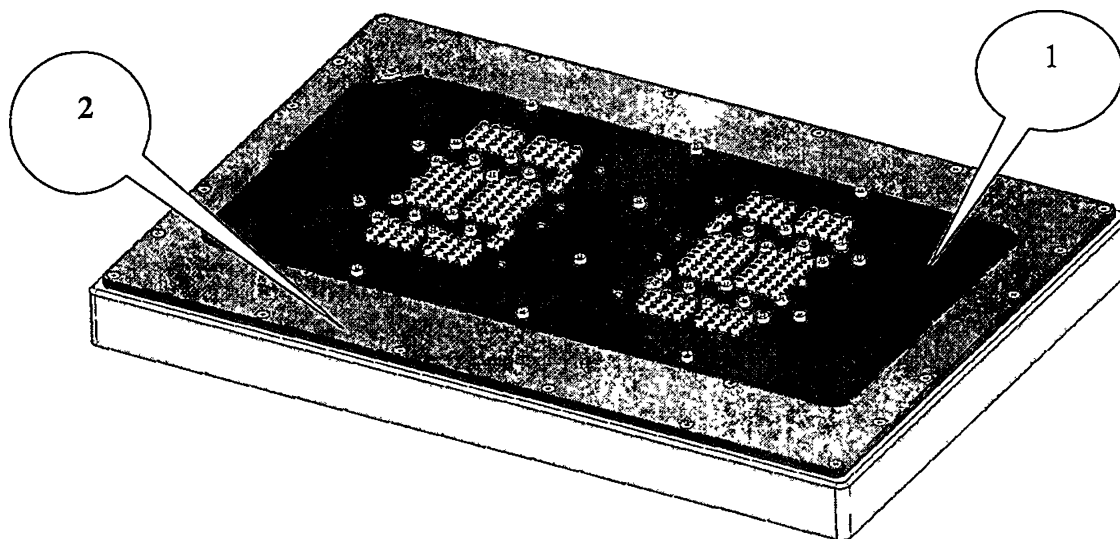


Рисунок 6.4.1 Внешний вид метрологической оснастки для поверки динамических параметров  
1 - адаптер для ручного измерения динамических параметров R-256-ACM.  
2 – адаптер DIB-256-ACM.

6.4.14.3 Выполнить включение стенда следующим образом:

- включить тумблер сетевого электропитания
- включить тумблер управления подачей напряжения от источников вторичного электропитания.

6.4.14.4 Подготовить к работе частотомер KEYSIGHT 53230A в режиме измерения частоты, подаваемой на первый измерительный вход, используя инструкцию по эксплуатации на этот прибор:

- «Freq Period»
- «Freq»
- «Coupling DC»
- «Impedance 50 Om»
- «Range 5V»
- «BW Limit Off»
- «Probe None»

6.4.14.5 Подключить к первому входу частотомера сигнал с разъёма «1P10» платы адаптера DIB-256-АСМ с помощью кабеля СНФ АСЕД.441329.04 (рис. 6.4.2).

6.4.14.6 Запустить на исполнение среду «ХperTest», используя рекомендации раздела 2.1 ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

6.4.14.7 Открыть окно программного инструмента «FT-17HF TRG» и запустить на исполнение векторную последовательность 3052Hz.xvd, следуя рекомендациям раздела 2.2 ПРИЛОЖЕНИЕ 2

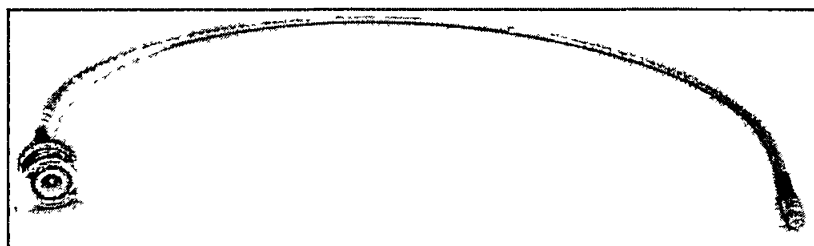


Рисунок 6.4.2 Внешний вид кабеля СНФ АСЕД.441329.04

6.4.14.8 Считать показания отсчётного устройства частотомера.

Результаты поверки считаются положительными, если измеренная величина не превышает предельных значений, приведенных в табл. 6.28 для частоты 3052 Гц.

6.4.14.9 Загрузить на исполнение векторную последовательность 100MHz.xvd, следуя рекомендациям раздела 2.2 ПРИЛОЖЕНИЕ 2

6.4.14.10 Считать показания отсчётного устройства частотомера.

Результаты поверки считаются положительными, если измеренная величина не превышает предельных значений, приведенных в табл. 6.28 для частоты 50 МГц.

Таблица 6.28 Пределы допускаемых значений частоты функционального контроля.

