

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы контрольно-измерительные Тестеры СБИС FORMULA HF

Назначение средства измерений

Системы контрольно-измерительные Тестеры СБИС FORMULA HF (далее - Тестеры) предназначены для воспроизведения и измерения напряжения, силы электрического тока, временных интервалов и производных от них параметров интегральных микросхем, контролируемых в процессе их комплексной автоматизированной проверки при проведении испытаний на пластине, в корпусе и в бескорпусном исполнении, в нормальных условиях и в диапазоне температур методами параметрических измерений, функционального и алгоритмического контроля.

Описание средства измерений

Принцип работы Тестера основан на методах функционального контроля (далее - ФК) и параметрических измерений испытуемых микросхем (далее - ИМС, «объект контроля»).

Для выполнения параметрических измерений микросхем в составе Тестера предусмотрены параметрические измерители, измерительные источники питания и универсальные двунаправленные измерительные каналы (далее - каналы). Все вышеперечисленные устройства подключаются к объекту контроля через измерительную оснастку.

Для выполнения ФК в Тестере предусмотрена подсистема канальной электроники, которая выполняет формирование входного набора сигналов, подаваемых на выводы испытуемой микросхемы, прием откликов от микросхемы (выходных сигналов) и их сравнение с ожидаемыми данными. По результатам сравнения автоматически вырабатывается решение «Годен» или «Брак» с сохранением всей информации о результатах и условиях измерений в специализированной базе данных Тестера.

Подсистема канальной электроники включает: генератор тестовой последовательности (далее - ГТП) и алгоритмический генератор тестов (далее - АГТ), а также драйверы, компараторы и нагрузки. ГТП предназначен для функционального контроля микросхем произвольной логики, АГТ - для алгоритмического контроля микросхем регулярной логики, таких как запоминающие устройства (далее - ЗУ). Наличие ГТП и/или АГТ определяется лицензией программного обеспечения Тестера.

Варианты исполнения Тестера реализуются на 5-ти модификациях единой аппаратно-программной платформы FORMULA HF:

FORMULA HF2 (далее - FHF2), FORMULA HF3 (далее - FHF3), FORMULA HF3M (далее - FHF3M), FORMULA HF3-512 (далее - FHF3-512), FORMULA HF3M-512 (далее - FHF3M-512).

Модификации Тестера отличаются между собой конструктивным исполнением и техническими характеристиками. Отличия модификаций Тестера FORMULA HF представлены в таблице

Таблица 1.

Таблица 1 - Отличия модификаций Тестеров FORMULA HF по ключевым параметрам

Параметр	FHF2	FHF3	FHF3M	FHF3-512	FHF3M-512
Максимальная частота ФК, МГц	100	200	200	200	200
Максимальное количество универсальных двунаправленных измерительных каналов	256	256	256	512	512
Максимальное количество алгоритмических шин	24	24	24	48	48

Продолжение таблицы 1

Параметр	FHF2	FHF3	FHF3M	FHF3-512	FHF3M-512
Наличие поканальных измерителей статических параметров PPMU	нет	нет	есть	нет	есть
Динамическая активная нагрузка	нет	есть	есть	есть	есть
Статическая активная нагрузка	есть	нет	нет	нет	нет
Поддержка порта JTAG	нет	нет	нет	опционально	опционально

Каждая модификация Тестера включает: измерительный блок (далее - ИБ) с функциональными узлами в унифицированном конструктивном исполнении, подключенный к нему вычислительный блок, а также источник бесперебойного питания. ИБ устанавливается на поворотной стойке с углом наклона от 0 до 90 градусов. Допускается настольное исполнение ИБ, без поворотной стойки.

На лицевую панель ИБ, непосредственно на подпружиненные контакты rogo-pin, устанавливается измерительная оснастка с испытуемым объектом контроля.

В случае если объектом контроля является кристалл микросхемы на пластине, а измерения производятся с применением зондовой установки, подключение производится через переходное устройство сопряжения. Если зондовая установка поддерживает обмен информацией по оптоизолированному порту, она подключается к штатному разъему «Handler» на тыльной (задней) панели измерительного блока. В противном случае обмен информацией осуществляется через вычислительный блок.

Состав функциональных узлов, входящих в измерительный блок Тестера в зависимости от модификации, представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Состав функциональных узлов Тестеров FORMULA HF в зависимости от модификации

Функциональные узлы	Максимальное количество, шт.				
	FHF2	FHF3	FHF3M	FHF3-512	FHF3M-512
32-х канальные измерительные модули	8			16	
многофункциональные измерительные источники питания VDD	8			16	
многоканальные измерители статических параметров PMU	8			16	
многофункциональные измерительные источники питания повышенной мощности VCC	8			16	
высоковольтные («33») каналы	8			16	
поканальные измерители статических параметров PPMU	-	-	256	-	512

Каждый из каналов Тестера предназначен для проведения контроля и измерений ИМС в диапазоне частот, предусмотренных для конкретной модификации Тестера.

Каждый канал включает:

- драйвер,
- два компаратора,
- статическую или динамическую активную нагрузку в зависимости от конкретной модификации Тестера,
- память векторов и память ошибок,
- средства управления тестовой последовательностью.

Каждый канал Тестера во всем диапазоне частот функционального контроля может быть сконфигурирован в режимы:

- формирования задаваемых воздействий;
- контроля ожидаемых состояний;
- двунаправленный режим.

