

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Стенды измерительные для больших и сверхбольших интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/ATH

Назначение средства измерений

Стенды измерительные для больших и сверхбольших интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/ATH (далее – стенды) предназначены контроля и измерения вольт-амперных параметров сверхбольших интегральных схем (СБИС) на пластине и в корпусе.

Описание средства измерений

Принцип работы стендов основан на методах функционального и параметрического контроля.

Для проведения функционального контроля на измеряемую микросхему подается входной набор сигналов, при этом выходной набор сигналов от объекта контроля сравнивается с ожидаемым набором сигналов. Формирование входного набора сигналов производится генератором тестовой последовательности или алгоритмическим генератором тестов и драйверами универсальных измерительных каналов в соответствии с заранее определенной программой контроля. Выходной набор сигналов от объекта контроля преобразуется компараторами универсальных измерительных каналов в цифровой код, и производится его сравнение с ожидаемыми данными, с отображением результатов контроля.

Для проведения параметрического контроля используются источники-измерители и измерительные источники питания, при этом на объект подается заданное значение постоянного напряжения (силы тока) и измеряется соответствующее значение силы постоянного тока (напряжения).

Методы параметрического и функционального контроля реализуются с помощью программы, создаваемой пользователем для каждого тестируемого объекта. Создание и вызов программы контроля производятся средствами специализированного пакета программного обеспечения, входящего в комплект поставки.

В режиме функционального контроля каждый из измерительных каналов выполняет измерения параметров СБИС в определенной тестовой последовательности. Максимальная частота смены векторов тестовой последовательности 533 Мбит/с может быть повышена до 1600 Мбит/с путем задания на минимальную длительность вектора 2,5 нс до 8 временных меток, формирующих до 4 выходных импульсов драйвера канала, и до 8 временных меток, формирующих 8 стробирующих импульсов компараторов канала. Максимальная длина тестовой последовательности составляет 112 Мбайт векторов в линейном режиме. Во всем диапазоне частот каждый канал может быть сконфигурирован в режимы: формирование тестовой последовательности, контроль ожидаемых состояний, двунаправленный режим. В двунаправленном режиме каждый канал может переключаться из режима формирования воздействий в режим контроля и обратно в любых векторах тестовой последовательности. Для формирования тестовой последовательности в виде импульсов с регулируемыми параметрами на входе объекта контроля используется драйвер канала. Параметры тестовой последовательности по амплитуде, положению фронтов и спадов выходных импульсов на оси времени внутри вектора тестовой последовательности задаются независимо по каждому каналу. Амплитуда импульса определяется значениями напряжения двух уровней драйвера: верхним уровнем и нижним уровнем. Положения фронтов и спадов импульса определяются временными метками, общим количеством до 8. Для контроля ожидаемых состояний в виде последовательности импульсов используются компараторы. Параметры компараторов (верхний и нижний уровни напряжения, время контроля) задаются независимо по каждому каналу.

Временные интервалы контроля уровней напряжения определяются метками (общим количеством до 8), формирующими стробирующие импульсы компаратора. Для формирования токов положительной и отрицательной полярности на выходах объекта контроля используется активная нагрузка канала. Параметры активной нагрузки по силе тока, уровням напряжения переключения полярности тока и режимы работы задаются независимо по каждому каналу. При работе в динамическом режиме активная нагрузка автоматически отключается при переходе канала в режим формирования тестовой последовательности и включается в режиме контроля. В статическом режиме активная нагрузка включена постоянно. Динамический режим применяется для каналов, сконфигурированных в двунаправленный режим. Статический режим применяется только для каналов, сконфигурированных в режим контроля.

В режиме параметрических измерений используется источник-измеритель PMU или прецизионный источник-измеритель HPPMU в режиме воспроизведения напряжения и измерения силы тока или в режиме воспроизведения силы тока и измерения напряжения. Параметры источника-измерителя задаются независимо по каждому каналу.

Для формирования требуемых параметров питания объектов предназначены измерительные источники питания DCS DPS128 (E8023CSH).

Стенды выполнены в виде измерительного головного блока, имеющего вариант исполнения ATH (A-test head), манипулятора, вспомогательной стойки, установки водяного охлаждения и управляющей ПЭВМ. На верхнюю панель измерительного блока устанавливаются измерительная оснастка с объектом контроля или переходное устройство сопряжения с зондовой установкой. В конструкции измерительного головного блока отсутствуют элементы подстройки и регулировки на панелях блока. Внешний вид стендов представлен на рисунке 1.