Воспроизводимое значение частоты	Минимально допустимое значение	Максимально допустимое значение
3052 Гц	3048,948 Гц	3055,052 Гц
100 МГц	99900000 Гц	100100000 Гц

#### 6.4.15 Определение длительности фронта и среза перепадов сигналов драйвера

6.4.15.1 Запустить на исполнение, если необходимо, среду «ХрегТест», используя рекомендации раздела 2.1 ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

6.4.15.2 Открыть, если необходимо, окно программного инструмента «FT-17HF TPG» и загрузить на исполнение векторную последовательность Infinite\_loop\_T0\_20ns.xvd, следуя рекомендациям раздела 2.2 ПРИЛОЖЕНИЕ 2

6.4.15.3 Подготовить к работе частотомер KEYSIGHT 53230A в режиме измерения фронта и среза сигнала, подаваемого на первый измерительный вход, используя инструкцию по эксплуатации на этот прибор:

«Coupling DC»; «Impedance 50 Om»; «Range 5V»; «BW Limit Off»

«Probe None»; - «Time Interval»; «Edge Rise».

«Low Level» = +300 mV (20 % установившего уровня от деления сигнала драйвера амплитудой 3В, делителем 1:2, образованным выходным сопротивлением драйвера – 50 Ом и входным сопротивлением частотомера – 50 Ом).

«Upper Level» = +1200 mV(80 % установившего уровня от деления сигнала драйвера амплитудой 3В, делителем 1:2, образованным выходным сопротивлением драйвера – 50 Ом и входным сопротивлением частотомера – 50 Ом).

«NoiseRej Off»

6.4.15.4 С помощью кабеля CHF АСЕД.441329.0 подключать на первый вход частотомера KEYSIGHT 53230A, сигнал с разъёма «1P10» адаптера DIB-256-АСМ.

6.4.15.5 Измерить длительность фронта перепада драйвера в режиме частотомера «Edge Rise», а длительность среза - «Edge Fail». Результаты поверки считаются положительными если показания частотомера не превышают 3 нс.

6.4.15.6 Провести действия по методике п.п. 6.4.15.4 и 6.4.15.5 для остальных каналов драйверов (маркировка разъёмов адаптера DIB-256-АСМ приведена в таблице 6.28).

Таблица 6.29

Номер платы	Маркировка разъёмов	
1	1P10-1P17	1P50-1P57
	1P20-1P27	1P60-1P67
	1P30-1P37	1P70-1P77
	1P40-1P47	1P80-1P87
2	2P10-2P17	2P50-2P57
	2P20-2P27	2P60-2P67
	2P30-2P37	2P70-2P77
	2P40-2P47	2P80-2P87
3	3P10-3P17	3P50-3P57
	3P20-3P27	3P60-3P67
	3P30-3P37	3P70-3P77
	3P40-3P47	3P80-3P87
4	4P10-4P17	4P50-4P57
	4P20-4P27	4P60-4P67
	4P30-4P37	4P70-4P77
	4P40-4P47	4P80-4P87

#### 6.4.16 Определение абсолютной погрешности формирования длительности импульса драйверами

6.4.16.1 Подготовить к работе частотомер KEYSIGHT 53230A в режиме измерения фронта и среза сигнала, подаваемого на первый измерительный вход, используя инструкцию по эксплуатации на этот прибор:

«Coupling DC»; «Impedance 50 Om»; «Range 5V»; «BW Limit Off»; «Probe None»; «NoiseRej Off»; «Time Interval»; «Pulse Width»; «Auto Level On»; «Level» 50 % .

6.4.16.2 Запустить на исполнение, если необходимо, среду «XperTest», используя рекомендации раздела 2.1 ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

6.4.16.3 Открыть, если необходимо, окно программного инструмента «FT-17HF TPG» и загрузить на исполнение векторную последовательность T0\_10ns.xvd, следуя рекомендациям раздела 2.2 ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

6.4.16.4 Подключать на первый вход частотомера KEYSIGHT 53230A, с помощью кабеля CNF АСЕД.441329.0 сигнал с разъёма «1P10» адаптера DIB-256-АСМ.

6.4.16.5 Считать показания отсчётного устройства частотомера.

Результаты поверки считаются положительными если показания частотомера не превышают пределов, указанных в таблице 6.30 для импульса длительностью 10 нс.

Таблица 6.30 Пределы допускаемых значений длительности импульсов драйверами

Длительность импульса	Минимально допустимое значение	Максимально допустимое значение
10 нс	9.490 нс	10.510 нс
163.8 мкс	163.636 мкс	163.964 мкс

6.4.16.6 Провести действия по методике п.п. 6.4.16.3 – 6.4.16.5 для определения абсолютной погрешности формирования импульса длительностью 163.8 мкс, запустив на исполнение векторную последовательность из файла T\_163\_8us.xvd.