В двунаправленном режиме любой канал Тестера может переключаться из режима формирования воздействий в режим контроля, а также наоборот, в любых векторах тестовой последовательности (далее - ТП).

В любом режиме соседние каналы можно объединять в дифференциальные пары.

Драйвер каждого канала предназначен для формирования на входе объекта контроля ТП в виде последовательности импульсов с регулируемыми параметрами. Параметры ТП в части амплитуды, положения и типа перепадов (фронта и спада сигнала) напряжения на оси времени внутри вектора ТП определяются независимо по каждому каналу до запуска ФК. Амплитуда перепадов напряжения в векторах ТП определяется значениями напряжений верхнего, среднего и нижнего уровней драйвера. Положение перепадов на оси времени определяется двумя метками времени (далее - метки) T1 и T2.

Компараторы каждого канала предназначены для контроля выходных сигналов от испытуемой микросхемы. Параметры контроля ТП в части уровней, времени и типа контроля напряжений определяются до запуска ФК независимо по каждому каналу. Уровни контроля напряжений в векторах ожидаемой ТП определяются значениями напряжений двух компараторов: верхнего и нижнего уровня. Моменты времени для контроля уровней напряжений в векторах ожидаемой ТП определяются двумя метками времени T3 и T4.

Статическая и динамическая активная нагрузка каждого канала предназначена для формирования токов положительной и отрицательной полярности (втекающих и вытекающих) на выходах объекта контроля. Динамическая активная нагрузка автоматически отключается при переходе канала в режим воздействия и включается в режиме контроля. Статическая активная нагрузка включена постоянно.

Многофункциональный измерительный источник питания VDD предназначен для формирования питания объекта контроля постоянным напряжением до 15 В и силой электрического тока до 400 мА. В источнике предусмотрены режимы воспроизведения напряжения FV, силы тока FI или режим высокоимпедансного состояния FN. Для источников VDD предусмотрен режим параллельного включения двух источников. В этом случае на объект контроля подается питание постоянным напряжением до 12 В с силой постоянного тока до 790 мА.

Многоканальный измеритель статических параметров PMU предназначен для проведения параметрического контроля и измерений с максимальным постоянным напряжением на канале не более 8 В и силой электрического тока до 150 мА. Источник реализует режимы воспроизведения напряжения FV, силы тока FI или режим высокоимпедансного состояния FN.

Многофункциональный измерительный источник питания повышенной мощности VCC предназначен для формирования питания объекта контроля постоянным напряжением до 6 В и силой постоянного тока до 4 А. В источнике предусмотрены режимы воспроизведения напряжения FV и высокоимпедансного состояния FN.

Высоковольтный («33-й») канал предназначен для формирования на входе объекта контроля необходимой ТП в виде последовательности импульсов напряжения с амплитудой до 15 В.

Поканальный измеритель статических параметров PPMU предназначен для проведения параметрического контроля и измерений с максимальными постоянным напряжением на канале не более 8 В и силой тока до 32 мА. Источник реализует режимы воспроизведения напряжения FV, силы тока FI или режим высокоимпедансного состояния FN.

Основные параметры ГТП:

- проведение ФК на частотах от 12,5 кГц до 200 МГц для модификаций FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512; от 12,5 кГц до 100 МГц для модификации FHF2.

– формирование тестовой последовательности функционального контроля длиной до 64М (1М=1 048 576) векторов на канал в линейном режиме.

– заполнение памяти ошибок (памяти ответов компараторов) глубиной до 64М (1М=1 048 576) слов на канал с возможностью уплотненной записи.

– режимы управления последовательностью исполнения тестовых векторов.

Основные параметры АГТ:

– проведение ФК на частотах от 12,5 кГц до 100 МГц;

– для каждого 32-канального измерительного блока предусмотрено конфигурирование до 3-х алгоритмических шин и до 8-ми бит константных значений, производится независимо;

– максимальная разрядность алгоритмической шины до 32 бит;

– алгоритмические вычисления (арифметические и логические операции) между регистрами общего назначения алгоритмической шины. Результат операции может быть на задание, на контроль или одновременно на задание и на контроль;

– поддержка 8-ми регистров общего назначения (R0÷R7) для каждой алгоритмической шины. Регистры доступны по записи/чтению со стороны программного обеспечения;

– алгоритмические команды;

– максимальный объем инструкций¹ до 8192;

– одновременное заполнение памяти ошибок и ответов компараторов глубиной до 32М (1М=1 048 576) машинных слов с автоматической возможностью уплотненной записи;

– режимы управления последовательностью исполнения инструкций.

Дополнительные возможности Тестера:

– постоянное напряжение (5,00±0,25) В для питания вспомогательных узлов на измерительной оснастке;

– интерфейс I²C для управления вспомогательными узлами на измерительной оснастке;

– оптоизолированный порт «Handler» для управления внешними зондовыми установками и другим внешним оборудованием;

– порт JTAG (IEEE 1149.1) для конфигурирования объектов контроля;

– (синхро) сигнал запуска ФК «Start_FC».

Тестеры FORMULA HF выпускаются в следующих основных вариантах исполнения, обозначаемых при заказе FORMULA HF2 (HF3, HF3М, HF3-512, HF3М-512) - X, где:

– X - числовой идентификатор (вариант исполнения), определяющий число универсальных двунаправленных измерительных каналов²:

«1» - 32 канала;	«9» - 288 каналов;
«2» - 64 канала;	«10» - 320 каналов;
«3» - 96 канала;	«11» - 352 канала;
«4» - 128 каналов;	«12» - 384 канала;
«5» - 160 каналов;	«13» - 416 каналов;
«6» - 192 канала;	«14» - 448 каналов;
«7» - 224 канала;	«15» - 480 каналов.
«8» - 256 каналов;	«16» - 512 каналов.