В состав измерительного головного блока входят следующие основные части:

- универсальные 128-ми канальные измерительные платы PS1600, количество до 8 шт., всего до 1024 универсальных измерительных каналов (каждый канал включает: драйвер, два компаратора, активную нагрузку, память векторов, средства управления тестовой последовательностью, источник-измеритель PMU; на каналах 1, 17, 33, 49, 65, 81, 97 и 113 имеются широкодиапазонный драйвер и два широкодиапазонных компаратора; также для каждого 16 каналов имеется общий аналого-цифровой преобразователь BADC с большим входным сопротивлением, предназначенный для точного измерения напряжения);

- одноканальная плата прецизионного источника-измерителя напряжения и силы тока HPPMU, количество 1 шт.;

- 64-х канальные платы измерительных источников питания DCS DPS128 (E8023CSH), количество до 8 шт.

Программное обеспечение

Программное обеспечение выполняет функции создания и редактирования параметров функционального и параметрического контроля, обработки и документирования измерительной информации.

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «низкий» по Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
идентификационное наименование	SmarTest
идентификационный номер версии	7.2.3.4 и выше



Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование	Значение
1	2
Диапазон установки длительности Т вектора тестовой последовательности, нс	от 2,5 до 31250
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длительности вектора тестовой последовательности, нс	$\pm 15 \cdot 10^{-6} \cdot T$
Диапазон установки временных меток формирования выходных импульсов D1–D8, стробирующих импульсов R1–R8, нс	от $-4 \cdot T$ до $+12 \cdot T$
Крайние значения временных меток, мкс	$-6,3; +19$
Разрешение временных меток, пс	1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки временных меток D1–D8 и R1–R8, пс	± 150

Продолжение таблицы 2

1	2
Длительность фронта (спада) выходных импульсов драйвера, нс, не более	
при амплитуде 1,0 В (по уровням 10 и 90 %)	0,6
при амплитуде 1,8 В (по уровням 10 и 90 %)	0,7
при амплитуде 3,0 В (по уровням 10 и 90 %)	0,8
Минимальная длительность выходных импульсов драйвера, нс	
при амплитуде 1,0 В	0,7
при амплитуде 1,8 В	0,8
при амплитуде 3,0 В	0,9
Длительность фронта выходных импульсов широкодиапазонного драйвера, нс, не более	
при амплитуде 3,0 В (по уровням 20 и 80 %)	9
при амплитуде 10,0 В (по уровням 20 и 80 %)	250
Длительность спада выходных импульсов широкодиапазонного драйвера, нс, не более	
при амплитуде 3,0 В (по уровням 20 и 80 %)	10,5
при амплитуде 10,0 В (по уровням 20 и 80 %)	30
Диапазон воспроизводимых уровней напряжения драйвера, В	от -1,5 до +6,5
Разрешение напряжения драйвера, мВ	1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения драйвера, мВ	± 5
Выходное сопротивление драйвера, Ом	от 47,5 до 52,5
Диапазон воспроизводимых уровней напряжения широкодиапазонного драйвера, В	
диапазон VIL/VIH	от 0 до 6,5
диапазон VHN	от 6 до 13,4
Разрешение широкодиапазонного драйвера, мВ	1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения широкодиапазонного драйвера, мВ	± 15
Выходное сопротивление широкодиапазонного драйвера, Ом	
при уровнях напряжения от 0 до 6,5 В	от 45 до 55
при уровнях напряжения от 6 до 13,4 В	не более 10
Диапазон установки уровней напряжения компаратора и допустимых уровней напряжения на входах компаратора, В	от -1,5 до +6,5
Разрешение компаратора, мВ	1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения компаратором, мВ	± 15
Диапазон установки уровней напряжения широкодиапазонного компаратора и допустимых уровней напряжения на входах широкодиапазонного компаратора, В	от -3,0 до +13,4
Разрешение по напряжению широкодиапазонного компаратора, мВ	1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения широкодиапазонным компаратором, мВ	
при уровнях напряжения от 0 до 8 В	± 20
при уровнях напряжения от -3,0 до +13,4 В	± 50
Диапазон допустимых уровней напряжения на входах дифференциального компаратора, В	от -1,5 до +6,5
Диапазон установки уровней напряжения дифференциального компаратора, В	$\pm 1,0$

