

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заместитель директора по качеству  
ФГУП «ВНИИМС»**



**Н.В. Иванникова**

«03» апрель 2016 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Стенды измерительные для контроля параметров  
микроэлектронных компонентов FT-17MINI и FT-17MINI-9U**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
FT-17MINI-2016-МП**

*л.р.63941-16*

Настоящая методика поверки распространяется на стенды измерительные для контроля параметров микросэлектронных компонентов FT-17MINI и FT-17MINI-9U (далее – стенды), изготавливаемые ООО «Совтест Микро», 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
Внешний осмотр	6.1	да	да
Опробование и идентификация	6.2	да	да
Подготовка к измерениям	6.3	да	да
Определение статических метрологических характеристик	6.4	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения измерительным источником питания	6.4.1	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока измерительным источником питания	6.4.2	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров	6.4.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров	6.4.4	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров	6.4.5	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока источником-измерителем статических параметров	6.4.6	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровней напряжения драйверами	6.4.7	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения компараторами	6.4.8	да	да
Определение динамических метрологических характеристик	6.5	да	да
Определение времени опережения и запаздывания фронта и среза импульсов драйверов	6.5.1		
Определение времени опережения и запаздывания стробов компараторов	6.5.2	да	да
Определение длительности фронта и среза импульсов драйверов	6.5.3	да	да
Определение абсолютной погрешности задания частоты функционального контроля	6.5.4	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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

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

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и обозначение средства поверки, основные метрологические и технические характеристики
6.4.1 – 6.4.8	<p>Калибратор-мультиметр цифровой KEITHLEY 2400</p> <p>Абсолютная погрешность воспроизведения постоянного напряжения, не более:  на пределах 200 мВ и 2 В: <math>\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 600 \text{ мкВ})</math>  на пределе 20 В: <math>\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,4 \text{ мВ})</math>  на пределе 200 В: <math>\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 24 \text{ мВ})</math></p> <p>Абсолютная погрешность измерения постоянного напряжения, не более:  на пределах 200 мВ и 2 В: <math>\pm (12 \cdot 10^{-5} \cdot U + 300 \text{ мкВ})</math>  на пределе 20 В: <math>\pm (15 \cdot 10^{-5} \cdot U + 1,5 \text{ мВ})</math>  на пределе 200 В: <math>\pm (15 \cdot 10^{-5} \cdot U + 10 \text{ мВ})</math></p> <p>Абсолютная погрешность воспроизведения силы постоянного тока, не более  на пределе 1 мкА <math>\pm (35 \cdot 10^{-5} \cdot I + 600 \text{ пА})</math>  на пределе 10 мкА <math>\pm (33 \cdot 10^{-5} \cdot I + 2 \text{ нА})</math>  на пределе 100 мкА <math>\pm (31 \cdot 10^{-5} \cdot I + 20 \text{ нА})</math>  на пределе 1 мА <math>\pm (34 \cdot 10^{-5} \cdot I + 200 \text{ нА})</math>  на пределе 10 мА <math>\pm (45 \cdot 10^{-5} \cdot I + 2 \text{ мкА})</math>  на пределе 100 мА <math>\pm (66 \cdot 10^{-5} \cdot I + 20 \text{ мкА})</math>  на пределе 1 А <math>\pm (27 \cdot 10^{-4} \cdot I + 900 \text{ мкА})</math></p> <p>Абсолютная погрешность измерения силы постоянного тока, не более  на пределе 1 мкА <math>\pm (29 \cdot 10^{-5} \cdot I + 300 \text{ пА})</math>  на пределе 10 мкА <math>\pm (27 \cdot 10^{-5} \cdot I + 700 \text{ пА})</math>  на пределе 100 мкА <math>\pm (25 \cdot 10^{-5} \cdot I + 6 \text{ нА})</math>  на пределе 1 мА <math>\pm (27 \cdot 10^{-5} \cdot I + 60 \text{ нА})</math>  на пределе 10 мА <math>\pm (35 \cdot 10^{-5} \cdot I + 600 \text{ нА})</math>  на пределе 100 мА <math>\pm (55 \cdot 10^{-5} \cdot I + 6 \text{ мкА})</math>  на пределе 1 А <math>\pm (22 \cdot 10^{-4} \cdot I + 570 \text{ мкА})</math></p>
6.5.1 – 6.5.3	<p>Осциллограф цифровой YOKOGAWA DL9510L</p> <p>Полоса пропускания при входном сопротивлении 1 МОм и коэффициентах отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел не менее 500 МГц;  Абсолютная погрешность измерения временных интервалов Т при коэффициентах развертки 20 и 50 нс/дел не более <math>\pm (1 \cdot 10^{-5} \cdot T + 10 \text{ пс})</math></p>
6.5.4	<p>Частотомер KEYSIGHT 53230A</p> <p>Относительная погрешность измерения частоты 50 кГц и 25 МГц не более <math>\pm 1 \cdot 10^{-6}</math></p>
<b>Вспомогательные средства поверки (принадлежности)</b>	
6.3, 6.4	Плата коммутации FT-17MINI Calibration Board
6.4	Кабель для подключения к каналам источников питания
6.4	Кабель для подключения к каналам ПИИ-электроники
6.3, 6.4	Адаптер USB-COM TRENDNET TU-S9
6.5.4	Пробник N2873A для частотомера KEYSIGHT 53230A

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ И К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

3.1 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».

3.2 К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, прошедшие обучение по программе «Поверка/калибровка средств измерений» со специализацией «Измерения электрических величин», и имеющие практический опыт в области электрических измерений.

### **4 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха  $(23 \pm 3)$  °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

### **5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

Стенд и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

### **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 стенда, его следует направить в ремонт.

#### **6.2 Опробование и идентификация**

6.2.1 Выполнить включение стенда следующим образом:

- проверить, что выключатель электропитания на задней стенке измерительного блока находится в положении «OFF», при необходимости перевести выключатель в это положение.
- подключить вилку источника питания к розетке сетевого напряжения 220В;
- перевести выключатель электропитания в положение «ON»;
- включить компьютер.

6.2.2 Выполнить идентификацию установленного на компьютере программного обеспечения, для чего найти на рабочем столе компьютера ярлык программы XperTest и запустить программу.

Наблюдать появление панели программы XperTest (рис. 6.2.1).

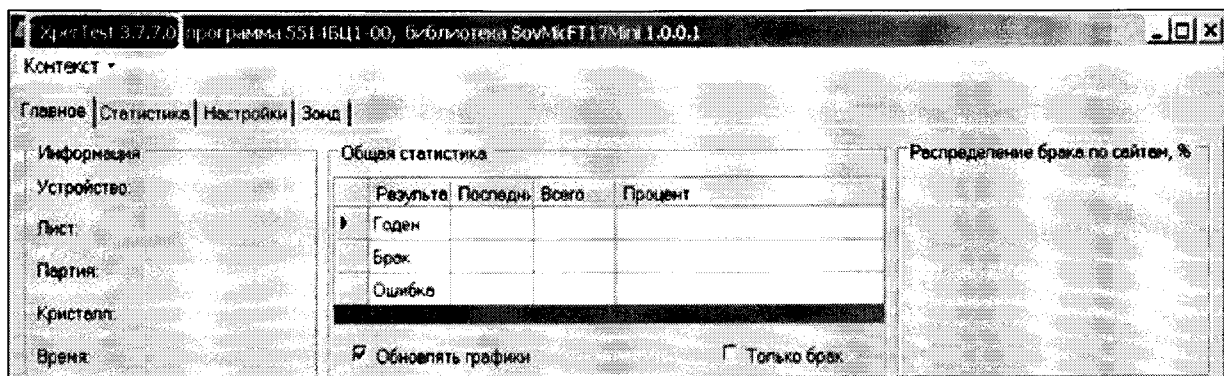


Рисунок 6.2.1 – Панель программы XperTest

Убедиться в том, что номер версии XperTest, указанный в заголовке окна (обведен контуром жёлтого цвета на рис.6.2.1) не ниже 3.7.6.0.

Записать номер версии программного обеспечения XperTest в протокол поверки.

Закрыть панель оператора.

6.2.3 Запустить на исполнение программу диагностики, для чего открыть файл с именем C:\XperTest\FT17Mini\Диагностика\Диагностика.exe.

Программа выполнит последовательность тестов и выведет сообщение о результате.

Результаты опробования считать положительными, если программа вывела сообщение “Все тесты выполнены успешно”.

Завершить работу программы.

6.2.4 Перевести выключатель электропитания измерительного блока в положение «OFF».

### 6.3 Подготовка к измерениям

6.3.1 Подготовить вспомогательные средства поверки (принадлежности):

- технологическая плата FT-17MINI Calibration Board (рис. 6.3.1);
- кабель для подключения к каналам ПИН-электроники (рис. 6.3.2);
- кабель для подключения к каналам источников питания (рис. 6.3.3);
- адаптер USB-COM TRENDNET TU-S9 (рис. 6.3.4).