Общий вид измерительного блока Тестеров FHF2, FHF3 и FHF3М представлен на рисунке

Рисунок 1. Внешне Тестеры отличаются друг от друга только логотипом на лицевой панели.

Схема пломбирования для защиты от несанкционированного доступа Тестеров FHF2, FHF3 и FHF3М представлена на рисунке Рисунок 3.

¹ Инструкция – совокупность алгоритмических команд всех алгоритмических шин в одном такте функционального контроля.

² Максимальное значение числового идентификатора X для модификаций FHF2, FHF3, FHF3М – 8.



Рисунок 1 - Общий вид измерительного блока Тестеров FORMULA HF2, FORMULA HF3 и FORMULA HF3M

Общий вид измерительного блока на поворотной стойке Тестеров FHF3-512 и FHF3M-512 представлен на рисунке Рисунок 2.

Схема пломбирования Тестеров FHF3M-512 представлена на рисунке Рисунок 4.



Рисунок 2 - Общий вид измерительного блока на поворотной стойке Тестеров FORMULA HF3-512 и FORMULA HF3M-512

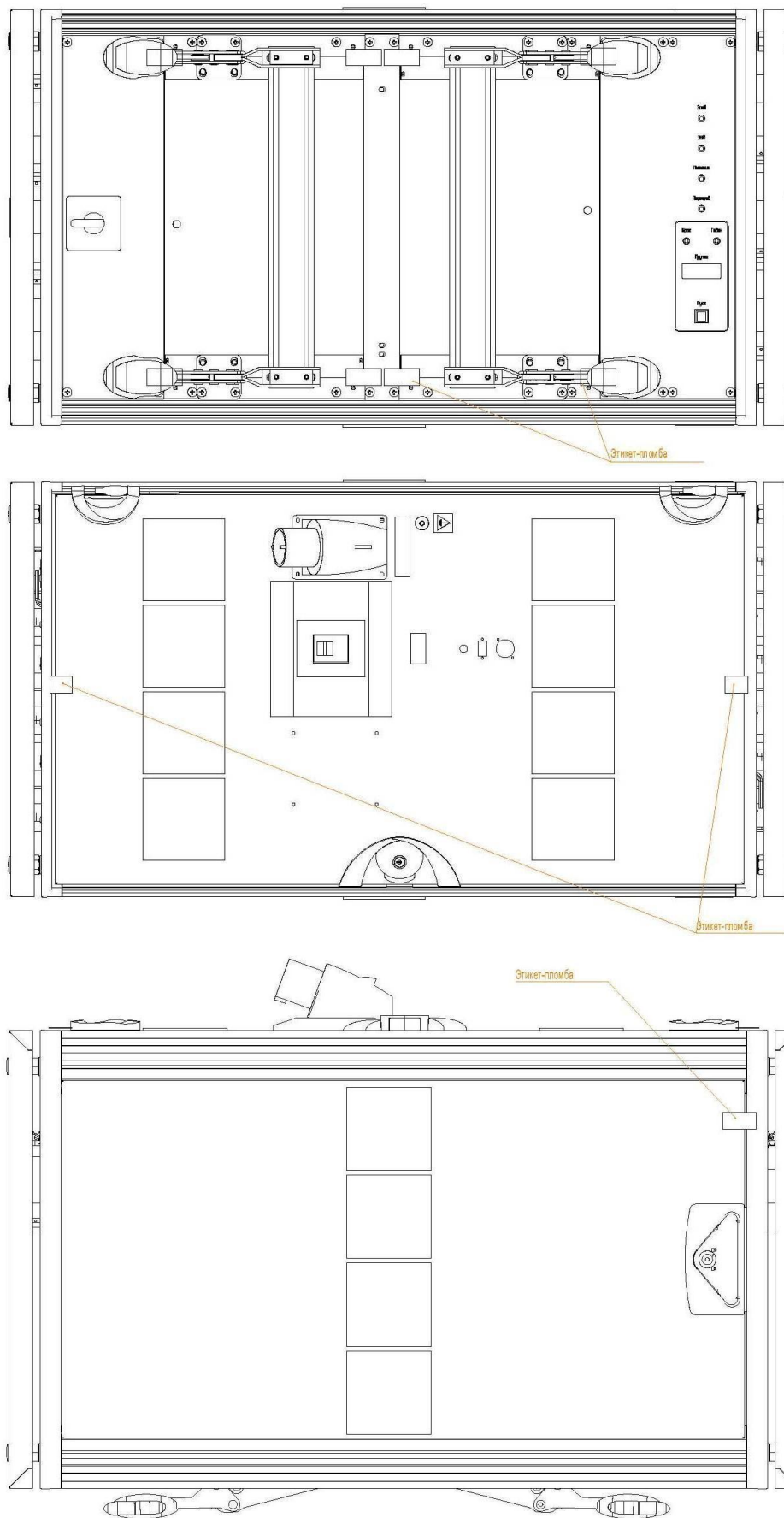


Рисунок 4 - Схема пломбирования Тестеров FORMULA HF3-512 и FORMULA HF3M-512

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее - ПО) Тестеров предназначено для автоматизации всех этапов процесса измерений, а также для технического и метрологического обслуживания Тестеров в процессе производства и эксплуатации.