#### 6.4.17 Определение времени опережения и запаздывания фронта и среза импульса драйверов

6.4.17.1 Запустить на исполнение, если необходимо, среду «XperTest», используя рекомендации раздела 2.1 ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

6.4.17.2 Открыть, если необходимо, окно программного инструмента «FT-17HF TPG» и загрузить на исполнение векторную последовательность Infinite\_loop\_T0\_20ns.xvd, следуя рекомендациям раздела 2.2 ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

6.4.17.3 Подготовить к работе частотомер KEYSIGHT 53230A в режиме измерения интервала времени, для чего выполнить следующие установки для первого входа, используя инструкцию по эксплуатации на этот прибор:

«Coupling DC»; «Impedance 50 Om»; «Range 5V»; «Auto Level On»; «Level % 50%»; «Slope Pos» (фронт импульса); «NoiseRej Off»; «BW Limit Off»; «Probe None».

Выполнить аналогичные установки для второго входа частотомера. Установить режим измерения «Time Interval».

6.4.17.4 Подключить вход №1 частотомера KEYSIGHT 53230A, используя кабель СНF АСЕД.44 1329.04 к разъёму «1P10» адаптера DIB-256-АСМ на который выведен сигнал драйвера нулевого канала. Уровень, соответствующий 50% от установившегося значения на фронт и срезе этого сигнала будет использоваться как начало отсчёта для определения абсолютной погрешности задания положения перепадов сигналов драйверов по времени.

6.4.17.5 Определить время опережения и запаздывания фронта импульса драйверов, для чего следует последовательно подключать на второй вход частотомера KEYSIGHT 53230A сигналы с разъёмов адаптера DIB-256-АСМ (таблица 6.29) для всех имеющихся в стенде каналов драйверов. Результаты поверки считаются положительными если показания частотомера не выходят за границы допустимых значений  $\pm 800$  пс.

6.4.17.6. Провести действия по методике п. 6.4.17.4 для определения время опережения и запаздывания среза импульса драйверов, предварительно изменив установку «Slope с «Pos» на «Neg» для каждого входа частотомера.

### 6.4.18 Определение времени опережения и запаздывания строба компараторов

6.4.18.1 Запустить на исполнение, если необходимо, среду «ХрегТест», используя рекомендации раздела 2.1 ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

6.4.18.2 В главном окне программы кликнуть пункт системного меню «Инструменты», а затем в выпадающем списке кликнуть подпункт «FT-17HF Timing» .

