

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Назначение средства измерений

Стенд измерительный для больших и сверхбольших интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/СТН (далее – стенд) предназначен для контроля и измерения вольт-амперных параметров сверхбольших интегральных схем (далее – СБИС) на пластине и в корпусе.

Описание средства измерений

Принцип работы стенда 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 определяется 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 РМУ или прецизионный источник-измеритель НРРМУ 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 MS DPS (E9711A/B).

Стенд выполнен в виде измерительного головного блока, имеющего вариант исполнения СТН (Compact 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 стенда представлен на рисунке 1.

В состав измерительного головного блока входят следующие основные части:

- универсальные 128-ми каналные измерительные платы PS1600, количество до 16 шт., всего до 1024 универсальных измерительных каналов (каждый канал включает: драйвер, два компаратора, активную нагрузку, память векторов, средства управления тестовой последовательностью, источник-измеритель РМУ; на каналах 1, 17, 33, 49, 65, 81, 97 и 113 имеются широкодиапазонный драйвер и два широкодиапазонных компаратора; также для каждых 16 каналов имеется общий аналого-цифровой преобразователь ВADC с большим входным сопротивлением, предназначенный для точного измерения напряжения);
- одноканальная плата прецизионного источника-измерителя напряжения и силы тока НРРМУ, количество до 2 шт.;
- 8-ми каналные платы измерительных источников питания MS DPS (E9711A/B), количество до 2 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	7.2.3.0 и выше



Метрологические и технические характеристики
представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование	Значение
1	2
Диапазон установки длительности T 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
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 В (по уровням 20 и 80 %)	9
при амплитуде 10 В (по уровням 20 и 80 %)	250
Длительность спада выходных импульсов широкодиапазонного драйвера, нс, не более	
при амплитуде 3 В (по уровням 20 и 80 %)	10,5
при амплитуде 10 В (по уровням 20 и 80 %)	30
Диапазон воспроизводимых уровней напряжения драйвера, В	от -1,5 до +6,5
Разрешение напряжения драйвера, мВ	1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения драйвером, мВ	±5
Выходное сопротивление драйвера, Ом	от 47,5 до 52,5
Диапазон воспроизводимых уровней напряжения широкодиапазонного драйвера, В	
диапазон VII/VIN	от 0 до 6,5
диапазон VNN	от 6 до 13,4
Разрешение широкодиапазонного драйвера, мВ	1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения широкодиапазонным драйвером, 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	
Разрешение компаратора, мВ	1
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	
Разрешение по напряжению широкодиапазонного компаратора, мВ	1
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	
Диапазон установки уровней напряжения дифференциального компаратора, В	±1

Продолжение таблицы 2

1	2
Разрешение дифференциального компаратора, мВ	1
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	$\pm(1 \cdot 10^{-2} \cdot I + I_0)$, $I_0 = 75 \text{ мкА}$
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 $\Delta U = \pm(U_0 + I \cdot R),$ 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 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 $\Delta I = \pm(5 \cdot 10^{-3} \cdot I + I_0),$ где I – сила тока, мкА; значения I ₀ приведены в таблице ниже:	
верхний предел	значения I ₀ , мкА
	воспроизведение силы тока
2 мкА	0,04
10 мкА	0,1
100 мкА	0,5
1 мА	5
40 мА	50
	измерение силы тока
2 мкА	0,01
10 мкА	0,05
100 мкА	0,2
1 мА	1,25
40 мА	50

Продолжение таблицы 2

1	2												
Диапазон измерения напряжения АЦП ВADC, В													
в стандартном режиме	от -3,0 до +8,0												
в широкодиапазонном режиме	от -6,0 до +13,4												
Входное сопротивление АЦП ВADC, не менее, МОм	100												
Разрешение АЦП ВADC, мкВ													
в стандартном режиме	75												
в широкодиапазонном режиме	150												
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения АЦП ВADC, мВ													
в стандартном режиме	±1												
в широкодиапазонном режиме	±10												
Диапазон воспроизведения и измерения напряжения прецизионным источником-измерителем НРРМУ, 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 НРРМУ, мкВ	250												
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерения постоянного напряжения источником-измерителем НРРМУ, мВ													
при подключении через плату PS1600	±(U ₀ + I·R) I – сила тока нагрузки, мА U ₀ = 2 мВ; R = 1 Ом												
при подключении через разъем UTILITY pogo block	±2												
Верхние пределы воспроизведения и измерения силы тока источником-измерителем НРРМУ	5; 200 мкА; 5; 200 мА												
Разрешение воспроизведения и измерения силы тока источником-измерителем НРРМУ													
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 ΔI источником-измерителем НРРМУ 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:													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>верхний предел</th> <th>значения I₀, мкА</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 мкА через плату PS1600</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>5 мкА через разъем UTILITY pogo block</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>200 мкА</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>5 мА</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>200 мА</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table>		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
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												