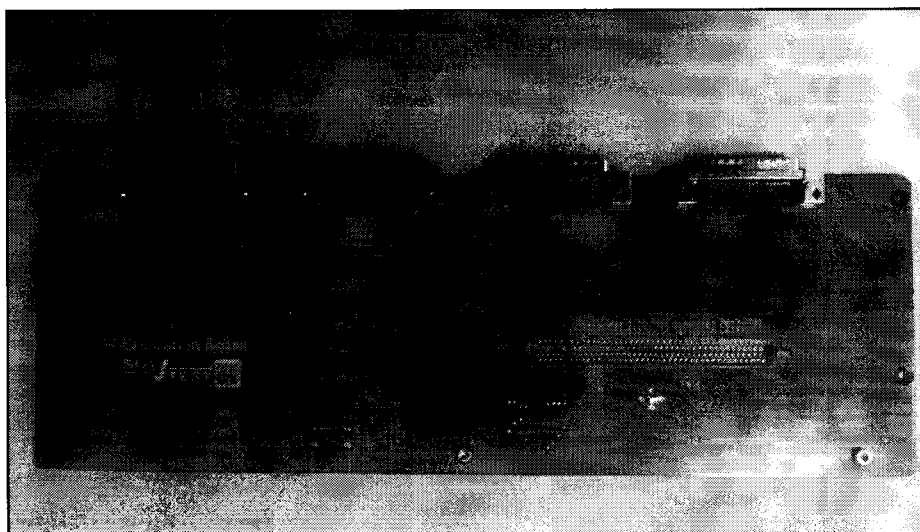


Рисунок 6.3.1 – Плата FT-17Mini Calibration Board



Рисунок 6.3.2 – Кабель для подключения к каналам ПИН-электроники

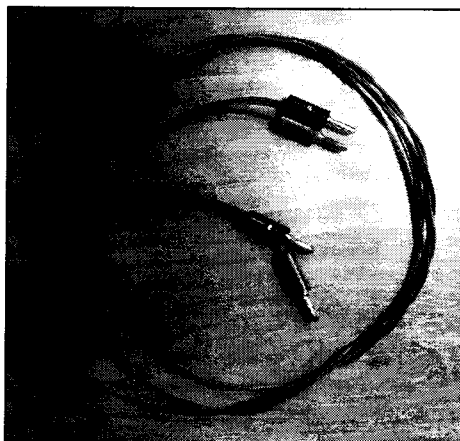


Рисунок 6.3.3 – Кабель для подключения к каналам источников питания

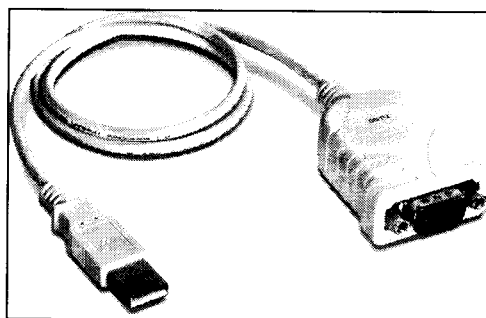


Рисунок 6.3.4 – Адаптер USB-COM TRENDNET TU-S9

6.3.2 Для дистанционного программного управления прибором Keithley 2400 на компьютере необходимо установить драйвер адаптера USB-COM TRENDNET TU-S9.

Необходимые для этого файлы находятся в папке «C:\XperTest\FT17Mini\ Драйвер кабеля USB-RS232 TU-S9». Если драйвер уже установлен, перейти к выполнению пункта 6.3.3.

Действия по установке драйвера:

- запустить файл setup.exe;
- после появления окна установки кликнуть «Next», дождаться завершения установки и кликнуть «Finish»;
- выключить компьютер и прибор Keithley 2400;
- подключить 9-контактную вилку адаптера TU-S9 к разъему «RS-232» прибора Keithley 2400, а вилку USB адаптера установить в свободное гнездо USB компьютера;
- включить компьютер и прибор Keithley 2400;
- дождаться окончания загрузки ОС Windows и драйвера адаптера.



В дальнейшем потребуется ввести в программу номер COM-порта, который при подключении был присвоен адаптеру TU-59. Чтобы определить этот номер, необходимо открыть «Диспетчер устройств» ОС Windows и в списке устройств развернуть элемент «Порты (COM и LPT)», в открывшемся списке найти запись, начинающуюся со слов «Prolific USB-to-Serial Comm Port», где рядом в круглых скобках (рис. 6.3.5) читается «COM3». Это и есть присвоенный номер, на другом компьютере этот номер может быть другим.

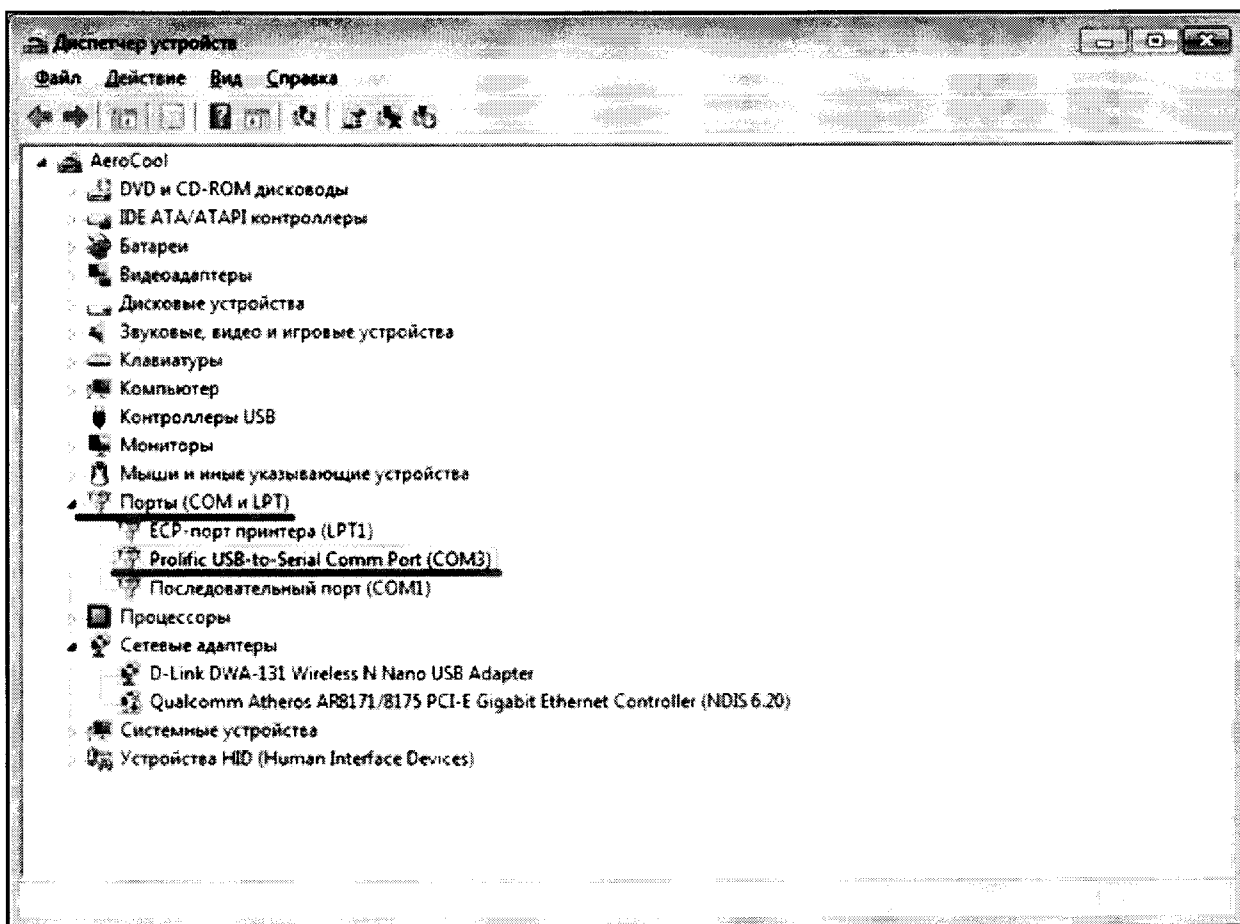


Рисунок 6.3.5 – Определение номера COM-порта

6.3.3 Включить прибор KEITHLEY 2400. Выполнить установку программируемых параметров последовательного порта KEITHLEY 2400 согласно таблице 6.1. Задание параметров выполняется при помощи меню на передней панели прибора.

Таблица 6.1. Параметры последовательного порта прибора Keithley

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

6.3.4 Создать с помощью средств ОС Windows папку с именем C:\Sovtest\Docs\FT-17MiniПротоколы калибровки.

6.3.5 Запустить на исполнение программу проверки, кликнув файл с именем C:\XperTest\FT17MiniПрограмма\_калибровки\Программа калибровки.exe. После проведения операций самотестирования и загрузки поправочных коэффициентов должно появиться сообщение, показанное на рисунке 6.3.6.

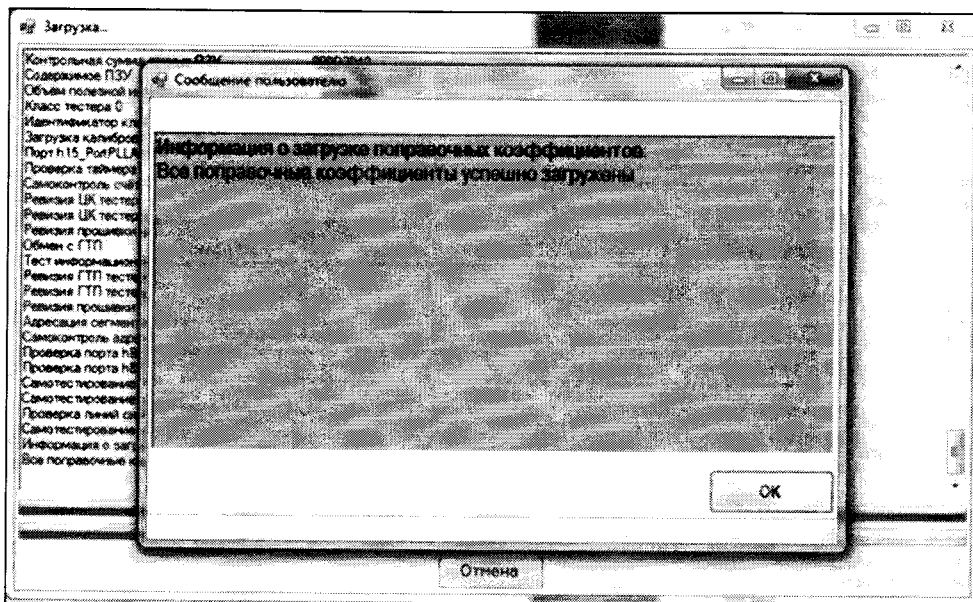


Рис. 6.3.6 – Сообщение о завершении загрузки поправочных коэффициентов

6.3.6 Кликнуть кнопку «ОК». В открывшемся окне (рис. 6.3.7) занести в поле «Расположение файла, в котором будут сохранены отчеты» имя папки, созданной ранее при выполнении пункта 6.3.4. Для этого необходимо кликнуть изображение программной кнопки по сноске 1, и в появившемся стандартном диалоговом окне выбора найти и кликнуть имя нужной папки. Затем кликнуть программный элемент по сноске 2, и в выпадающем списке выбрать номер COM-порта, который ОС Windows присвоила адаптеру прибора Keithley 2400. В этом списке может оказаться несколько номеров. Для того, чтобы выбрать номер, принадлежащий порту адаптера прибора Keithley 2400, его необходимо предварительно узнать, используя указания пункта 6.3.2.