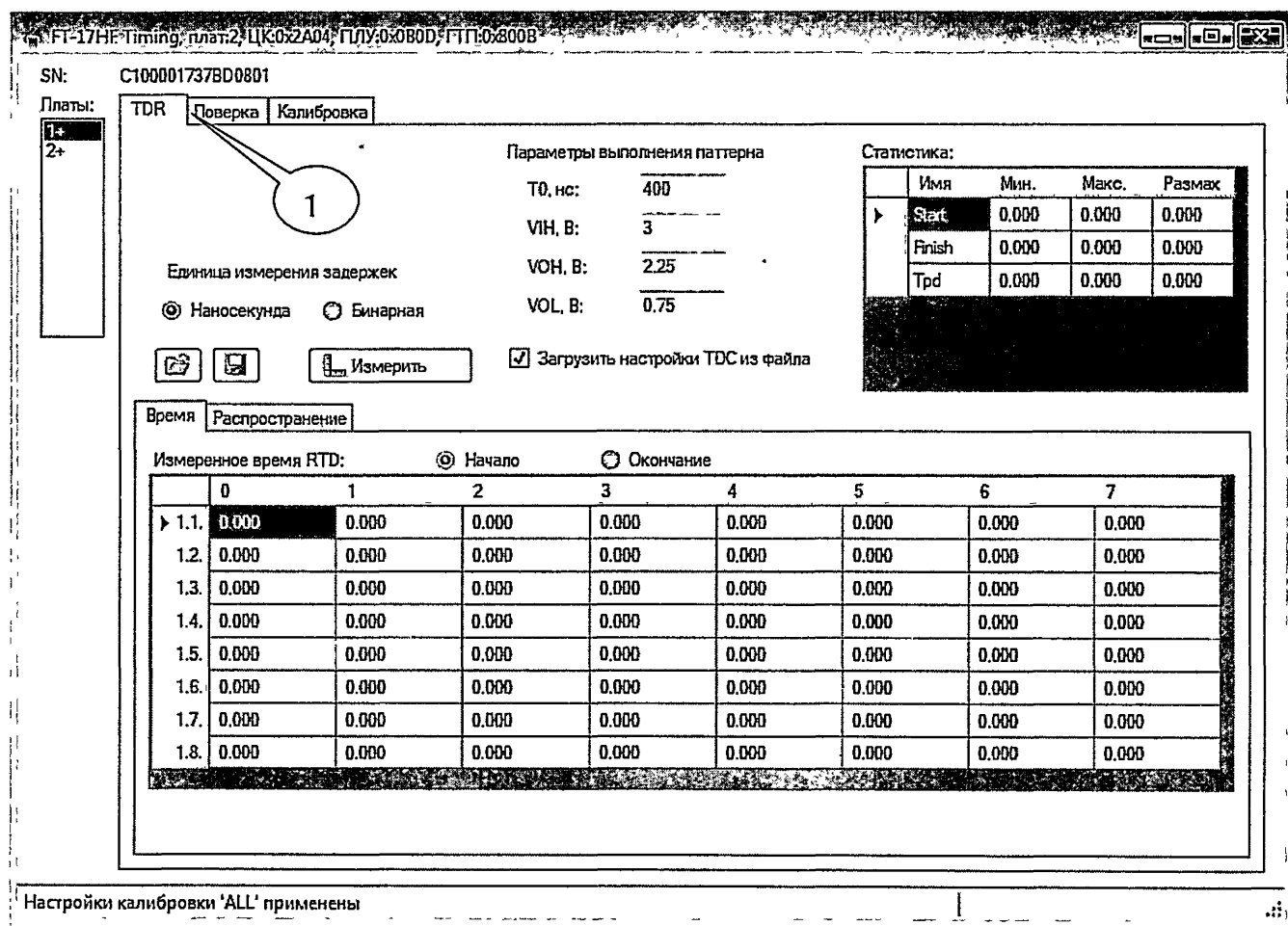


Рис. 6.4.3 Вид окна программного инструмента «FT-17HF Timing».



6.4.18.3 В открывшемся окне программного инструмента «FT-17HF Timing» кликнуть левой клавишей мышки закладку «Поверка» (поз.1, рис.6.4.3).

6.4.18.4 В окне «Поверка» (рис.6.4.4) программного инструмента «FT-17HF Timing» кликнуть левой клавишей мышки элемент выбора «Загрузить настройки TDC из файла»(поз.1, рис.6.4.4).

6.4.18.5 Кликнуть левой клавишей мышки иконку (поз.3, рис.6.4.4). В стандартном диалоговом окне открытия файлов выбрать файл с поправками, который имеет уникальное имя для конкретного стенда и расширение tdc. Файл поставляется в составе комплекта программного обеспечения стенда.

6.4.18.6 Кликнуть левой клавишей мышки элемент выбора «Применить TDR к TDC»(поз.2, рис.6.4.4).