ПО включает средства автоматизации процессов:

- создания, редактирования и исполнения программ контроля микросхем;
- обработки, анализа, документирования, и хранения результатов и условий измерений;
- управления параметрами и режимами всех устройств системы,
- выполнения диагностических и метрологических процедур.

Для анализа функциональных и параметрических отклонений, выявленных при измерениях, в ПО Тестеров предусмотрен аналитический инструментарий, включая аппаратный «логический анализатор», «осциллограф» и «карту ошибок».

Уровень защиты программного обеспечения «низкий» в соответствии с Р 50.2.077-2014. Целостность ПО проверяется расчетом цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) с использованием алгоритма CRC-32.

Таблица 3 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	FHF2	FHF3, FHF3M	FHF3-512, FHF3M-512
Идентификационное наименование ПО	FormHF		
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.0.3.23	1.0.5.24	1.1.0.37
Цифровой идентификатор ПО	Цифровой идентификатор (контрольная сумма исполняемого кода) указывается в паспорте		

Метрологические и технические характеристики

Таблица 4 - Воспроизведение частоты функционального контроля

Модификации	Режим	Нижняя граница диапазона воспроизведения частоты ФК, кГц, не более	Верхняя граница диапазона воспроизведения частоты ФК, МГц, не менее	Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты ФК, %
FHF2	АГТ	12,5	100	±1
	ГТП	12,5	100	±1
FHF3	АГТ	12,5	100	±1
	ГТП	12,5	200	±1
FHF3M	АГТ	12,5	100	±1
	ГТП	12,5	200	±1
FHF3-512	АГТ	12,5	100	±1
	ГТП	12,5	200	±1
FHF3M-512	АГТ	12,5	100	±1
	ГТП	12,5	200	±1

Таблица 5 - Метрологические характеристики каналов Тестера

Характеристика	Модификации	Диапазоны, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мВ
Воспроизведение постоянного напряжения высокого, среднего и низкого уровней переключения драйвера	Все модификации	от -0,5 до +3,5 от -1 до +7 от -2,0 до +7,5	$\pm(0,002 \cdot U+3)^{1)}$ $\pm(0,002 \cdot U+5)^{1)}$ $\pm(0,002 \cdot U+10)^{1)}$
Измерение постоянного напряжения переключения компаратора	FHF2	от -0,5 до +3,5 от -1 до +7	$\pm(0,003 \cdot U+15)^{1)}$ $\pm(0,003 \cdot U+20)^{1)}$
	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -0,5 до +3,5 от -1 до +7 от -2,0 до +7,5	$\pm(0,003 \cdot U+15)^{1)}$ $\pm(0,003 \cdot U+20)^{1)}$ $\pm(0,003 \cdot U+30)^{1)}$

¹⁾ U - числовое значение абсолютной величины напряжения в милливольтгах

Таблица 6 - Характеристики динамической активной нагрузки

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение силы постоянного тока	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от 0 до 24 мА	$\pm(0,002 \cdot I+30)^{1)}$ мкА
	FHF2	Динамическая активная нагрузка не поддерживается	
Воспроизведение постоянного напряжения переключения	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -1,5 до +7,0 В	± 100 мВ
	FHF2	Динамическая активная нагрузка не поддерживается	

¹⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в микроамперах

Таблица 7 - Характеристики статической активной нагрузки

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение силы постоянного тока	FHF2	от 0,5 до 25 мА	$\pm(0,002 \cdot I+50)^{1)}$ мкА
	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	Статическая активная нагрузка не поддерживается	
Воспроизведение постоянного напряжения переключения	FHF2	от -2,0 до +7,5 В	погрешность не нормируется
	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	Статическая активная нагрузка не поддерживается	

¹⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в микроамперах

Таблица 8 - Временные характеристики

Характеристика	Модификации	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности времени формирования меток Т1 и Т2, IЕРА ¹⁾ , пс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	±200 для метки Т1 ⁵⁾ ±250 для метки Т2 ⁵⁾
	FHF2	±250 ⁵⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности времени формирования меток Т3 и Т4, ОЕРА ²⁾ , пс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	±150 ⁵⁾ для положительного перепада напряжения ±250 ⁵⁾ для отрицательного перепада напряжения
	FHF2	±250 ⁵⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности времени формирования меток Т1 и Т2 относительно меток Т3 и Т4, IУТА ³⁾ , пс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	±200 при 18 ≤ Т ≤ 22 ^{5) 6) 7)} ±(200+К·(Т-22)) при Т > 22 ^{5) 7)} ±(200+К·(18-Т)) при Т < 18 ^{5) 7)}
	FHF2	не нормируется
Пределы допускаемой абсолютной погрешности времени формирования меток Т1-Т4, ОТА ⁴⁾ , пс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	±700 при 18 ≤ Т ≤ 22 ^{5) 6) 7)} ±(700+К·(Т-22)) при Т > 22 ^{5) 7)} ±(700+К·(18-Т)) при Т < 18 ^{5) 7)}
	FHF2	не нормируется
Пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования длительности импульса в векторе, пс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	±150
	FHF2	не нормируется
Длительность фронта и спада импульса, нс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от 0,55 до 0,85 ^{5) 8)}
	FHF2	от 0,3 до 1,1 ^{5) 8)}
Минимальная длительность импульса, нс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	(1,65±0,15) ^{5) 8)}
	FHF2	(2,5±0,5) ^{5) 8)}
Разрешение (дискретность) задания моментов времени, пс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	34 ⁹⁾
	FHF2	50 ⁹⁾

