

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, О.А. Кистень

КАЛИБРОВКА СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА КАК ОДНО ИЗ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ДОСТОВЕРНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИМ РАЗРЯДАМ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск*

Актуальность исследований в области воздействия статического электричества на изделия полупроводниковой промышленности связана с необходимостью определения предельных значений напряжений электростатических разрядов [1, 2]. Однако, проведение испытаний радиоэлектронного оборудования на устойчивость к электростатическим разрядам невозможно без проведения работ по калибровке испытательного оборудования.

Калибровка измерительных приборов заключается в установлении зависимости между показаниями прибора и размером измеряемой (входной) величины. Под калибровкой часто понимают процесс подстройки показаний выходной величины или индикации измерительного инструмента до достижения согласования между эталонной величиной на входе и результатом на выходе (с учётом оговоренной точности). Сказанное соответствует [3].

Для проведения испытаний электротехнических, радиоэлектронных и электронных изделий, оборудования и аппаратуры, применяют испытательный генератор (ИГ) ЭСР, который предназначен для создания нормированных испытательных импульсов.

Рассмотрим основные требования к калибровке ИГ ЭСР:

1. Требования, установленные стандартом [3, 4] к ИГ. Испытательный генератор должен содержать следующие основные элементы: зарядный резистор R_c , накопительный конденсатор C_s , распределенную емкость C_d , разрядный резистор R_d , индикатор напряжения, разрядный ключ, сменные наконечники разрядного электрода, провод заземления генератора ЭСР, источник электропитания. Упрощенная схема ИГ ЭСР представлена ниже.

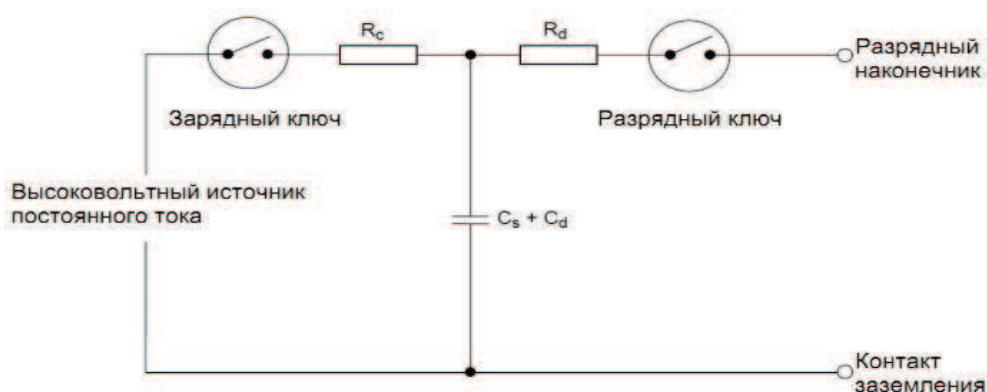


Рисунок 1 – Упрощенная схема испытательного генератора ЭСР

Технические характеристики, которые должен обеспечивать испытательный генератор ЭСР, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики ИГ ЭСР

Технические характеристики	Значение
Накопительная емкость (C_d+C_s)	150 пФ \pm 10 %
Разрядное сопротивление (R_d)	330 Ом \pm 110 %
Зарядное сопротивление (R_s)	от 50 до 100 МОм
Выходное напряжение	до 8 кВ для контактного разряда; до 15 кВ для воздушного разряда;
Погрешность индикации выходного напряжения	\pm 5%
Полярность выходного напряжения	положительная и отрицательная
Время удержания заряда	не менее 5 с
Вид разряда	одиночный разряд (время между последовательными разрядами не менее 1 с)

Форма импульса тока ИГ представлена на рисунке 2 [3, 4].