Продолжение таблицы 2

1	2	
Разрешение дифференциального компаратора, мВ	1,0	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения дифференциальным компаратором, мВ	±15	
Диапазон воспроизведения силы тока I активной нагрузки (суммарный ток каналов платы PS 1600 не более 1,6 А), мА	±25	
Разрешение силы тока активной нагрузки, мкА	12,5	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока I активной нагрузки, мкА	±(1·10 ⁻² ·I + I ₀), I ₀ = 75 мкА	
Диапазон напряжения переключения, изменяющего направление тока в нагрузке, В		
при силе тока в пределах ±1 мА	от -1,5 до +6,5	
при силе тока в пределах ±25 мА	от -1,0 до +5,5	
Диапазон воспроизведения и измерения напряжения U источником-измерителем PMU, В		
при силе тока в пределах ±1 мА	от -2,0 до +6,5	
при силе тока в пределах ±40 мА	от -2,0 до +5,75	
Разрешение по напряжению источника-измерителя PMU, мкВ		
воспроизведение напряжения	200	
измерение напряжения	75	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерения постоянного напряжения ΔU источника-измерителя PMU определяются по формуле		
	ΔU = ±(U ₀ + I·R),	
где I – сила тока нагрузки, мА; R = 1 Ом;		
U ₀ = 3 мВ для воспроизведения напряжения;		
U ₀ = 2 мВ для измерения напряжения от 0 до +3,3 В;		
U ₀ = 4 мВ для измерения напряжения от -2,0 до 0 и от +3,3 до +6,5 В		
Верхние пределы диапазонов воспроизведения и измерения силы тока источником-измерителем PMU (суммарная сила тока каналов платы PS 1600 не более 1,6 А)	2; 10; 100 мкА; 1; 40 мА	
Разрешение воспроизведения и измерения силы тока источником-измерителем PMU		
на пределе 2 мкА	1 нА	
на пределе 10 мкА	5 нА	
на пределе 100 мкА	50 нА	
на пределе 1 мА	0,5 мкА	
на пределе 40 мА	20 мкА	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока ΔI источником-измерителем PMU определяются по формуле		
	Δ I = ±(5·10 ⁻³ ·I + I ₀),	
где I – сила тока, мкА; значения I ₀ приведены в таблице ниже:		
верхний предел	значения I ₀ , мкА	измерение силы тока
2 мкА	0,04	0,01
10 мкА	0,1	0,05
100 мкА	0,5	0,2
1 мА	5	1,25
40 мА	50	50

Продолжение таблицы 2

1	2
Диапазон измерения напряжения АЦП BADC, В	
в стандартном режиме	от -3,0 до +8,0
в широкодиапазонном режиме	от -6,0 до +13,4
Входное сопротивление АЦП BADC, МОм, не менее	100
Разрешение АЦП BADC, мкВ	
в стандартном режиме	75
в широкодиапазонном режиме	150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения АЦП BADC, мВ	
в стандартном режиме	± 1
в широкодиапазонном режиме	± 10
Диапазон воспроизведения и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем HPPMU, В	
при подключении через плату PS1600	от -1,5 до +6
при подключении через разъем UTILITY pogo block	от -5 до +8
Разрешение по напряжению HPPMU, мкВ	250
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерения постоянного напряжения источником-измерителем HPPMU, мВ	
при подключении через плату PS1600	$\pm(U_0 + I \cdot R)$ I – сила тока нагрузки, мА $U_0 = 2 \text{ мВ}; R = 1 \text{ Ом}$
при подключении через разъем UTILITY pogo block	± 2
Верхние пределы диапазонов воспроизведения и измерения силы тока источником-измерителем HPPMU	5; 200 мкА; 5; 200 мА
Разрешение воспроизведения и измерения силы тока источником-измерителем HPPMU	
на пределе 5 мкА	250 пА
на пределе 200 мкА	6 нА
на пределе 5 мА	250 нА
на пределе 200 мА	6 мкА
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного тока источником-измерителем HPPMU определяются по формуле	
$\Delta I = \pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot I + I_0)$,	
где I – сила тока, мкА; значения I_0 приведены в таблице ниже:	
верхний предел	значения I_0 , мкА
5 мкА через плату PS1600	0,05
5 мкА через разъем UTILITY pogo block	0,01
200 мкА	0,2
5 мА	10
200 мА	200
Диапазон воспроизведения и измерения напряжения измерительным источником питания DCS DPS128, В	
от -2,5 до +7	
Разрешение воспроизведения и измерения напряжения DCS DPS128, мкВ	200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения DCS DPS128, мВ	± 3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения DCS DPS128, мВ	± 2