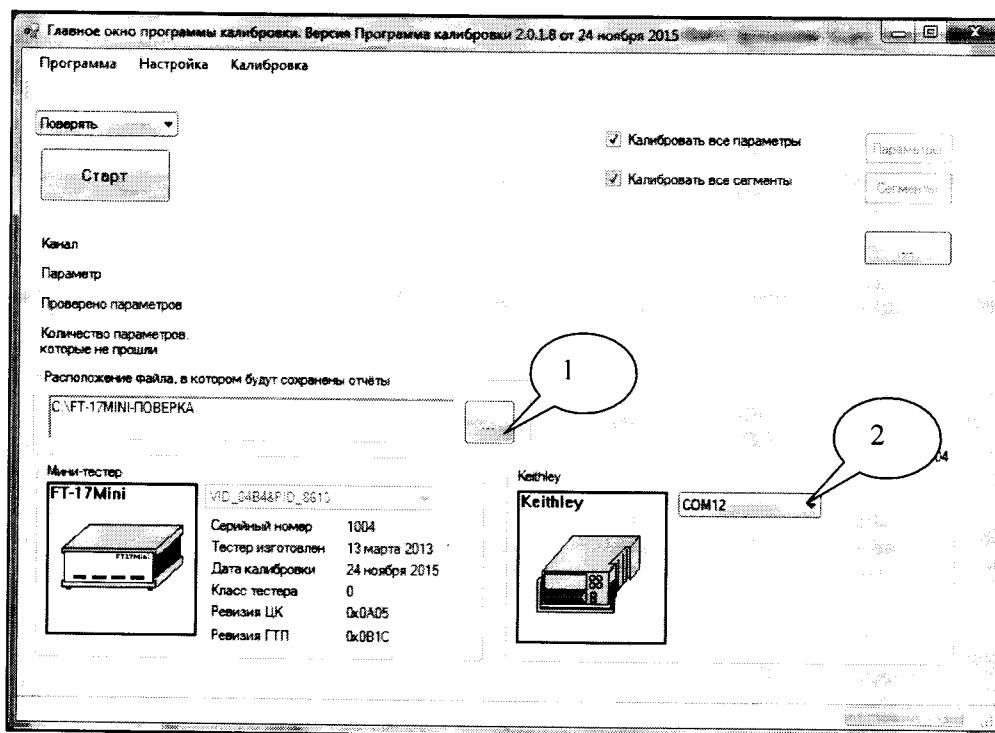


Рисунок 6.3.7 – Окно программы перед началом поверки



## 6.4 Определение статических метрологических характеристик

### Общие указания по выполнению операций поверки 6.4.1 – 6.4.8:

Операции с 6.4.1 по 6.4.8 выполняются автоматически сначала для первой группы каналов “Channel #1-16”, затем после переключения кабеля процедура выполняется последовательно для остальных групп каналов.

Программа автоматически управляет режимами стенда и прибора KEITHLEY 2400, и проводит обработку измерительной информации. Значения абсолютной погрешности вычисляются по формулам

$$\Delta U = U_{FT} - U_E; \Delta I = I_{FT} - I_E,$$

где  $U_{FT}$ ,  $I_{FT}$  – значения напряжения и силы тока, измеряемые (воспроизводимые) стендом,  $U_E$ ,  $I_E$  – эталонные значения напряжения и силы тока, измеряемые (воспроизводимые) прибором KEITHLEY 2400. Результаты измерений усредняются по 20-ти отсчетам.

Результаты поверки сохраняются в файлах отчета на жестком диске компьютера, которые можно переписать в протокол поверки и/или распечатать.

Используемые условные обозначения объясняются в Приложении 1.

По окончании выполнения операций 6.4.1 – 6.4.8 для всех групп каналов следует завершить работу программы.

Результаты поверки считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов, указанных в таблицах раздела 6.4.

### **6.4.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения измерительным источником питания**

6.4.1.1 Собрать рабочее место для определения статических метрологических характеристик, как показано на рисунке 6.4.1.

Перевести выключатель электропитания измерительного блока в положение «ON».

Измерительный блок стенда и прибор KEITHLEY 2400 должны быть включены для прогрева в течение не менее 60 минут, после чего можно перейти к выполнению операций поверки.

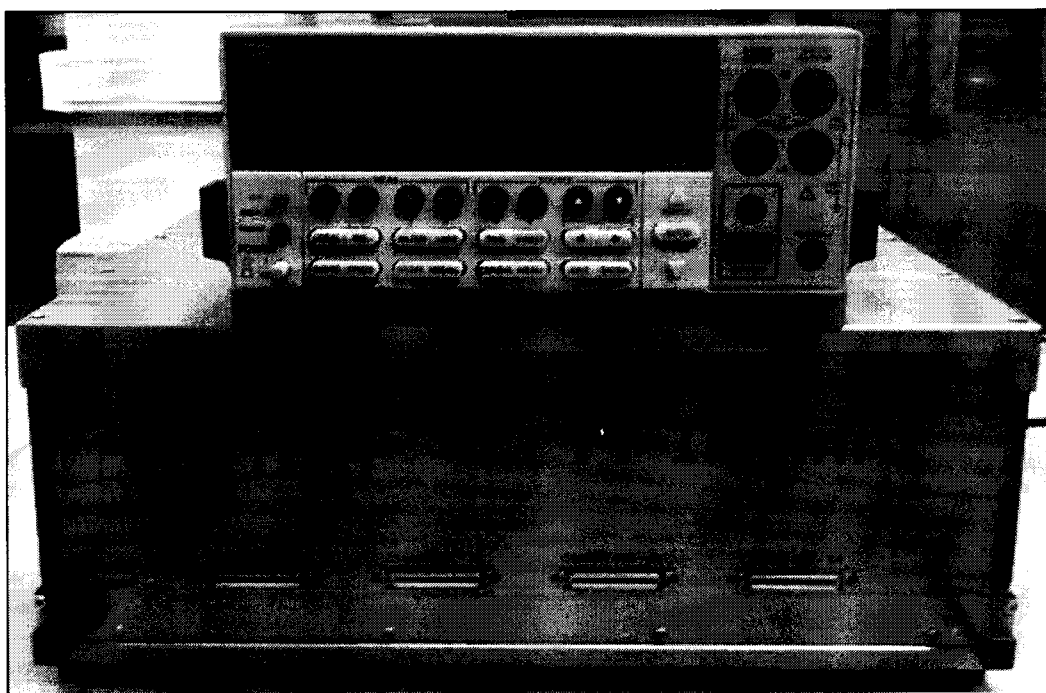


Рисунок 6.4.1 – Рабочее место для определения статических метрологических характеристик

6.4.1.2 Кликнуть программную кнопку «Старт», расположенную в левом верхнем углу окна программы (рис. 6.3.7).

6.4.1.3 Выполнить соединения, используя кабель для подключения к каналам источников питания (рис. 6.3.3). Два штекера красного цвета подключить к гнездам “HI”, два штекера черного цвета – к гнездам “LO” прибора Keithley 2400, разъем кабеля присоединить к разъему “Channel #1-16” измерительного блока.

Кликнуть программную кнопку «Далее».

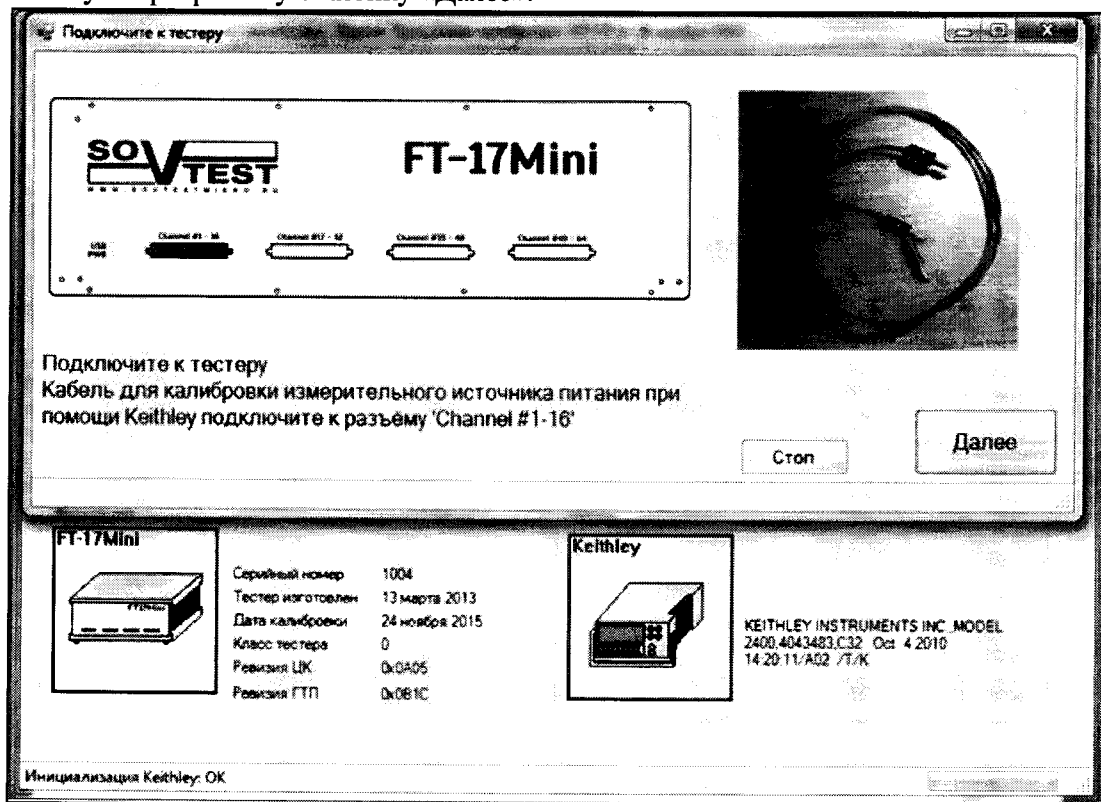


Рисунок 6.4.2 – Окно запуска поверки измерительного источника питания

6.4.1.4 Во время исполнения программы прибор Keithley 2400 измеряет постоянное напряжение, воспроизводимое измерительным источником питания, в диапазоне и при значениях (точках поверки) в соответствии с таблицей 6.4.1.