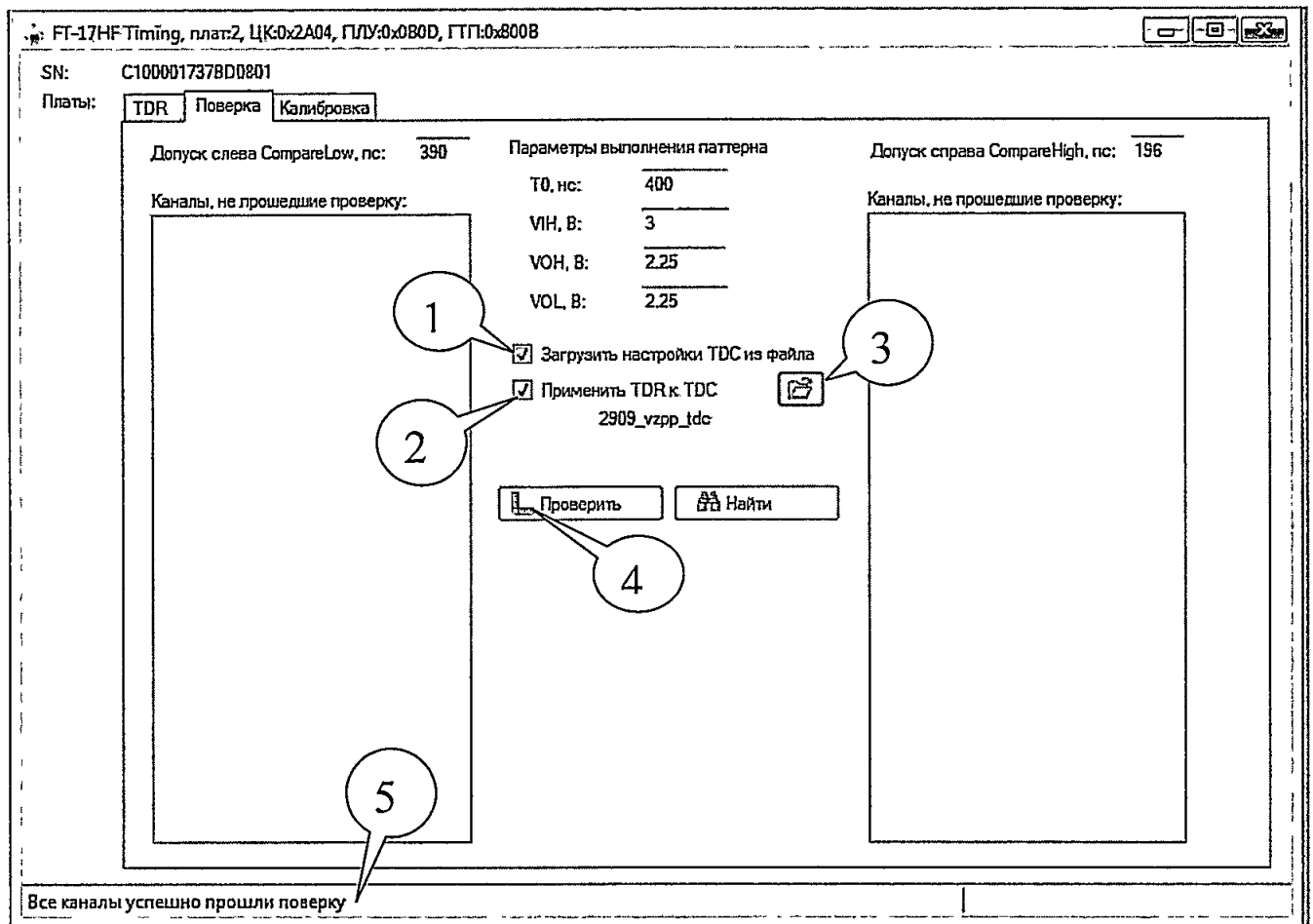


Рис.6.4.4 Вид окна «Поверка» программного инструмента «FT-17HF Timing».

6.4.18.7 Кликнуть левой клавишей мышки программную кнопку «Проверить»(поз.4, рис.6.4.4). Программа автоматически определит время опережения и запаздывания строба компараторов, путём выполнения векторной последовательности специального вида. Результаты проверки считаются положительными, если в строке состояния окна «Поверка» после завершения, появляется сообщение «Все каналы успешно прошли проверку»(поз.5, рис.6.4.4).

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

### 7.1 Протокол поверки

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7 настоящего документа.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты поверки (метрологические характеристики) указать на оборотной стороне свидетельства о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

### 7.2 Свидетельство о поверке и знак поверки

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

### 7.3 Извещение о непригодности

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1.**  
**Установка драйвера адаптера USB-COM TRENDNET TU-S9.**

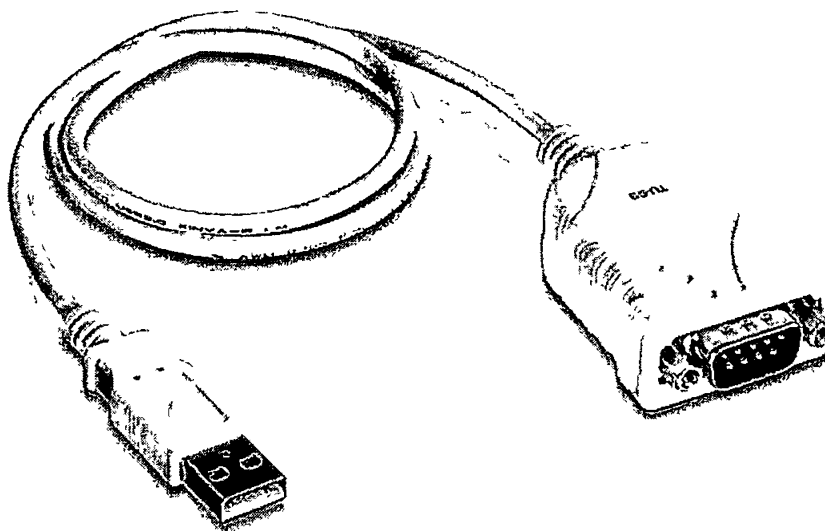


Рисунок 1.1 Внешний вид адаптера USB-COM TRENDNET TU-S9, который используется для подключения источника-измерителя Keithley 2400 к компьютеру.

1.1 Для дистанционного программного управления прибором Keithley 2400 на компьютере необходимо установить драйвер адаптера USB-COM TRENDNET TU-S9. Все необходимые для этого файлы собраны в папке «C:\XperTest\FT17Mini\ Драйвер кабеля USB-RS232 TU-S9».

Действия по установке драйвера.

1. Запустить файл setup.exe.
2. После появления окна (рис. 1.2) нужно переместить курсор в область программной кнопки «Next» и нажать и отпустить (кликнуть) левую клавишу мыши.
3. Наблюдать за ходом выполнения установки. А после появления диалогового окна, показанного на рисунке 1.3, кликнуть левой клавишей мышки программную кнопку «Finish».