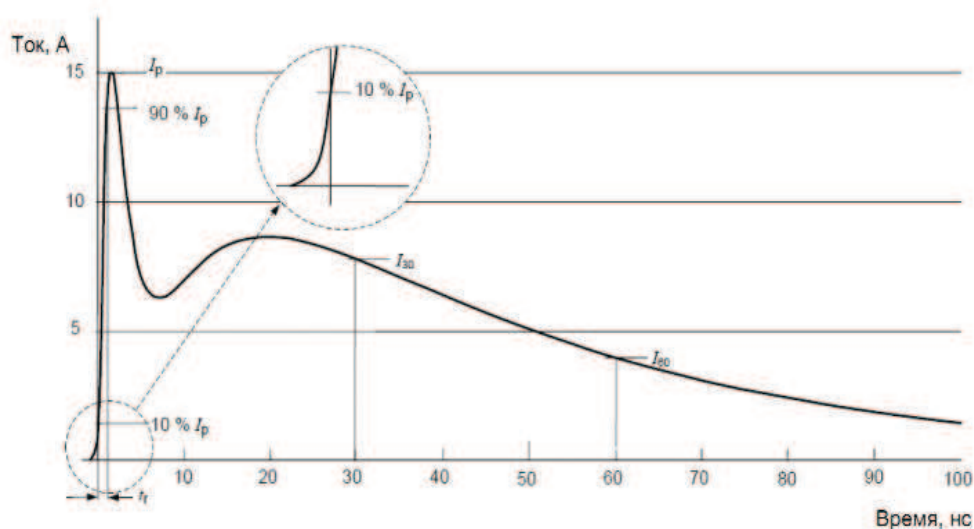


Рисунок 2 – Идеальная форма импульса разрядного тока при контактном разряде

Для калибровки ИГ ЭСР необходимо следующее оборудование [1]:

- осциллограф с достаточной полосой пропускания (аналоговая полоса пропускания ≥ 2 ГГц);
- коаксиальная цепь датчик-аттенюатор-кабель;
- высоковольтный измеритель, способный измерять напряженность минимум до 15 кВ. Может возникнуть необходимость использовать электростатический вольтметр для исключения нагрузки выходного напряжения;
- вертикальная калибровочная пластина с коаксиальным датчиком тока, монтированным так, чтобы расстояние от датчика до любого края пластины было не менее 0,6 м;
- аттенюаторы с достаточно допустимой мощностью.

Расположение испытательного оборудования для калибровки ИГ представлено на рисунке 3. В центре вертикальной калибровочной пластины установлены датчики тока. Соединение кабеля обратного тока генератора ЭСР (шина заземления) располагается внизу в центре кабеля, образуя равнобедренный треугольник. Не допускается, чтобы шина заземления во время калибровки находилась на полу. Генератор должен быть установлен на треногу или аналоговую неметаллическую подставку и питаться таким же способом, как и при испытаниях.