Таблица 6.4.1 – Измерительный источник питания, воспроизведение напряжения

Диапазон	Точки поверки, В					Пределы абсолютной погрешности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	
- 2,0 ... 10,0 В	- 2,0	1,0	5,0	8,0	10,0	± 30 мВ

После завершения измерений программа автоматически перейдет к операции 6.4.2.

## 6.4.2 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока измерительным источником питания

6.4.2.1 Во время исполнения программы измерительный источник питания измеряет силу постоянного тока, воспроизводимого прибором Keithley 2400, в диапазоне и при значениях (точках поверки) в соответствии с таблицей 6.4.2.

Таблица 6.4.2 – Измерительный источник питания, измерение силы тока

Диапазон	Точки поверки, мА					Пределы абсолютной погрешности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	
– 5,0 ... 4,8 мкА	– 0,005	– 0,004	0,0	0,004	0,0048	± 50 нА
– 25,0 ... 24,0 мкА	– 0,025	– 0,020	0,0	0,020	0,024	± 160 нА
– 250,0 ... 240,0 мкА	– 0,250	– 0,200	0,0	0,200	0,240	± 1 мкА
– 2,5 ... 2,4 мА	– 2,5	– 2,0	0,0	2,0	2,4	± 2,5 мкА
– 25,0 ... 24,0 мА	– 25,0	– 20,0	0,0	20,0	24,0	± 25 мкА
– 100,0 ... 96,0 мА	– 100,0	– 80,0	0,0	80,0	96,0	± 100 мкА
– 400,0 ... 384,0 мА	– 200,0	– 160,0	0,0	160,0	192,0	± 400 мкА

6.4.2.2 После завершения определения метрологических характеристик измерительного источника питания программа остановится.

Вид диалогового окна после завершения определения метрологических характеристик измерительного источника питания показан на рис. 6.4.3.

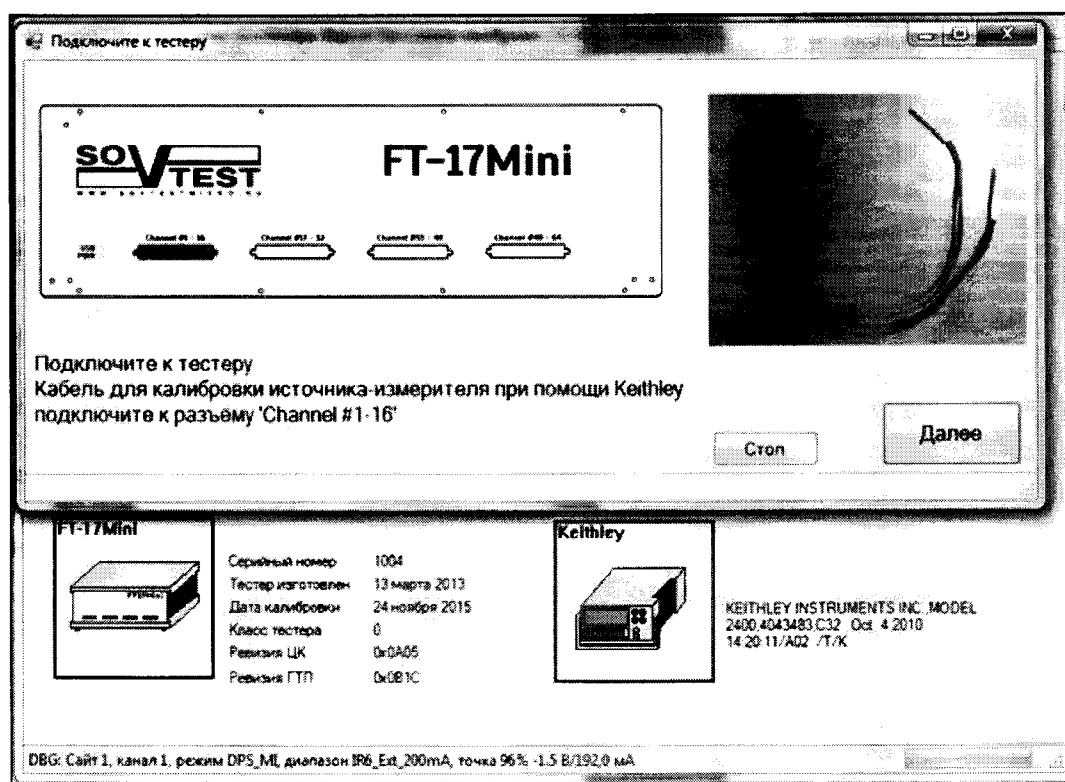


Рисунок 6.4.3 – Окно запуска поверки каналов ПИН-электроники

### 6.4.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения источником-измерителем статических параметров

6.4.3.1 Заменить соединительный кабель. Использовать кабель для подключения к каналам ПИН-электроники (рис. 6.3.3). Штекер красного цвета присоединить к гнезду “INPUT/OUTPUT HI”, штекер черного цвета – к гнезду “INPUT/OUTPUT LO” прибора Keithley 2400, разъем кабеля присоединить к разъему “Channel #1-16” измерительного блока.

Кликнуть программную кнопку «Далее» в окне, показанном на рисунке 6.4.3.

6.4.3.2 Во время исполнения программы прибор Keithley 2400 измеряет постоянное напряжение, воспроизводимое источником-измерителем статических параметров, в диапазоне и при значениях (точках поверки) в соответствии с таблицей 6.4.3.

Таблица 6.4.3 – Источник-измеритель статических параметров, воспроизведение напряжения

Диапазон	Точки поверки, В					Пределы абсолютной погрешности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	
– 0,5 ... 3,5 В	– 0,5	0,0	1,5	3,0	3,5	± 10 мВ
– 1,0 ... 7,0 В	– 1,0	0,0	3,0	5,0	7,0	± 20 мВ
– 1,0 ... 10,0 В	– 1,0	0,0	6,0	9,0	10,0	± 30 мВ

После завершения измерений программа автоматически перейдет к операции 6.4.4.

### 6.4.4 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров

Во время исполнения программы источник-измеритель статических параметров измеряет силу постоянного тока, воспроизводимого прибором Keithley 2400, в диапазоне и при значениях (точках поверки) в соответствии с таблицей 6.4.4.

Таблица 6.4.4 – Источник-измеритель статических параметров, измерение силы тока

Диапазон	Точки поверки, мА					Пределы абсолютной погрешности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	
± 2 мкА	– 0,002	– 0,0016	0,0	0,0016	0,002	± 20 нА
± 8 мкА	– 0,008	– 0,0064	0,0	0,0064	0,008	± 50 нА
± 32 мкА	– 0,032	– 0,0256	0,0	0,0256	0,032	± 200 нА
± 128 мкА	– 0,128	– 0,1024	0,0	0,1024	0,128	± 0,8 мкА
± 512 мкА	– 0,512	– 0,4096	0,0	0,4096	0,512	± 2,5 мкА
± 2 мА	– 2,0	– 1,6	0,0	1,6	2,0	± 10 мкА
± 8 мА	– 8,0	– 6,4	0,0	6,4	8,0	± 40 мкА
± 32 мА	– 32,0	– 25,6	0,0	25,6	32,0	± 200 мкА

После завершения измерений программа автоматически перейдет к операции 6.4.5.

#### 6.4.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока источником-измерителем статических параметров

Во время исполнения программы прибор Keithley 2400 измеряет силу постоянного тока, воспроизводимую источником-измерителем статических параметров, в диапазоне и при значениях (точках поверки) в соответствии с таблицей 6.4.5.

Таблица 6.4.5 – Источник-измеритель статических параметров, воспроизведение силы тока

Диапазон	Точки поверки, мА					Пределы абсолютной погрешности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	
± 2 мкА	- 0,002	- 0,0016	0,0	0,0016	0,002	± 20 нА
± 8 мкА	- 0,008	- 0,0064	0,0	0,0064	0,008	± 50 нА
± 32 мкА	- 0,032	- 0,0256	0,0	0,0256	0,032	± 200 нА
± 128 мкА	- 0,128	- 0,1024	0,0	0,1024	0,128	± 0,8 мкА
± 512 мкА	- 0,512	- 0,4096	0,0	0,4096	0,512	± 2,5 мкА
± 2 мА	- 2,0	- 1,6	0,0	1,6	2,0	± 10 мкА
± 8 мА	- 8,0	- 6,4	0,0	6,4	8,0	± 40 мкА
± 32 мА	- 32,0	- 25,6	0,0	25,6	32,0	± 200 мкА

После завершения измерений программа автоматически перейдет к операции 6.4.6.

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

Во время исполнения программы источник-измеритель статических параметров измеряет постоянное напряжение, воспроизводимое прибором Keithley 2400, в диапазоне и при значениях (точках поверки) в соответствии с таблицей 6.4.6.

Таблица 6.4.6 – Источник-измеритель статических параметров, измерение напряжения

Диапазон	Точки поверки, В					Пределы абсолютной погрешности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	
- 1,0 ... 10,0 В	- 1,0	0,0	3,0	5,0	10,0	± 30 мВ

После завершения измерений программа автоматически перейдет к операции 6.4.7.

#### 6.4.7 Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровней напряжения драйверами

Во время исполнения программы прибор Keithley 2400 измеряет постоянное напряжение, воспроизводимое драйвером, в диапазоне и при значениях (точках поверки) в соответствии с таблицей 6.4.7.

Таблица 6.4.7 – Драйвер, воспроизведение напряжения

Диапазон	Точки поверки, В					Пределы абсолютной погрешности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	
- 0,5 ... 3,5 В	- 0,5	0,0	1,5	3,0	3,5	± 10 мВ
- 1,0 ... 7,0 В	- 1,0	0,0	3,0	5,0	7,0	± 20 мВ
- 1,0 ... 10,0 В	- 1,0	0,0	3,0	5,0	10,0	± 30 мВ

После завершения измерений программа автоматически перейдет к операции 6.4.8.

#### 6.4.8 Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения компараторами

6.4.8.1 Во время исполнения программы компаратор измеряет постоянное напряжение, воспроизводимое прибором Keithley 2400, в диапазоне и при значениях (точках поверки) в соответствии с таблицей 6.4.8.