¹⁾ IЕРА - Input Edge Placement Accuracy.
²⁾ ОЕРА - Output Edge Placement Accuracy.
³⁾ IУТА - Input to Output Timing Accuracy.
⁴⁾ ОТА - Overall Timing Accuracy.
⁵⁾ Обеспечиваются при волновом сопротивлении подключаемой линии/нагрузки (50±5) Ом.
⁶⁾ Для нормальных условий измерений.
⁷⁾ Т - числовое значение температуры окружающего воздуха в градусах Цельсия,
К = 25 -коэффициент влияния температуры для условий эксплуатации.
⁸⁾ Обеспечивается на выходных контактах Тестера при сопротивлении нагрузки 10 МОм ±5 %, ёмкость нагрузки (9,5±0,5) пФ.
⁹⁾ Типовое значение.

Таблица 9 - Технические характеристики каналов Тестера

Характеристика	Режим	Модификации	Значение
Выходное сопротивление высокого уровня драйвера, Ом	в диапазоне напряжений от 0,5 до 7,0 В, при силе постоянного тока в нагрузке от 0 до 20 мА	FHF3, FHF3М, FHF3-512, FHF3М-512	(50±5)
		FHF2	(50±6)
	в других режимах	все модификации	(50±8)
Выходное сопротивление низкого уровня драйвера, Ом	в диапазоне напряжений от -0,5 до +6,0 В, при силе постоянного тока в нагрузке от -20 мА до 0 мА	FHF3, FHF3М, FHF3-512, FHF3М-512	(50±5)
		FHF2	(50±6)
	в других режимах	все модификации	(50±8)
Выходное сопротивление среднего уровня драйвера, Ом	в диапазоне напряжений от 1 до 4 В, при силе постоянного тока в нагрузке от -20 до +20 мА	FHF3, FHF3М, FHF3-512, FHF3М-512	(50±5)
		FHF2	(50±6)
	в других режимах	все модификации	(50±8)
Входная ёмкость канала, пФ, не более	во всех режимах	FHF3, FHF3М, FHF3-512, FHF3М-512	40
		FHF2	45
Сила входного тока канала, нА	во всех режимах	все модификации	от -30 до +30
Максимальная сила тока нагрузки канала, мА, не менее	во всех режимах	все модификации	35
Амплитуда выброса, В	во всех режимах	FHF3, FHF3М, FHF3-512, FHF3М-512	$\pm(0,07 \cdot U)^{1)}$
		FHF2	$\pm 0,15$

¹⁾ U - числовое значение амплитуды импульса в вольтах

Таблица 10 - Характеристики многоканального измерителя РМУ

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение постоянного напряжения	все модификации	от -2 до +7 В	$\pm(0,001 \cdot U + 1,5)^{1)}$ мВ
		от -2 до +8 В	$\pm(0,001 \cdot U + 3)^{1)}$ мВ
Измерение постоянного напряжения	все модификации	от -1 до +1 В	$\pm(0,001 \cdot U + 0,5)^{1)}$ мВ
		от 0,1 до 2,9 В	$\pm(0,001 \cdot U + 0,5)^{1)}$ мВ
		от -2 до +8 В	$\pm(0,001 \cdot U + 1)^{1)}$ мВ
Воспроизведение и измерение силы постоянного тока	все модификации	от -200 до +200 нА	$\pm(0,003 \cdot I + 4)^{2)}$ нА
		от -2 до +2 мкА	$\pm(0,002 \cdot I + 5)^{2)}$ нА
		от -20 до +20 мкА	$\pm(0,002 \cdot I + 10)^{2)}$ нА
		от -200 до +200 мкА	$\pm(0,002 \cdot I + 100)^{2)}$ нА
		от -2 до +2 мА	$\pm(0,002 \cdot I + 1)^{3)}$ мкА
		от -25 до +25 мА	$\pm(0,005 \cdot I + 12,5)^{3)}$ мкА
от -150 до +150 мА	$\pm(0,005 \cdot I + 150)^{3)}$ мкА		

Продолжение таблицы 10

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Ограничение силы постоянного тока	все модификации	от -150 до -20 мА, от +20 до +150 мА	$\pm(0,005 \cdot I + 10)^4$ мА
Воспроизведение постоянного напряжения ограничения верхнего уровня	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -2,0 до +8,5 В	± 100 мВ
	FHF2	от -2,0 до +8,5 В	погрешность не нормируется
Воспроизведение постоянного напряжения ограничения нижнего уровня	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -2,5 до +8,0 В	± 100 мВ
	FHF2	от -2,5 до +8,0 В	погрешность не нормируется

¹⁾ U - числовое значение абсолютной величины напряжения в милливольтгах
²⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в наноамперах
³⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в микроамперах
⁴⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в миллиамперах