Продолжение таблицы 2

1	2
Максимальная сила тока в нагрузке одного канала DCS DPS128, А	
при воспроизведении напряжения до 2,5 В	1,0
при воспроизведении напряжения до 7 В	0,5
Верхние пределы диапазонов воспроизведения, измерения и ограничения силы тока одного канала DCS DPS128	12,5; 25; 125; 250 мкА; 1,25; 2,5; 12,5; 25; 100; 200 мА; 1 А
Разрешение воспроизведения, измерения и ограничения силы тока одного канала DCS DPS128	
на пределе 12,5 мкА	0,5 нА
на пределе 25 мкА	1 нА
на пределе 125 мкА	5 нА
на пределе 250 мкА	10 нА
на пределе 1,25 мА	50 нА
на пределе 2,5 мА	100 нА
на пределе 12,5 мА	0,5 мкА
на пределе 25 мА	1 мкА
на пределе 100 мА	5 мкА
на пределе 200 мА	10 мкА
на пределе 1 А	50 мкА

Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока ΔI одним каналом DCS DPS128 определяются по формуле

$$\Delta I = \pm(2 \cdot 10^{-3} \cdot I + I_0),$$

где I – сила тока, мкА; значения I_0 приведены в таблице ниже:

предел диапазона	значения силы тока I	значения I_0 , мкА
12,5 мкА	2,5 мкА $\leq I \leq 12,5$ мкА	0,12
25 мкА	5 мкА $\leq I \leq 25$ мкА	0,12
125 мкА	25 мкА $\leq I \leq 125$ мкА	0,75
250 мкА	50 мкА $\leq I \leq 250$ мкА	0,75
1,25 мА	0,25 мА $\leq I \leq 1,25$ мА	7,5
2,5 мА	0,5 мА $\leq I \leq 2,5$ мА	7,5
12,5 мА	2,5 мА $\leq I \leq 12,5$ мА	75
25 мА	5 мА $\leq I \leq 25$ мА	75
100 мА	20 мА $\leq I \leq 100$ мА	600
200 мА	40 мА $\leq I \leq 200$ мА	600
1 А	0,2 А $\leq I \leq 1$ А	3000

Продолжение таблицы 2

1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока ΔI одним каналом DCS DPS128 определяются по формуле	
$\Delta I = \pm(a \cdot 10^{-3} \cdot I + I_0)$,	
где I – сила тока, мкА; значения A_0 и I_0 приведены в таблице ниже:	
предел диапазона	значения a , отн.ед.
12,5 мкА	2
25 мкА	2
125 мкА	1
250 мкА	1
1,25 мА	1
2,5 мА	1
12,5 мА	1
25 мА	1
100 мА	1
200 мА	1
1 А	1
значения I_0 , мкА	
0,05	
0,05	
0,25	
0,25	
2,5	
2,5	
25	
25	
250	
250	
1000	

Пределы допускаемой абсолютной погрешности ограничения силы тока одним каналом DCS DPS128 определяются значениями ΔI_1 , ΔI_2 , приведенными в таблице ниже:

предел диапазона	значения силы тока I	значение ΔI_1 , мкА	значение ΔI_2 , мкА
12,5 мкА	2,5 мкА $\leq I \leq$ 12,5 мкА	-0,38	+0,63
25 мкА	5 мкА $\leq I \leq$ 25 мкА	-0,75	+1,25
125 мкА	25 мкА $\leq I \leq$ 125 мкА	-3,75	+6,25
250 мкА	50 мкА $\leq I \leq$ 250 мкА	-7,5	+12,5
1,25 мА	0,25 мА $\leq I \leq$ 1,25 мА	-37,5	+62,5
2,5 мА	0,5 мА $\leq I \leq$ 2,5 мА	-75	+125
12,5 мА	2,5 мА $\leq I \leq$ 12,5 мА	-375	+625
25 мА	5 мА $\leq I \leq$ 25 мА	-750	+1250
100 мА	20 мА $\leq I \leq$ 100 мА	-3000	+5000
200 мА	40 мА $\leq I \leq$ 200 мА	-6000	+10000
1 А	0,2 А $\leq I \leq$ 1 А	-30000	+50000

Верхние пределы диапазона воспроизведения, измерения и ограничения силы тока группы объединённых каналов DCS DPS128, где n – количество объединённых в группу каналов, А

($n \cdot 1$)