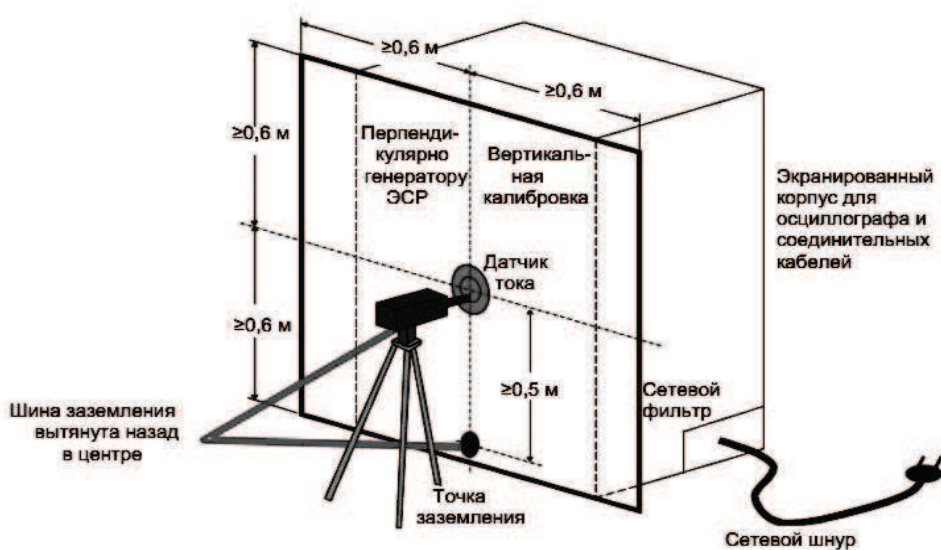


Рисунок 3 – Типичное расположение для генератора ЭСР

Предпочтительным методом испытания является *метод контактного разряда* – это метод испытаний, при котором разрядный наконечник ИГ во время разряда удерживается в контакте с испытательным оборудованием (ИО) или пластиной связи и разряд производится при помощи разрядного ключа внутри ИГ [3]. *Метод воздушного разряда* – метод, при котором разрядный наконечник ИГ приближают к ИО, пока он его не коснется, применяют в случаях, когда невозможно применить контактный метод [3]. Напряжения для каждого испытательного уровня и метода разряда приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Испытательные уровни

Контактный разряд		Воздушный разряд	
Испытательный уровень	Испытательное напряжение, кВ	Испытательный уровень	Испытательное напряжение, кВ
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
х*	Специальное	х*	Специальное

х* – любой уровень со значением испытательного напряжения до, выше или между значениями других испытательных уровней.

Чтобы убедиться соответствует ли установленным параметрам форма тока ИГ ЭСР необходимо провести следующие действия:

а)– снять изображение формы кривой импульса разрядного тока ЭСР;

б)измерить следующие параметры:

– пиковое значение тока разряда – I_p (А);

– значение тока через 30 нс после того, как ток достигнет значения 10% от $I_p - I_{30}$;

– значение тока через 60 нс после того, как ток достигнет значения 10% от $I_p - I_{60}$;

– время нарастания тока – t_r нс;

Можно предложить следующую процедуру калибровки при контактном разряде. На каждом испытательном уровне необходимо разрядить генератор ЭСР (согласно таблице 2) пять раз в обеих полярностях и сохранить каждый результат. Для каждой формы тока и испытательного уровня измерить I_p , I_{30} , I_{60} , t_r и проверить соответствуют ли значениям, указанным в таблице 3. На основании чего принять решение о калибровке испытательного генератора ЭСР.

Таблица 3 – Параметры импульса разрядного тока при контактном разряде

Испытательный уровень	Испытательное напряжение, кВ	$I_p \pm 15\%$	$t_r \pm 25\%$	$I_{30} \pm 30\%$	$I_{60} \pm 30\%$
1	2	7,5	0,8	4	2
2	4	15	0,8	8	4
3	6	22,5	0,8	12	6
4	8	30	0,8	16	8

Следует отметить, что проведение работ по калибровке систем измерения тока и измерение тока разряда является основополагающим при получении достоверных результатов испытаний радиоэлектронного оборудования на устойчивость к электростатическим разрядам [5, 6].

Литературные источники

1. Князев А.Д., Кечиев Л.Н. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом требований ЭМС. – М.: Радио и связь, 1989. – 222 с.

2. Волин М.Л. Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Радио и связь, 1981. – 296 с.
3. СТБ МЭК 61000-4-2-2006. Электромагнитная совместимость. Часть 4-2. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2006
4. IEC 61000-4-2:2008 Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-2: Testing and measurement techniques. Electrostatic discharge immunity test.
5. Пискун Г.А. Анализ релаксации тепловых полей, созданных наводкой мощного электромагнитного импульса, в токопроводящей структуре интегральной схемы // Сборник материалов международного форума студенческой и учащейся молодежи «Первый шаг в науку – 2010 г.». – Мн.: «Четыре четверти», 2010. – 608 с.
6. Пискун Г.А. Метод оценки устойчивости полупроводниковых приборов к воздействию электростатического разряда. // I Республиканская молодежная научно-практическая конференция с международным участием «Научные стремления – 2010». Минск, «Белорусская наука» 2010 г. – 546 с.

V.F. Alexeev, G.A. Piskun, O.A. Kisten

CALIBRATION OF MEASURING CURRENT AS ONE THE TERMS OBTAIN RELIABLE RESULTS WHEN TESTED RADIOELECTRONIC EQUIPMENT FOR STABILITY ELECTROSTATIC DISCHARGE

¹Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

Summary

The approaches to the calibration of test equipment, as well as the basic requirements for equipment used for calibration. Shown that the variational method preferable test electronic equipment for immunity to electrostatic discharge is a method of contact discharge.