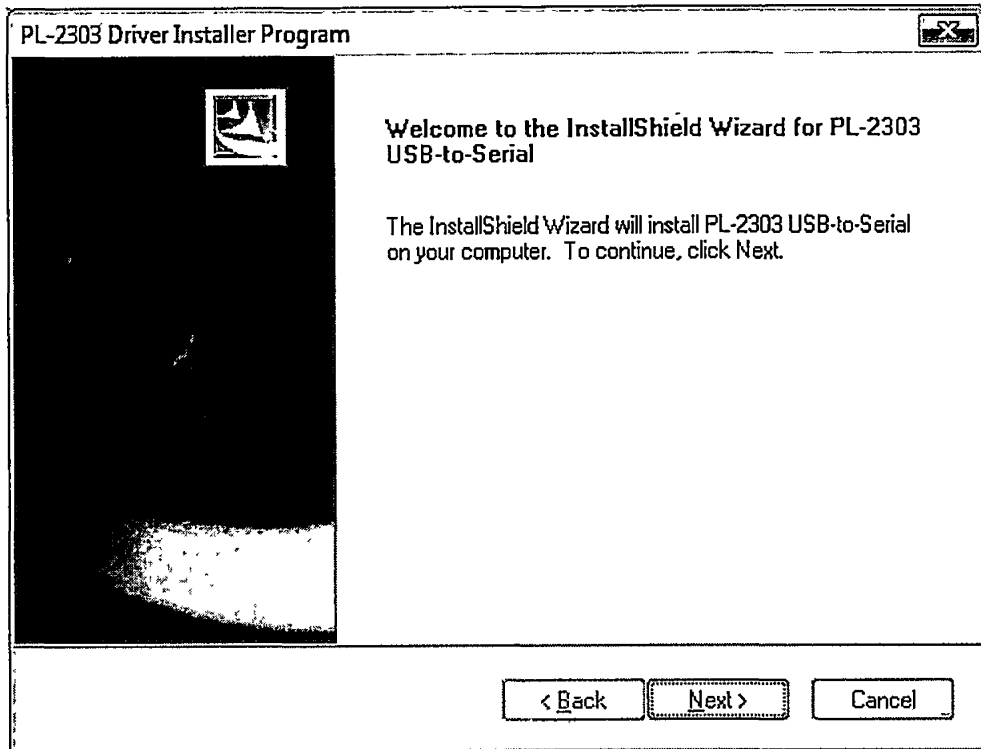


Рисунок 1.2 Вид окна программы-инсталлятора перед началом установки драйвера.

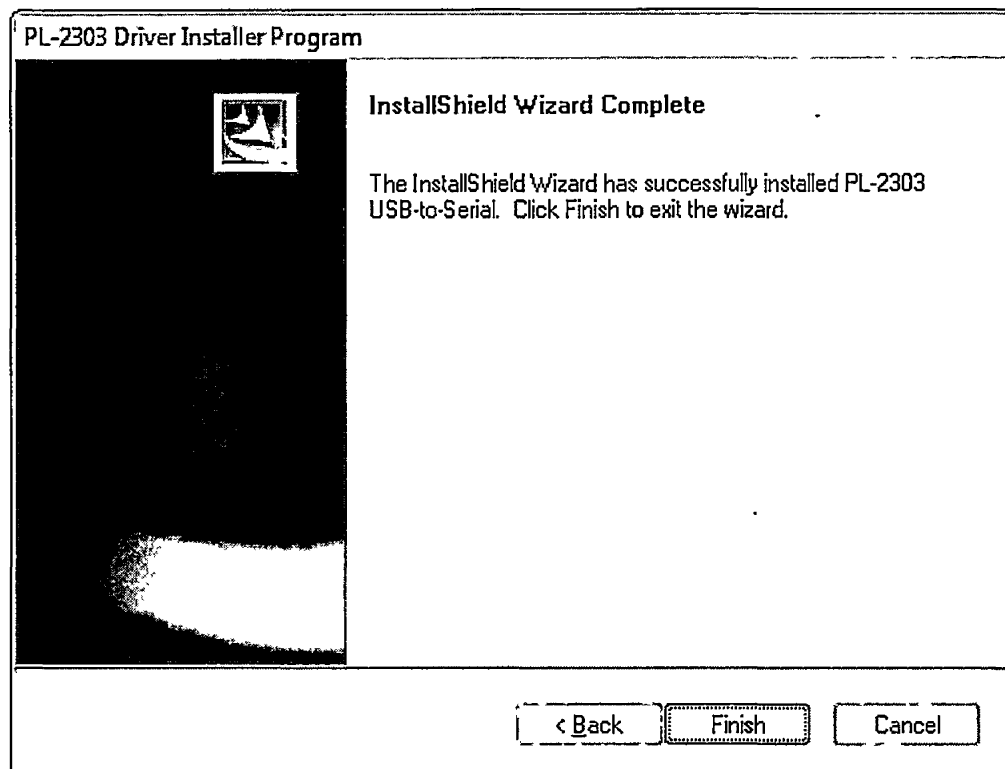


Рисунок 1.3 Вид окна программы инсталлятора после завершения установки

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### 2.1 Запуск среды выполнения XperTest и авторизация в режиме администратора

2.1.1 Запустить программу по ярлыку на рабочем столе с нажатой клавишей «SHIFT».

2.1.2 Наблюдать появление окна идентификации в среде XperTest (рис.2.1.1). Убедиться, что в поле «Пользователь» указано «Администратор», а поле «Предприятие» не является пустым. Если это поле имеет вид, как показано на рис.2.1.1, следует кликнуть элемент выбора в правой части поля «Предприятие», и из выпадающего списка выбрать любое из имеющихся там имен.

2.1.3 С помощью клавиатуры занести в поле «Пароль» код ограничения доступа.

Конкретное значение кода следует предварительно узнать у специалиста, обслуживающего стенд.