Таблица 6.4.7 – Компаратор, измерение напряжения

Диапазон	Точки поверки, В				Пределы абсолютной погрешности
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	
– 0,5 ... 3,5 В	– 0,4	0,0	1,5	3,0	± 15 мВ
– 1,0 ... 7,0 В	– 0,9	0,0	3,0	5,0	± 20 мВ
– 1,0 ... 10,0 В	– 1,0	0,0	6,0	10,0	± 30 мВ

6.4.8.2 После завершения измерений программа остановится.

Появится окно программы, показанное на рисунке 6.4.2, в нем будет указана следующая группа каналов.

Перейти к выполнению пункта 6.4.1.3 для этой группы каналов.

После выполнения операций 6.4.1 – 6.4.8 для всех групп каналов закрыть программу.



## 6.5 Определение динамических метрологических характеристик

### 6.5.1 Определение времени опережения и запаздывания фронта и среза импульсов драйверов

6.5.1.1 Подключить к измерительному блоку стенда технологическую плату FT-17MINI Calibration Board.

6.5.1.2 Собрать рабочее место для определения временных параметров импульсов, как показано на рисунке 6.5.1.1.

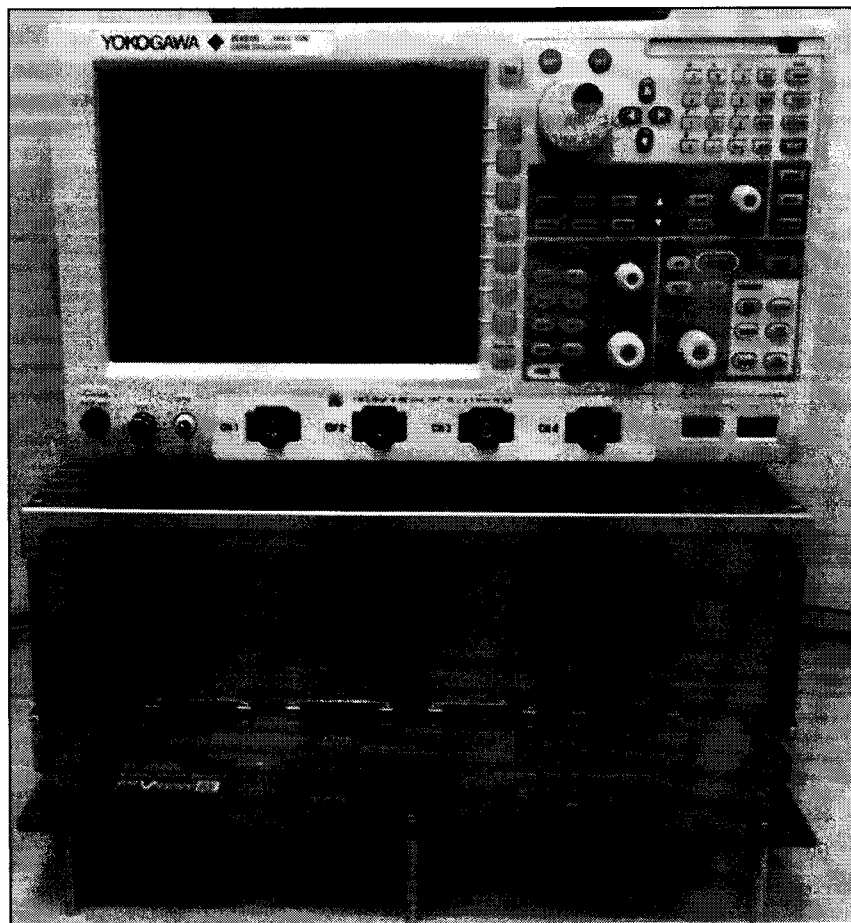


Рисунок 6.5.1.1 – Вид рабочего места для определения временных параметров импульсов

6.5.1.3 Подготовить к работе осциллограф для измерения сдвига по времени между сигналами, сделав на каналах 1 и 2 следующие установки:

- вход DC, 1 МОм;
- пробник 10:1;
- запуск положительным фронтом импульсов, источник – канал «CH1»;
- коэффициент отклонения 2 В/дел, коэффициент развертки 50 нс/дел;
- автоматическое измерение задержки фронта сигнала на входе канала «CH2» относительно фронта сигнала на входе канала «CH1» в точках 50 % (от амплитуды) с количеством усреднений не менее 50.

6.5.1.4 Запустить на исполнение среду «XperTest» по методике п. 2.1 Приложения 2.

6.5.1.5 Загрузить файл тестовых векторов  
C:\XperTest\FT17Mini\Паттерны\CalbrateDrivers.xvd, и запустить его на исполнение по методике п. 2.2 Приложения 2.

6.5.1.6 Подключить пробник 10:1 канала «CH1» осциллографа к контактной точке CH0A разъема XS11. Подключить пробник 10:1 канала «CH2» осциллографа к контактной точке CH1A разъема XS11. При подключениях к цепи «Общий» использовать специальные подпружиненные насадки пробников.

6.5.1.7 Осциллограф автоматически измеряет разность между значениями времени, соответствующими достижению передним фронтом сигнала на каждом из его входов «CH1» и «CH2» уровня в 50% от установившегося значения, и отображает результат на экране (рис. 6.5.1.2).

*Допускается проводить измерение в ручном режиме, отсчитывая уровни и определяя значения времени по шкалам на экране осциллографа.*

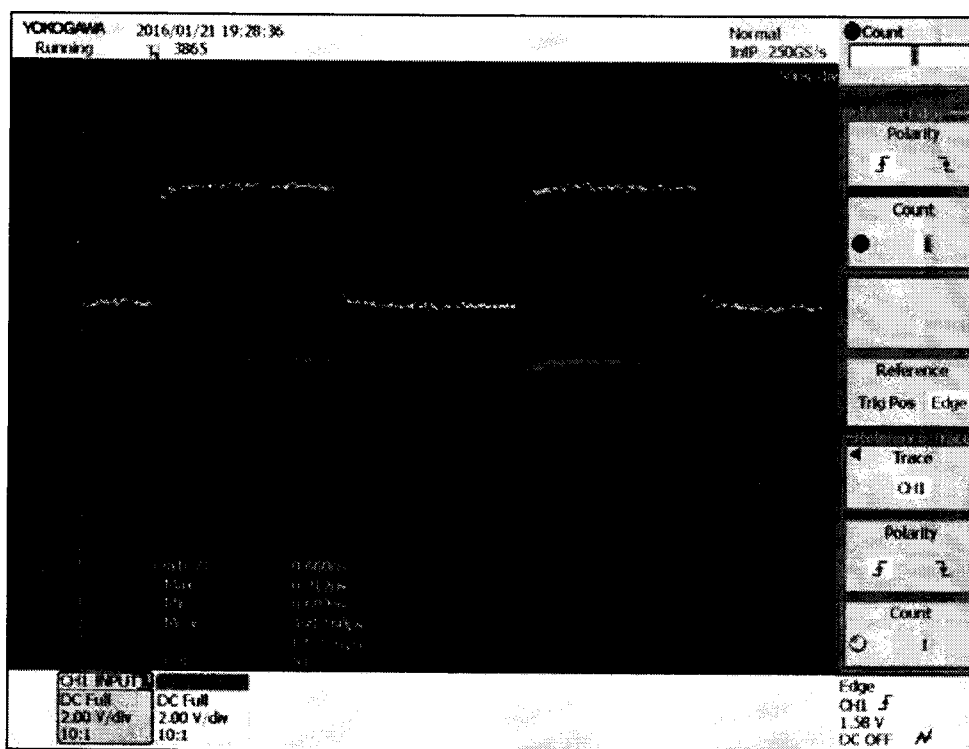


Рисунок 6.5.1.2 – Вид сигналов на экране осциллографа при измерении времени опережения и запаздывания

6.5.1.8 Повторить действия по пунктам 6.5.1.6, 6.5.1.7 для определения времени между срезами сигналов на входах «CH1» и «CH2» осциллографа.

6.5.1.9 Провести действия по пунктам 6.5.1.6 – 6.5.1.8 для остальных каналов, указанных в таблицах 6.5.1.1 и 6.5.1.2.

6.5.1.10 Результаты считать положительными, если абсолютная величина измеренного значения времени опережения и запаздывания фронта и среза не превышает 2 нс.

Таблица 6.5.1.1 – Список контактных точек разъема XS11

CH0A	CH10A	CH0B	CH10B
CH1A	CH11A	CH1B	CH11B
CH2A	CH12A	CH2B	CH12B
CH3A	CH13A	CH3B	CH13B
CH4A	CH14A	CH4B	CH14B
CH5A	CH15A	CH5B	CH15B
CH6A	CH16A	CH6B	CH16B
CH7A	CH17A	CH7B	CH17B

Таблица 6.5.1.2 – Список контактных точек разъема XS12

CH0C	CH10C	CH0D	CH10D
CH1C	CH11C	CH1D	CH11D
CH2C	CH12C	CH2D	CH12D
CH3C	CH13C	CH3D	CH13D
CH4C	CH14C	CH4D	CH14D
CH5C	CH15C	CH5D	CH15D
CH6C	CH16C	CH6D	CH16D
CH7C	CH17C	CH7D	CH17D

## 6.5.2 Определение времени опережения и запаздывания стробов компараторов

### Пояснения по методике выполнения операции:

Для определения времени опережения и запаздывания стробов компаратора используется специальная векторная последовательность, формируемая драйвером того же канала, в котором находится данный компаратор с установленными высоким и низким уровнями.

Положение стробов при выполнении тестовой последовательности выбирается таким образом, чтобы проверить положение времени опережения и запаздывания стробов компараторов в зоне  $\pm 1$  нс относительно фронта импульса, формируемого драйвером.

Положение стробов задается по методике п. 6.5.2.4 (одновременно для всех компараторов) и п. 6.5.2.8 (индивидуально для каждого компаратора). Таким образом, если время опережения и запаздывания фронтов и срезов импульсов драйвера, определенное по п. 6.5.1, не превышает  $\pm 2$  нс, то при отсутствии индицируемых программой сбоя время опережения и запаздывания стробов компаратора не будет превышать  $\pm 3$  нс.

6.5.2.1 Запустить программный инструмент «FT17-Mini универсальный ГТП».

6.5.2.2 Загрузить файл тестовых векторов

C:\XperTest\FT17Mini\Паттерны\CalbrateComparator\_H.xvd по методике пп.1-10, п.2.2 Приложения 2.