Окончание таблицы 2

1	2																
Диапазон воспроизведения напряжения измерительным источником питания MS DPS, В	от -8 до +8																
Разрешение воспроизведения напряжения MS DPS, мкВ	300																
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения ΔU измерительным источником питания MS DPS определяются по формуле</p> $\Delta U = \pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U + U_0 + I \cdot R),$ <p>где U – напряжение, мВ; I – сила тока нагрузки, А; $R = 4$ мОм; $U_0 = 4$ мВ для 4-х канального режима; $U_0 = 2$ мВ для 8-ми канального режима</p>																	
<p>Максимальная сила тока в нагрузке одного канала MS DPS в 4-х канальном режиме, А</p>																	
при воспроизведении напряжения от 0 до +7 В	от -1,5 до +8,0																
при воспроизведении напряжения от +7 до +8 В	от -1,5 до +4,0																
при воспроизведении напряжения от 0 до -8 В	от -4,0 до +1,5																
<p>Максимальная сила тока в нагрузке одного канала MS DPS в 8-и канальном режиме, А</p>																	
при воспроизведении напряжения от 0 до +7 В	от -1,5 до +4,0																
при воспроизведении напряжения от +7 до +8 В	от -1,5 до +2,0																
при воспроизведении напряжения от 0 до -8 В	от -2,0 до +1,5																
<p>Верхние пределы измерения силы постоянного тока измерительным источником питания MS DPS</p>																	
в 4-х канальном режиме	0,1; 1; 10 мА; 0,3; 8 А																
в 8-ми канальном режиме	10 мкА; 0,1; 1; 10 мА; 0,3; 4 А																
<p>Разрешение измерения силы тока MS DPS в 4-х и 8-ми канальных режимах</p>																	
на пределе 10 мкА – только для 8-ми канального режима	500 пА																
на пределе 0,1 мА	5 нА																
на пределе 1 мА	50 нА																
на пределе 10 мА	500 нА																
на пределе 0,3 А	15 мкА																
на пределе 4 А – только для 8-ми канального режима	150 мкА																
на пределе 8 А – только для 4-х канального режима	150 мкА																
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока ΔI одним каналом MS DPS, определяются по формуле</p> $\Delta I = \pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot I + I_0)$ <p>где I – сила тока, мкА; значения I_0 приведены в таблице ниже:</p>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>предел измерения</th> <th>значения I_0, мкА</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 мкА – только для 8-ми канального режима</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>0,1 мА</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>1 мА</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>10 мА</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>0,3 А</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>4 А – только для 8-ми канального режима</td> <td>10000</td> </tr> <tr> <td>8 А – только для 4-х канального режима</td> <td>20000</td> </tr> </tbody> </table>		предел измерения	значения I_0 , мкА	10 мкА – только для 8-ми канального режима	0,01	0,1 мА	0,1	1 мА	1	10 мА	10	0,3 А	300	4 А – только для 8-ми канального режима	10000	8 А – только для 4-х канального режима	20000
предел измерения	значения I_0 , мкА																
10 мкА – только для 8-ми канального режима	0,01																
0,1 мА	0,1																
1 мА	1																
10 мА	10																
0,3 А	300																
4 А – только для 8-ми канального режима	10000																
8 А – только для 4-х канального режима	20000																

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Габаритные размеры (высота × ширина × глубина), мм	
головной блок с манипулятором	1880 × 1290 × 2270
установка водяного охлаждения	950 × 520 × 870
Масса головного блока с манипулятором, кг, не более	1118
Масса установки водяного охлаждения, кг, не более	185
Напряжение питания (сеть трехфазного тока) частотой 50 Гц, В	от 360 до 440
Потребляемая мощность, кВт·А, не более	15
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 стенда

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 V93000PS1600СТН/МП-2019	1

Поверка

осуществляется по документу V93000PS1600СТН/МП-2019 «ГСИ. Стенд измерительный для больших и сверхбольших интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/СТН. Методика поверки», утвержденному АО «АКТИ-Мастер» 24.12.2019 г.

Основные средства поверки:

- частотомер электронно-счетный 53132А с опциями 012 и 030 (регистрационный номер 26211-03);
- осциллограф цифровой DPO7254 с пробником P6158А (регистрационный номер 53104-13);
- мультиметр цифровой 2000 (регистрационный номер 25787-08);
- калибратор-мультиметр цифровой 2420 (регистрационный номер 25789-08);
- мультиметр 3458А (регистрационный номер 25900-03);
- калибратор-измеритель напряжения и силы тока 2651А (регистрационный номер 49334-12);
- калибратор универсальный 9100 (регистрационный номер 25985-09).

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

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

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные документы, устанавливающие требования к стенду измерительному для больших и сверхбольших интегральных схем V93000 Pin Scale 1600/СТН

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

Адрес производства: Plot 88A Lintang Bayan Lepas 9, Bayan Lepas, Penang 11900, Malaysia, Advantest PTE, Ltd.

Заявитель

Филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова»

ИНН 5254001230

Адрес: 603137, Нижегородская обл., г. Нижний Новгород, ул. Тропинина, д. 47

Тел.: +7 (831) 465-49-90, факс: +7 (831) 466-87-52

E-mail: niiis@niiis.nnov.ru

Испытательный центр

Акционерное общество «АКТИ-Мастер» (АО «АКТИ-Мастер»)

Адрес: 127106, г. Москва, Нововладыкинский проезд, д. 8, стр. 4, этаж 3, офис 310-314

Тел./факс: +7 (495) 926-71-70

Web: <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. « ____ » _____ 2020 г.