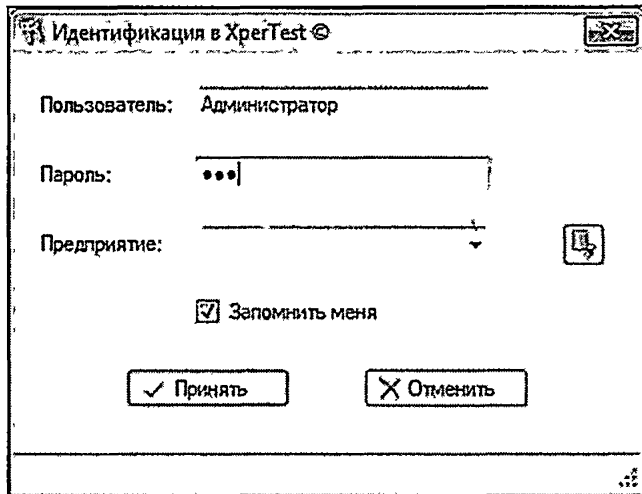


Рис. 2.1.1 – Вид окна идентификации XperTest

2.1.4 Нажать кнопку «Принять».

2.1.5 Наблюдать появление главного окна программы «СредаXperTest».

## 2.2 Запуск инструмента «FT17-HF TPG», загрузка файла тестовых векторов и запуск его на исполнение

2.2.1 Загрузить на исполнение среду XperTest по методике п.2.1 Приложения 2.

2.2.2 В открывшемся главном окне программы кликнуть пункт системного меню «Инструменты», а затем в выпадающем списке кликнуть подпункт «FT-17HF TPG» (рис.2.2.1)

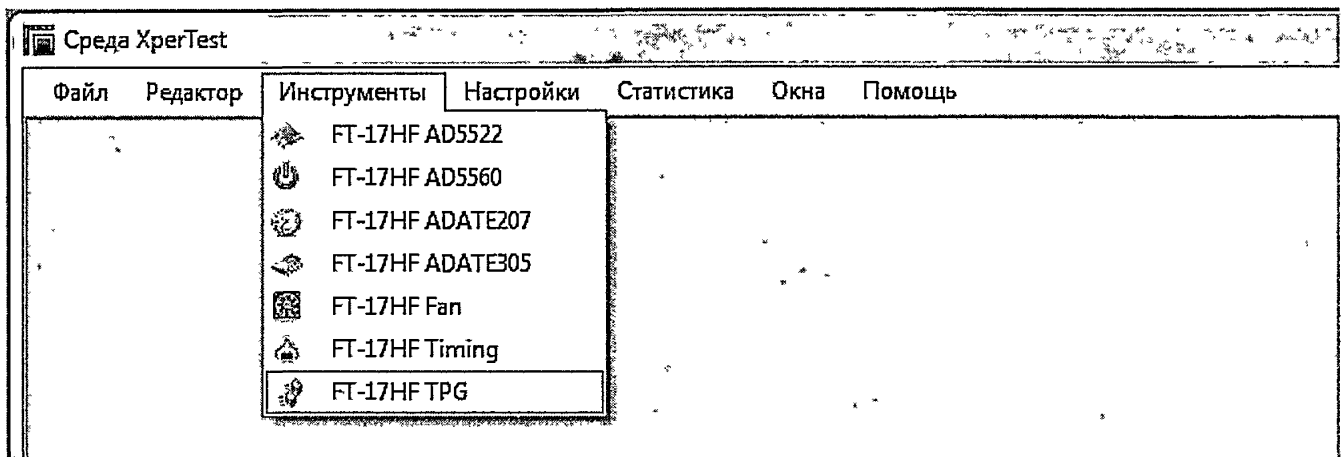


Рис.2.2.1. Вид выпадающего меню «Инструменты» главного окна среды XperTest

2.2.3 Наблюдать появление окна «FT-17HF TPG» (рис. 2.2.2).