6.5.2.3 В главном окне среды «XperTest» кликнуть на пункт системного меню «Инструменты», затем в выпадающем списке кликнуть подпункт «FT-17Mini Mercury задержки». Наблюдать появление окна «FT-17Mini Mercury задержки» (рис.6.5.2.1).

6.5.2.4 Уменьшить с помощью клавиатуры на две единицы число, которое находится в поле под заголовком «RTD» (поз.1, рис. 6.5.2.1). Кликнуть на программную кнопку «Запись».

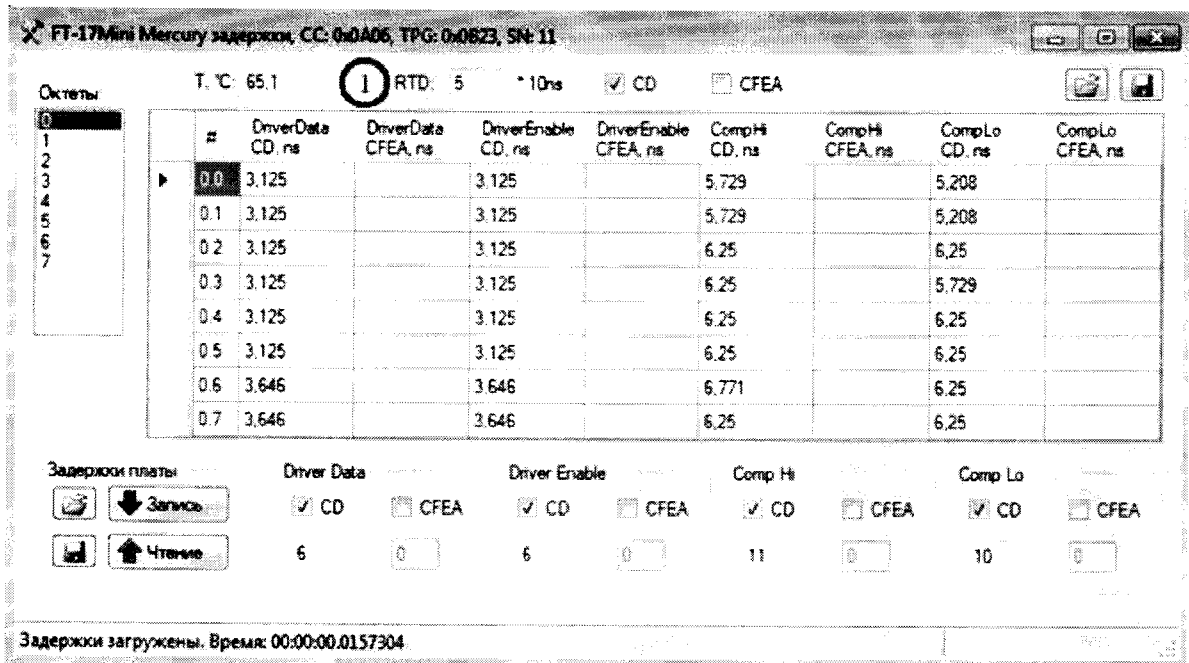


Рисунок 6.5.2.1 – Вид окна программного инструмента «FT17-Mini Mercury задержки»

6.5.2.5 Выбрать для тестирования группу «0» из восьми пар компараторов, для чего последовательно кликнуть требуемый номер в окне программного инструмента «FT17-Mini универсальный ГТП» в списке «Сайты» (рис.6.5.2.2), а затем в окне программного инструмента «FT-17Mini Mercury задержки» в списке под заголовком «Октеты»(рис.6.5.2.3).

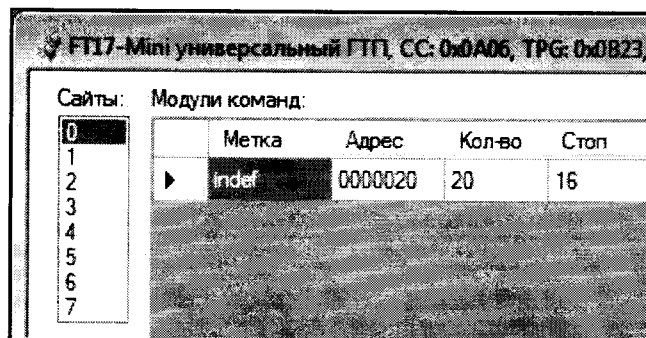


Рисунок 6.5.2.2 – Выбор номера проверяемой группы компараторов в окне«FT17-Mini универсальный ГТП»

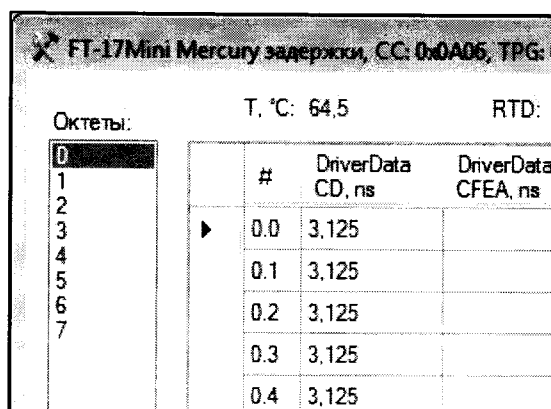


Рисунок 6.5.2.3 – Выбор номера проверяемой группы компараторов в окне «FT-17Mini Mercury задержки»

6.5.2.6 В окне панели инструмента «FT17-Mini универсальный ГТП» (рис. 6.5.2.4) последовательно выбрать:

- программную кнопку «Записать»;
- элемент выбора «Останов при пустом векторе» (убедиться, что теперь его изображение содержит специальный знак выделения);
- элемент выбора «Разрешение перехода» (убедиться, что теперь его изображение содержит специальный знак выделения);

С помощью клавиатуры установить значение поля «Адрес перехода» равным 0000020.

Затем кликнуть программную кнопку «Старт», чтобы запустить на исполнение загруженную векторную последовательность. Через 5 секунд кликнуть программную кнопку «Стоп» для ее остановки.

6.5.2.7 Проверить результаты выполнения векторной последовательности, которые отображаются в правой части окна программного инструмента «FT17-Mini универсальный ГТП» под заголовком «Состояние сайта» (рис. 6.5.2.4).

Результат считать положительным, если число сбойных каналов равно нулю.

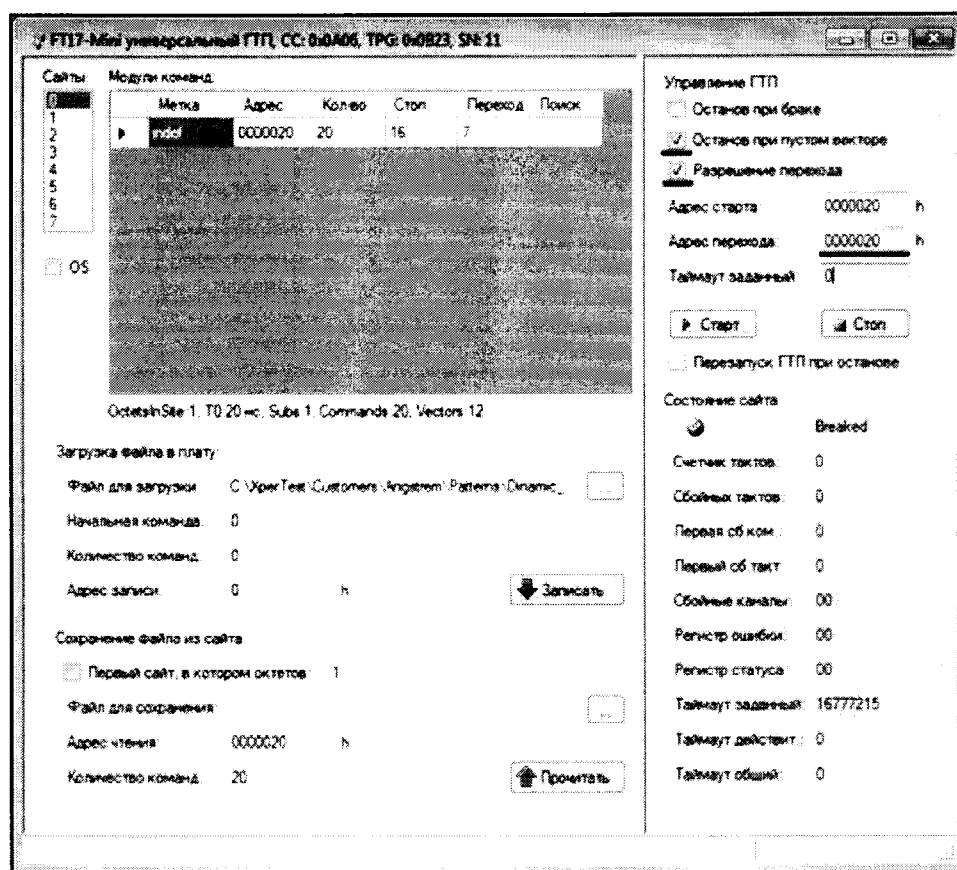


Рисунок 6.5.2.4 – Подготовка генератора тестовой последовательности для работы в режиме циклического выполнения векторной последовательности

6.5.2.8 Изменить индивидуальную задержку для первого компаратора высокого уровня из выбранной по методике п. 6.5.2.5 группы восьми пар компараторов следующим образом:

- в окне программного инструмента «FT-17Mini Mercury задержки» (рис. 6.5.2.5) кликнуть ячейку на пересечении столбца «CompHI CD, ns» и строки «0.0» (поз. 2, рис. 6.5.2.5).
- в поле редактирования (поз. 3, рис. 6.5.2.5) должно появиться число тактов, которое используется в линии задержки сигнала этого компаратора. Выделить это число, а затем с помощью клавиатуры задать новое значение, на четыре единицы больше прежнего значения.
- кликнуть программную кнопку «Запись» (поз. 4, рис. 6.5.2.5)

6.5.2.9 Повторить действия по методике п.п. 6.5.2.6.

6.5.2.10 Проверить результаты выполнения векторной последовательности, которые отображаются в правой части окна программного инструмента «FT17-Mini универсальный ГТП» под заголовком «Состояние сайта» (рис. 6.5.2.4).

Результат считать положительным, если число сбойных каналов не равно нулю.