Разрешение воспроизведения, измерения и ограничения силы тока группы объединённых каналов DCS DPS128, где n – количество объединённых в группу каналов, мкА

($n \cdot 50$)

Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока ΔI группы объединённых каналов DCS DPS128 в диапазоне от ($n \cdot 0,2$) до ($n \cdot 1$) А определяются по формуле

$$\Delta I = \pm(2 \cdot 10^{-3} \cdot I + n \cdot I_0),$$

где I – сила тока, мА; $I_0 = 3$ мА; n – количество объединённых в группу каналов

Продолжение таблицы 2

1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока ΔI группы объединённых каналов DCS DPS128 определяются по формуле $\Delta I = \pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot I + n \cdot I_0),$	
где I – сила тока, мА; $I_0 = 1$ мА; n – количество объединённых в группу каналов	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ограничения силы тока группы объединённых каналов DCS DPS128 в диапазоне от $(n \cdot 0,2)$ до $(n \cdot 1)$ А, где n – количество объединённых в группу каналов, определяются значениями $\Delta I_1 = -3 \cdot 10^{-2} \cdot I$ $\Delta I_2 = +5 \cdot 10^{-2} \cdot I,$	
где I – сила тока, мА;	

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Габаритные размеры (высота × ширина × глубина), мм	
головной блок с манипулятором	$1850 \times 880 \times 1920$
установка водяного охлаждения	$440 \times 240 \times 650$
Масса головного блока с манипулятором, кг, не более	610
Масса установки водяного охлаждения, кг, не более	50
Напряжение питания (сеть однофазного тока частотой 50 Гц), В	от 200 до 240
Потребляемая мощность, кВ·А, не более	7
Температура окружающей среды в рабочих условиях, °С	от 20 до 30
Относительная влажность при температуре 30 °С, %, не более	70

Знак утверждения типа

наносится на панель корпуса измерительного головного блока в виде наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность стендов

Наименование и обозначение	Кол-во, шт.
Измерительный головной блок	1
Манипулятор	1
Установка водяного охлаждения	1
Программа управляющая SmarTest	1
Управляющий компьютер HP Z640	1
Руководство по эксплуатации	1
Методика поверки V93000PS1600ATH/МП-2018	1

Проверка

осуществляется по документу V93000PS1600ATH/МП-2018 «ГСИ. Стенды измерительные для больших и сверхбольших интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/ATH. Методика поверки», утвержденному ЗАО «АКТИ-Мастер» 25.10.2018 г.

Основные средства поверки:

- частотомер электронно-счетный Agilent 53132A с опциями 012 и 030 (рег. № 26211-03);
- осциллограф цифровой Tektronix DPO7254 с пробником P6158A (рег. № 53104-13);
- мультиметр цифровой Keithley 2000 (рег. № 25787-08);
- калибратор-мультиметр цифровой Keithley 2420 (рег. № 25789-08);
- мультиметр Agilent 3458A (рег. № 25900-03);

- нагрузка электронная АКИП-1302 с опцией GPIB (рег. № 38205-08);
- мера электрического сопротивления однозначная МС 3081 (рег. № 61540-15).

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

Знак поверки наносится на панель корпуса измерительного головного блока в виде наклейки и на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные документы, устанавливающие требования к стендам измерительным для больших и сверхбольших интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/АТН

ГОСТ 8.027-2001. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы

ГОСТ 8.022-91. ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \div 30$ А

ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты (приказ Росстандарта от 31.07.2018 г. № 1621)

Изготовитель

Компания “Advantest Europe GmbH, Branch Boeblingen”, Германия

Адрес: Herrenberger Strasse 130, 71034, Boeblingen, Germany

Тел.: +49-7031-4357-000, факс: +49-7031-4357-497

Заявитель

Акционерное общество «ПКК Миландр» (АО «ПКК Миландр»)

Адрес: 124498, г. Москва, г. Зеленоград, Георгиевский проспект, дом 5, этаж 2

Тел.: +7(495)981-54-33, факс: +7(495)981-54-36

E-mail: info@milandr.ru

Испытательный центр

Закрытое акционерное общество «АКТИ-Мастер» (ЗАО «АКТИ-Мастер»)

Адрес: 127254, г. Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5

Тел./факс: +7(495)926-71-85

Web-сайт: <http://www.actimaster.ru>

E-mail: post@actimaster.ru

Аттестат аккредитации ЗАО «АКТИ-Мастер» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311824 от 14.10.2016 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » 2018 г.