Таблица 11 - Характеристики поканального измерителя PPMU

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение постоянного напряжения	FHF3M, FHF3M-512	от -0,5 до +3,5 В	$(\pm(0,001 \cdot U + 4) - R \cdot I_L)^{1) 2)}$ мВ
		от -1 до +7 В	$(\pm(0,001 \cdot U + 8) - R \cdot I_L)^{1) 2)}$ мВ
		от -1,3 до +8,0 В	$(\pm(0,001 \cdot U + 16) - R \cdot I_L)^{1) 2)}$ мВ
		от -2,0 до -1,3 В	$(\pm 0,03 \cdot U - R \cdot I_L)^{1) 2)}$ мВ
	FHF2, FHF3, FHF3-512	PPMU не поддерживается	
Измерение постоянного напряжения	FHF3M, FHF3M-512	от +0,1 до +2,9 В	$(\pm(0,001 \cdot U + 2) - R \cdot I_L)^{1) 2)}$ мВ
		от -2 до +8 В	$(\pm(0,001 \cdot U + 6) - R \cdot I_L)^{1) 2)}$ мВ
	FHF2, FHF3, FHF3-512	PPMU не поддерживается	
Воспроизведение силы постоянного тока	FHF3M, FHF3M-512	± 2 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 10)^3$ нА
		± 8 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 40)^3$ нА
		± 32 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 160)^3$ нА
		± 128 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 640)^3$ нА
		± 512 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 2,56)^4$ мкА
		± 2 мА	$\pm(0,003 \cdot I + 10)^4$ мкА
		± 8 мА	$\pm(0,007 \cdot I + 40)^4$ мкА
	± 32 мА	$\pm(0,007 \cdot I + 160)^4$ мкА	
	FHF2, FHF3, FHF3-512	PPMU не поддерживается	

Продолжение таблицы 11

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Измерение силы постоянного тока	FHF3M, FHF3M-512	±2 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 10)$ ³⁾ нА
		±8 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 40)$ ³⁾ нА
		±32 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 160)$ ³⁾ нА
		±128 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 640)$ ³⁾ нА
		±512 мкА	$\pm(0,003 \cdot I + 2,56)$ ⁴⁾ мкА
		±2 мА	$\pm(0,003 \cdot I + 10)$ ⁴⁾ мкА
		±8 мА	$\pm(0,007 \cdot I + 40)$ ⁴⁾ мкА
		FHF2, FHF3, FHF3-512	PPMU не поддерживается
Воспроизведение постоянного напряжения ограничения верхнего уровня	FHF3M, FHF3M-512	от 0,5 до 3,5 В	$\pm(0,001 \cdot U + 25)$ ¹⁾ мВ
		от 0 до +7 В	$\pm(0,001 \cdot U + 50)$ ¹⁾ мВ
		от 0 до +8 В	$\pm(0,001 \cdot U + 100)$ ¹⁾ мВ
	FHF2, FHF3, FHF3-512	PPMU не поддерживается	
Воспроизведение постоянного напряжения ограничения нижнего уровня	FHF3M, FHF3M-512	от -0,5 до +2,5 В	$\pm(0,001 \cdot U + 25)$ ¹⁾ мВ
		от -1 до +6 В	$\pm(0,001 \cdot U + 50)$ ¹⁾ мВ
		от -2 до +7 В	$\pm(0,001 \cdot U + 100)$ ¹⁾ мВ
	FHF2, FHF3, FHF3-512	PPMU не поддерживается	

¹⁾ U - числовое значение абсолютной величины напряжения в милливольтгах
²⁾ I_L - числовое значение (с учетом знака) силы тока в нагрузке в миллиамперах; R = 0,15
³⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в наноамперах
⁴⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в микроамперах

Таблица 12 - Характеристики измерительного источника питания VDD

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение ¹⁾ постоянного напряжения	все модификации	от -2 до +7 В	$\pm(0,001 \cdot U + 3)$ ²⁾ мВ
		от -2 до +12 В	$\pm(0,001 \cdot U + 6)$ ²⁾ мВ
		от -2 до +15 В	$\pm(0,001 \cdot U + 7,5)$ ²⁾ мВ
Измерение постоянного напряжения	все модификации	от -1 до +1 В	$\pm(0,001 \cdot U + 1)$ ²⁾ мВ
		от 0,1 до 2,9 В	$\pm(0,001 \cdot U + 1)$ ²⁾ мВ
		от -2 до +12 В	$\pm(0,001 \cdot U + 3)$ ²⁾ мВ
		от -2 до +15 В	$\pm(0,001 \cdot U + 4)$ ²⁾ мВ
Воспроизведение и измерение силы постоянного тока	все модификации	от -200 до +200 нА	$\pm(0,003 \cdot I + 4)$ ³⁾ нА
		от -2 до +2 мкА	$\pm(0,002 \cdot I + 5)$ ³⁾ нА
		от -20 до +20 мкА	$\pm(0,002 \cdot I + 10)$ ³⁾ нА
		от -200 до +200 мкА	$\pm(0,002 \cdot I + 100)$ ³⁾ нА
		от -2 до +2 мА	$\pm(0,002 \cdot I + 1)$ ⁴⁾ мкА
		от -25 до +25 мА	$\pm(0,005 \cdot I + 12,5)$ ⁴⁾ мкА
		от -400 до +400 мА	$\pm(0,005 \cdot I + 400)$ ⁴⁾ мкА
Ограничение силы постоянного тока	все модификации	от -400 до -20 мА, от +20 до +400 мА	$\pm(0,005 \cdot I + 15)$ ⁵⁾ мА