6.5.2.11 Повторить действия по методике п.п. 6.5.2.8, с целью восстановить прежнее число тактов задержки, для чего число в поле редактирования необходимо уменьшить на четыре единицы.

6.5.2.12 Повторить действия по методике п.п. 6.5.2.8 – 6.5.2.11 для остальных семи компараторов высокого уровня из выбранной по методике пп. 6.5.2.5 группы.

6.5.2.13 Повторить действия по методике п.п. 6.5.2.5 и методике п.п. 6.5.2.8 – 6.5.2.11 для компараторов высокого уровня остальных семи октетов.

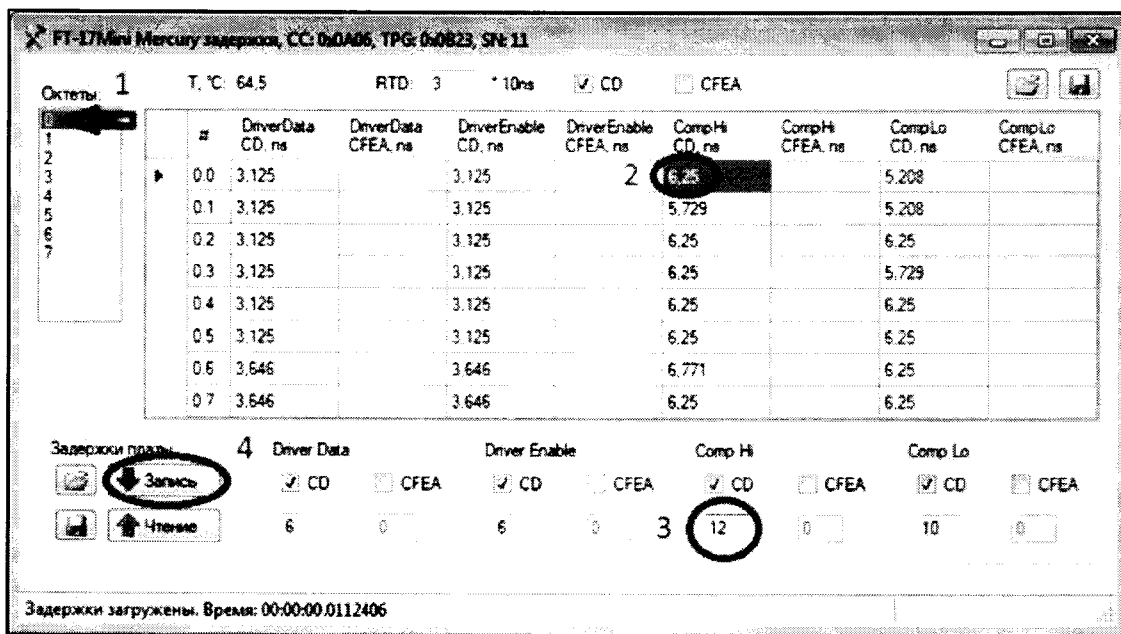


Рисунок 6.5.2.5 – Изменение значения задержки строка компаратора

6.5.2.14 Загрузить с помощью методики п.п. 4-6 п.2.2 Приложения 2 в память генератора тестовой последовательности файл C:\XperTest\FT17Mini\Паттерны\CalbrateComparator\_L.xvd для проверки компараторов низкого уровня.

6.5.2.15 Повторить действия по методике п.п. 6.5.2.5 и методике п.п. 6.5.2.8 – 6.5.2.11 для компараторов низкого уровня (имя столбца «CompLo CD, ns», рис. 6.5.2.5) для всех восьми октетов.

Результат считать положительным, если число сбойных каналов равно нулю для всех каналов компараторов.



### 6.5.3 Определение длительности фронта и среза импульсов драйверов

6.5.3.1 Подготовить к работе осциллограф для измерения длительности фронта и среза импульсов на канале 1:

- вход DC, 1 МОм;
- пробник 10:1;
- запуск положительным фронтом импульсов, источник – канал 1;
- коэффициент отклонения 1 В/дел, коэффициент развертки 20 нс/дел;
- автоматическое измерение длительности фронта и среза по уровням 20/80 % с количеством усреднений не менее 50.

6.5.3.2 Загрузить файл тестовых векторов C:\XperTest\FT17MINI\CalbrateDrivers.xvd», и запустить его на исполнение по методике п. 2.2 Приложения 2.

6.5.3.3 Подключить пробник канала «СН1» осциллографа на контактную точку СН0А разъема XS11. При подключении к цепи «Общий» следует использовать специальную подпружиненную насадку.

6.5.3.4 Осциллограф измеряет длительность фронта и среза импульсов по уровням 20% и 80% от амплитуды импульса (рис. 6.5.3)

*Допускается проводить измерение в ручном режиме, отсчитывая уровни и определяя значение времени по шкалам на экране осциллографа.*

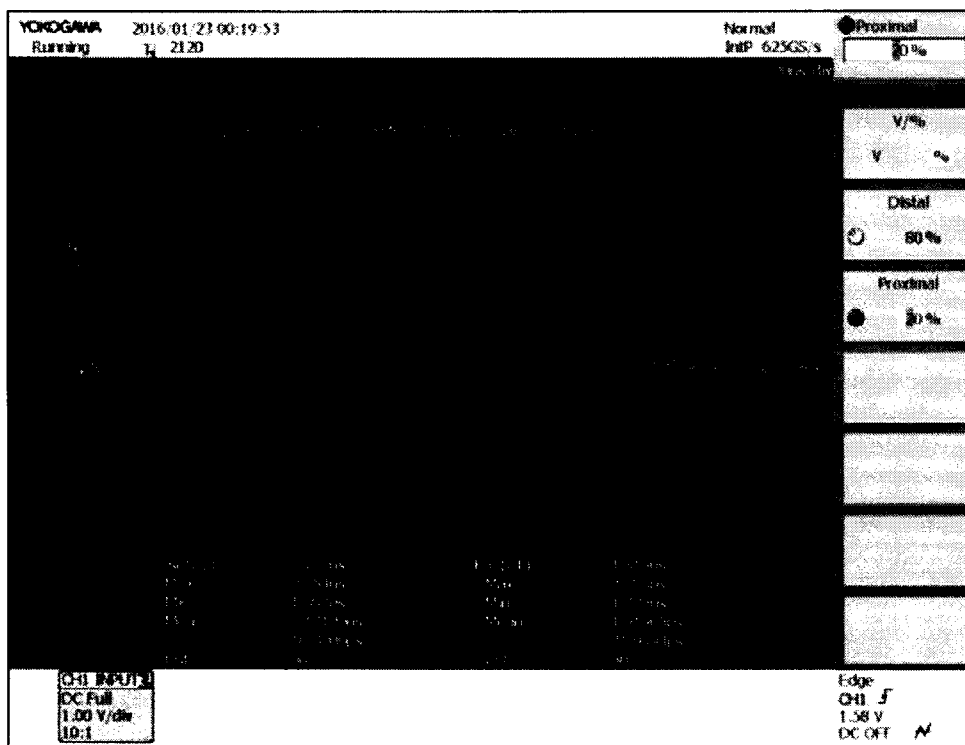


Рисунок 6.5.3 – Измерение длительности фронта и среза импульса

6.5.3.5 Провести действия по пунктам 6.5.3.3, 6.5.3.4 для остальных каналов, указанных в таблицах 6.5.1.1 и 6.5.1.2 операции 6.5.1.

6.5.3.7 Результат считать положительным, если на всех каналах измеренные значения длительности фронта и среза импульсов не превышают 5 нс.

6.5.3.8 Завершить работу программного инструмента «FT17-Mini универсальный ГТП».

## 6.5.4 Определение абсолютной погрешности задания частоты функционального контроля

6.5.4.1 Собрать рабочее место для измерения частоты, как показано на рисунке 6.5.4.



Рисунок 6.5.4 – Вид рабочего места для определения абсолютной погрешности частоты функционального контроля.

6.5.4.2 Подготовить к работе частотомер.

6.5.4.3 Загрузить файл тестовых векторов

C:\XperTest\FT17Mini\Паттерны\Infinite\_loop\_T0\_10000ns.xvd», и запустить его на выполнение по методике п. 2.2 Приложения 2.

6.5.4.4 Используя пробник N2873A, измерить с помощью частотомера частоту сигнала на контактной точке CH0A разъема XS11, и записать его в таблицу 6.5.4.

6.5.4.5 Остановить выполнение векторной последовательности кликнув на кнопку «Стоп» в окне «FT17-Mini универсальный ГТП».

6.5.4.6 Используя методику п.п. 4-11 п. 2.2 Приложения 2, загрузить в память генератора тестовой последовательности и запустить на выполнение файл тестовых векторов C:\XperTest\FT17Mini\Паттерны\Infinite\_loop\_T0\_20ns.xvd.

6.5.4.8 Используя пробник N2873A, измерить с помощью частотомера частоту сигнала на контактной точке CH0A разъема XS11, и записать его в таблицу 6.5.4.

Таблица 6.5.4 Измерение частоты функционального контроля

Воспроизводимое значение частоты	Нижний предел допуска	Измеренное значение	Верхний предел допуска	Результат брак/годен
50 кГц	49,995 кГц		50,005 кГц	
25 МГц	24,9975 МГц		25,0025 МГц	

Результаты операции считать положительными, если измеренные значения частоты находятся в пределах допусаемых значений, указанных в таблице 6.5.4.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

### 7.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол 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, установленные опции;
- 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;
- полученные значения метрологических характеристик;
- фамилия лица, проводившего поверку.

### 7.2 Свидетельство о поверке

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.

Генеральный директор ООО «Совтест Микро»

Начальник отдела 209 ФГУП «ВНИИМС»



Ф.В. Кречотень

С.Г. Семенчинский

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1 – Условные обозначения в протоколах измерений статических характеристик

В протоколах каналы обозначаются как Seg.Chl, где Seg – номер сегмента от 1 до 8, Chl – номер канала от 1 до 8. Так же в протоколах могут встречаться обозначения диапазонов воспроизведения и измерения напряжения и тока, в соответствии с таблицами 1.1.1 – 1.1.3. Соответствие между обозначениями и наименованиями нормируемых метрологических характеристик приведено в таблице 1.1.4.