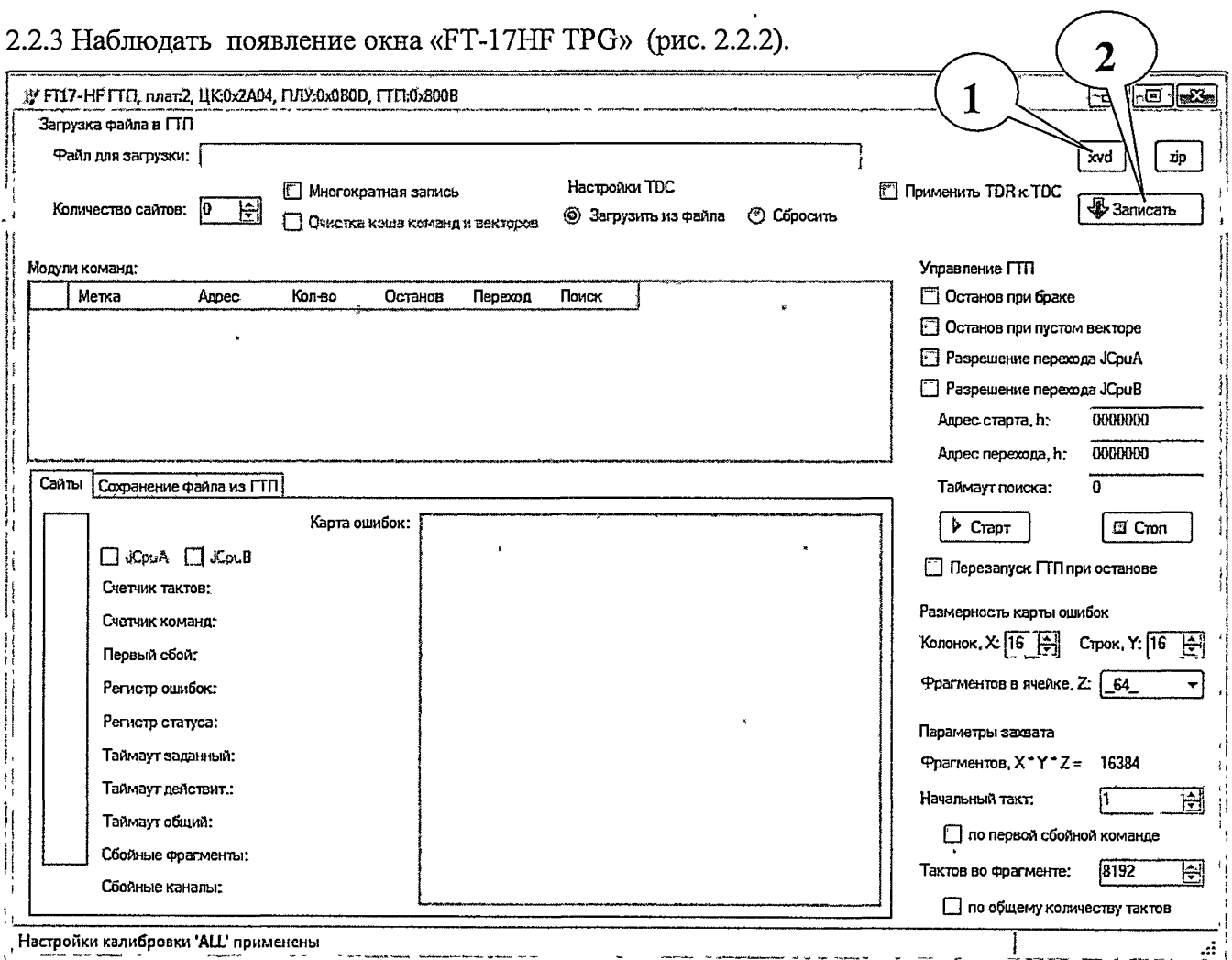


Рис. 2.2.2 Вид окна инструмента «FT-17HF TPG»

2.2.4 Кликнуть изображение программной кнопки «хvd» (поз.1, рис. 2.2.2).

2.2.5 В открывшемся стандартном диалоговом окне выбрать файл векторов, имя которого указано в методике выполняемого пункта.

2.2.6 Кликнуть кнопку «Записать» (поз.2, рис.2.2.2).

2.2.7 Скопировать содержимое поля редактирования «Адрес старта» (поз.1, рис.2.2.3) в поле редактирования «Адрес перехода» (поз.2, рис.2.2.3) и с помощью левой клавиши мышки установить состояние следующих переключателей (рис.2.2.3):

«Останов при браке» - не выбран

«Останов при пустом векторе» - выбран

«Разрешение перехода JSриА» - выбран

«Разрешение перехода JSриВ» - выбран.

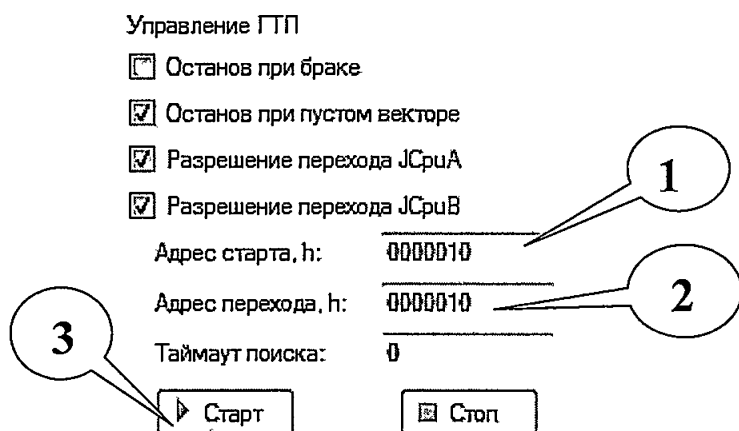


Рис. 2.2.3 Фрагмент окна инструмента «FT-17HF TPG»

2.2.8 Запустить на исполнение векторную последовательность, кликнув левой клавишей мышки изображение программной кнопки «Старт» (поз. 3, рис.2.2.3).