Продолжение таблицы 12

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение постоянного напряжения ограничения верхнего уровня	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -2,0 до +15,5 В	±100 мВ
	FHF2	от -2,0 до +15,5 В	погрешность не нормируется
Воспроизведение постоянного напряжения ограничения нижнего уровня	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -2,5 до +15,0 В	±100 мВ
	FHF2	от -2,5 до +15,0 В	погрешность не нормируется
¹⁾ При напряжении источника выше 12 В максимальная сила тока в нагрузке 200 мА ²⁾ U - числовое значение абсолютной величины напряжения в милливольтгах ³⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в наноамперах ⁴⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в микроамперах ⁵⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в миллиамперах			

Таблица 13 - Характеристики измерительного источника питания VCC

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение ¹⁾ постоянного напряжения	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от 0,8 до 6,0 В	$\pm(0,0005 \cdot U + 2,5)^{2)}$ мВ
	FHF2	от 0,8 до 5,5 В	$\pm(0,001 \cdot U + 5)^{2)}$ мВ
Измерение постоянного напряжения	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от 0 до 6 В	$\pm(0,0005 \cdot U + 2,5)^{2)}$ мВ
	FHF2	от 0,8 до 5,5 В	$\pm(0,001 \cdot U + 5)^{2)}$ мВ
Измерение силы постоянного тока	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -4 до +4 А	$\pm(0,01 \cdot I + 2,5)^{4) 3)}$ мА
		от -1 до +1 А	$\pm(0,003 \cdot I + 0,5)^{4) 3)}$ мА
		от -250 до +250 мА	$\pm(0,003 \cdot I + 150)^{5) 3)}$ мкА
		от -64 до +64 мА	$\pm(0,003 \cdot I + 40)^{5) 3)}$ мкА
		от -16 до +16 мА	$\pm(0,003 \cdot I + 10)^{5) 3)}$ мкА
		от -4 до +4 мА	$\pm(0,003 \cdot I + 2,5)^{5) 3)}$ мкА
		от -1 до +1 мА	$\pm(0,003 \cdot I + 0,5)^{5) 3)}$ мкА
	FHF2	от -4 до +4 А	$\pm(0,01 \cdot I + 10)^{4) 3)}$ мА

Продолжение таблицы 13

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Ограничение силы постоянного тока	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -4,0 до -0,4 А, от +0,4 до +4,0 А	$\pm(0,015 \cdot I + 15)^{4) 7)}$ мА
		от -1,0 до -0,4 А, от +0,4 до +1,0 А	$\pm(0,015 \cdot I + 15)^{4) 7)}$ мА
	FHF2	от -4,0 до -0,4 А, от +0,4 до +4,0 А	$\pm(0,015 \cdot I + 15)^{4) 7)}$ мА
¹⁾ При напряжении источника выше 5,5 В максимальная сила тока в нагрузке - 3 А ²⁾ U - числовое значение напряжения в милливольтгах ³⁾ Погрешность измерения силы отрицательного тока не нормируется ⁴⁾ I - числовое значение силы тока в миллиамперах ⁵⁾ I - числовое значение силы тока в микроамперах ⁶⁾ I - числовое значение силы тока в наноамперах ⁷⁾ Погрешность ограничения силы отрицательного тока не нормируется			

Таблица 14 - Характеристики высоковольтных каналов («33-й канал»)

Характеристика	Модификации	Значение
Диапазон воспроизведения постоянного напряжения высокого уровня, В	все модификации	от 0 до 15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения высокого уровня, мВ	все модификации	$\pm(0,001 \cdot U + 7,5)^{1)}$
Диапазон воспроизведения постоянного напряжения низкого уровня, В	все модификации	от -2 до +8
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения низкого уровня, мВ	все модификации	$\pm(0,001 \cdot U + 7,5)^{1)}$
Диапазон ограничения силы постоянного тока, А	все модификации	от 0,03 до 0,13
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ограничения силы постоянного тока, мА	все модификации	$\pm(0,005 \cdot I + 15)^{2)}$
Крутизна фронта и спада импульса, В/мс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	70±7
	FHF2	крутизна не нормируется
Пределы допускаемой абсолютной погрешности задания положения фронта/спада, мкс	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	±5
	FHF2	погрешность не нормируется
Длительность фронта и спада импульса, не более	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	длительность не нормируется
	FHF2	1 мс
Максимальная сила тока в нагрузке, мА, не более	все модификации	100
¹⁾ U - числовое значение абсолютной величины напряжения в милливольтгах ²⁾ I - числовое значение силы тока в миллиамперах		

Таблица 15 - Характеристики измерительных источников питания VDD в режиме параллельной работы двух источников

Характеристика	Модификации	Диапазоны	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение постоянного напряжения	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -2 до +12 В	$\pm(0,002 \cdot U + 12)^{1)}$ мВ
	FHF2	режим параллельной работы не поддерживается	
Измерение постоянного напряжения	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -2 до +12 В	$\pm(0,002 \cdot U + 6)^{1)}$ мВ
	FHF2	режим параллельной работы не поддерживается	
Измерение силы постоянного тока	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	± 790 мА	$\pm(0,005 \cdot I + 800)^{2)}$ мкА
	FHF2	режим параллельной работы не поддерживается	
Ограничение силы постоянного тока	FHF3, FHF3M, FHF3-512, FHF3M-512	от -400 до -20 мА; от +20 до +400 мА	$\pm(0,01 \cdot I + 15)^{3)}$ мА
		от -790 до -400 мА; от +400 до +790 мА	$\pm(0,02 \cdot I + 16)^{3)}$ мА
	FHF2	режим параллельной работы не поддерживается	