Таблица 1.1.1 – Источник-измеритель статических параметров:  
диапазоны воспроизведения и измерения напряжения

Символическое обозначение	Диапазон
VR0	– 0,5 ... 3,5 В
VR1	– 1,0 ... 7,0 В
VR2	– 1,0 ... 10,0 В

Таблица 1.1.2 – Источник-измеритель статических параметров:  
диапазоны воспроизведения и измерения силы тока

Символическое обозначение	Диапазон
IR0 2uA	± 20 нА
IR1 8uA	± 50 нА
IR2 32uA	± 200 нА
IR3 128uA	± 0.8 мкА
IR4 512uA	± 2.5 мкА
IR5 2mA	± 10 мкА
IR6 8mA	± 40 мкА
IR7 32mA	± 200 мкА

Таблица 1.1.3 – Измерительный источник питания:  
диапазоны измерения силы тока

Символическое обозначение	Диапазон
IR0 5uA	– 5,0 мкА ... 4,8 мкА
IR1 25uA	– 25,0 мкА ... 24,0 мкА
IR2 250uA	– 250,0 мкА ... 240,0 мкА
IR3 2x5mA	– 2,5 мА ... 2,4 мА
IR4 25mA	– 25,0 мА ... 24,0 мА
IR5 100mA	– 100,0 мА ... 96,0 мА
IR6 400mA	– 400,0 мА ... 384,0 мА

Таблица 1.1.4 – Условное обозначение нормируемых метрологических характеристик

Поверяемый параметр	Условное обозначение
Абсолютная погрешность воспроизведения постоянного напряжения источником-измерителем	PMU_FV
Абсолютная погрешность измерения силы постоянного тока источником-измерителем	ADC_MI
Абсолютная погрешность воспроизведения силы постоянного тока источником-измерителем	PMU_FI
Абсолютная погрешность измерения напряжения источником-измерителем	ADC_MV
Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения высокого уровня драйверами	DVH
Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения низкого уровня драйверами	DVL
Абсолютная погрешность измерения постоянного напряжения компаратором А	CVA
Абсолютная погрешность измерения постоянного напряжения компаратором В	CVB
Абсолютная погрешность воспроизведения постоянного напряжения измерительным источником питания	DPS_FV
Абсолютная погрешность измерения силы постоянного тока измерительным источником питания	DPS_MI
Сдвиг по времени между каналами драйверов	DriverData CD
Абсолютная погрешность установки временных меток компаратора А	CompHi CD
Абсолютная погрешность установки временных меток компаратора В	CompLo CD
Абсолютная погрешность задания частоты функционального контроля	FD

## Приложение 2 – Инструкция по работе среды XperTest

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

- 1 Запустить программу по ярлыку на рабочем столе с нажатой клавишей «SHIFT».
- 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.
- 3 С помощью клавиатуры занести в поле «Пароль» код ограничения доступа.  
Конкретное значение кода следует предварительно узнать у специалиста, обслуживающего стенд.

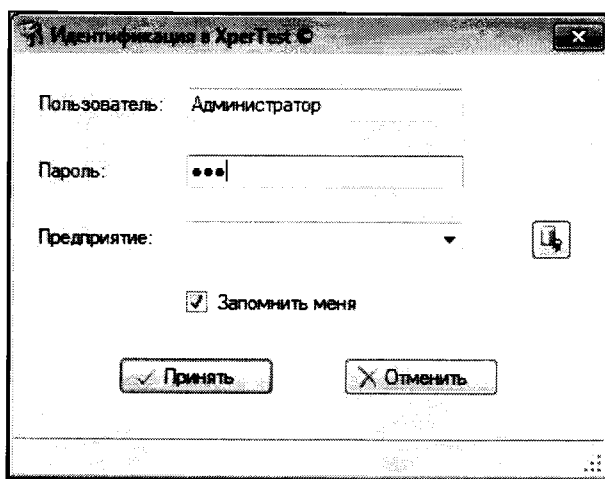


Рис. 2.1.1 – Вид окна идентификации XperTest

- 4 Нажать кнопку «Принять».
- 5 Наблюдать появление главного окна программы «СредаXperTest».

### 2.2 Запуск панели «FT17-Mini универсальный ГТП», загрузка файла тестовых векторов и запуск его на исполнение

- 1 Загрузить на исполнение среду XperTest по методике п.2.1 Приложения 2.
  - 2 В открытом главном окне программы кликнуть пункт системного меню «Инструменты», затем в выпадающем списке кликнуть подпункт «FT-17Mini Universal TPG».
  - 3 Наблюдать появление окна «FT17-Mini универсальный ГТП» (рис. 2.1.2).
  - 4 Кликнуть изображение программной кнопки «Файл для загрузки» (поз.1, рис. 2.1.2).
  - 5 В открытом стандартном диалоговом окне выбрать файл векторов, имя которого указано в методике выполняемого пункта.
  - 6 Нажать на кнопку «Записать» (поз.2, рис.2.1.2).
- Вид окна «FT17-Mini универсальный ГТП» после выполнения загрузки показан на рисунке 2.1.3.
- 7 Кликнуть изображение программного элемента выбора «Останов при пустом векторе». Убедиться, что теперь его изображение содержит специальный знак выделения.
  - 8 Кликнуть изображение программного элемента выбора «Разрешение перехода». Убедиться, что теперь его изображение содержит специальный знак выделения.
  - 9 С помощью клавиатуры установить значение поля «Адрес перехода» равным 0000020.
  - 10 Кликнуть на программную кнопку «Старт».



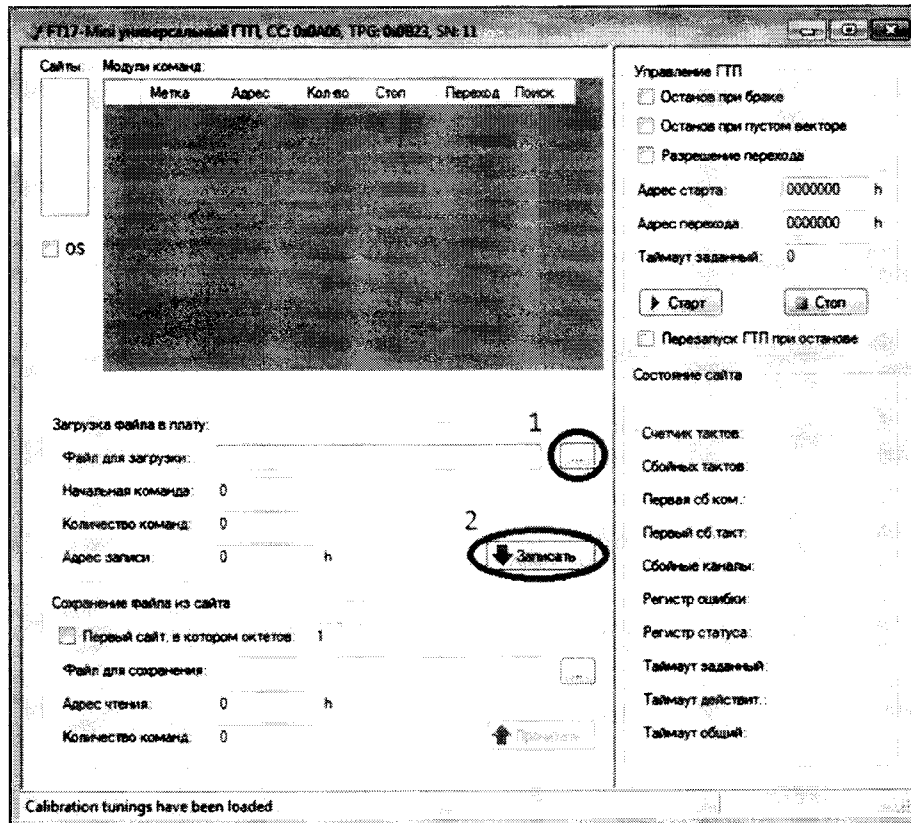


Рис. 2.1.2 – Вид окна «FT17-Mini универсальный ГТП»

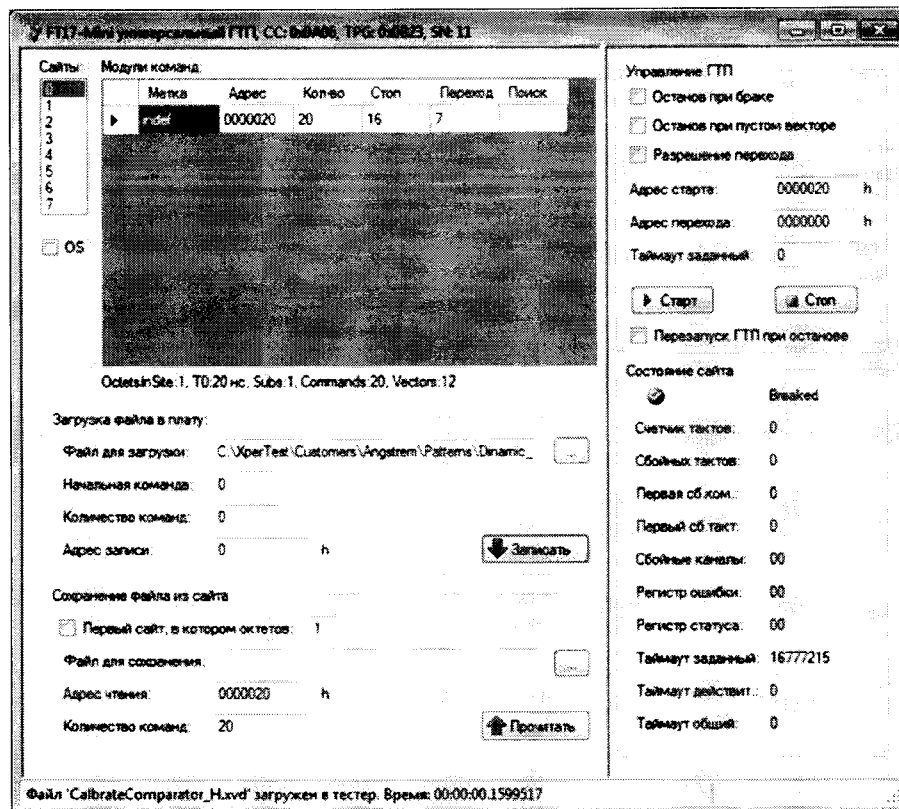


Рис. 2.1.3 – Вид окна «FT17-Mini универсальный ГТП» после загрузки файла векторов