¹⁾ U - числовое значение абсолютной величины напряжения в милливольтгах
²⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в микроамперах
³⁾ I - числовое значение абсолютной величины силы тока в миллиамперах

Таблица 16 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	FHF2, FHF3, FHF3M	FHF3-512, FHF3M-512
Потребляемая мощность, В·А, не более	1800	3500
Габаритные размеры измерительного блока		
- длина, мм, не более	520	1033
- ширина, мм, не более	540	558
- высота, мм, не более	350	940
Масса измерительного блока, кг, не более	50	250
Питающая сеть переменного тока		
- напряжение, В	220±11	
- частота, Гц	50,0±0,5	
Нормальные условия измерений		
- температура окружающего воздуха, °С	20±2	
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80	
Условия эксплуатации		
- температура окружающего воздуха, °С	от 10 до 25	
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80 при 20 °С	
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800)	

Знак утверждения типа

наносится на табличку заводскую Тестера одновременно с нанесением основных надписей и символов методом гравировки и на заглавный лист руководства по эксплуатации и паспорта Тестера типографским способом по центру над наименованием средства измерений.

Комплектность средства измерений

Таблица 17 - Комплектность средства измерений

Наименование	Тестер (модификация)	Обозначение	Кол-во, шт.
Измерительный блок с прижимным устройством и источником бесперебойного питания	FHF2	ФРМИ.418139.001	1
	FHF3	ФРМИ.418139.001-2	1
	FHF3М	ФРМИ.418139.029	1
	FHF3-512	ФРМИ.418139.012	1
	FHF3М-512	ФРМИ.418139.028	1
Вычислительный блок с источником бесперебойного питания, монитором и клавиатурой	FHF2	ФРМИ.466219.001	1
	FHF3	ФРМИ.466219.001	1
	FHF3М	ФРМИ.466219.007	1
	FHF3-512	ФРМИ.466219.001	1
	FHF3М-512	ФРМИ.466219.006	1
Пакет программного обеспечения	FHF2	ФРМИ.0.653.060	1
	FHF3	ФРМИ.0.653.070	1
	FHF3М	ФРМИ.0.653.070	1
	FHF3-512	ФРМИ.0.653.080	1
	FHF3М-512	ФРМИ.0.653.080	1
Комплект диагностической оснастки	FHF2	ФРМИ.411926.012	1
	FHF3	ФРМИ.411926.015	1
	FHF3М	ФРМИ.411926.015	1
	FHF3-512	ФРМИ.411926.015	1
	FHF3М-512	ФРМИ.411926.015	1
Комплект поверочных принадлежностей (опционально)	FHF2	ФРМИ.411926.006	1
	FHF3	ФРМИ.411926.013	1
	FHF3М	ФРМИ.411926.013	1
	FHF3-512	ФРМИ.411926.018	1
	FHF3М-512	ФРМИ.411926.018	1
Рабочее место (опционально)	FHF2	ФРМИ.324691.003-02	1
	FHF3	ФРМИ.324691.003-02	1
	FHF3М	ФРМИ.324691.003-02	1
	FHF3-512	ФРМИ.324691.005	1
	FHF3М-512	ФРМИ.324691.005	1
Комплект эксплуатационной документации	FHF2	ФРМИ.411739.001 ВЭ	1
	FHF3	ФРМИ.411739.005 ВЭ	1
	FHF3М	ФРМИ.41739.015 ВЭ	1
	FHF3-512	ФРМИ.411739.006 ВЭ	1
	FHF3М-512	ФРМИ.411739.016 ВЭ	1
Методика поверки	все модификации	ФРМИ.410179.001 МП	1
1) Ведомость эксплуатационных документов			

Поверка

осуществляется по документу ФРМИ.410179.001 МП «Системы контрольно-измерительные Тестеры СБИС FORMULA HF. Методика поверки», утвержденному ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» 25.09.2017 г.

Основные средства поверки: мультиметр цифровой 2002, рег. № 25787-08; калибратор-измеритель напряжения и силы тока 2601А, рег. № 46379-11; частотомер универсальный CNT-90, рег. № 41567-09; осциллограф цифровой запоминающий WaveRunner 64Xi, рег. № 32485-06; осциллограф цифровой запоминающий WaveRunner 640Zi, рег. № 49275-12; катушки электрического сопротивления P310 (номинальное сопротивление: 0,01; 0,1; 1; 10 Ом), рег. № 1162-58.

Допускается применение аналогичных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и/или в паспорт Тестера.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам контрольно-измерительным Тестерам СБИС FORMULA HF

ГОСТ 8.027-2002 Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы;

ГОСТ 8.022-91 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 30 А;

ГОСТ 8.129-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты;

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия;

ФРМИ.410179.001 ТУ. Системы контрольно-измерительные Тестеры СБИС FORMULA HF. Технические условия (групповые).

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «ФОРМ» (ООО «ФОРМ»)

ИНН 7713515647

Адрес: 119530, г. Москва, Очаковское шоссе, д. 34

Телефон: (8495) 2697591

Факс: (8495) 2697594

Web-сайт: <http://form.ru>

E-mail: info@form.ru

Испытательный центр

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Адрес: 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, д. 37

Телефон: (83130) 22224, 22302, 22253

Факс: (83130) 22232

E-mail: shvn@olit.vniief.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311769 от 07.07.2016 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« ____ » _____ 2018 г.