

$$\Delta E = \frac{p \Delta p}{m_0}$$

Чтобы получить число  $\beta$ -частиц с энергией  $E$  в интервале  $\Delta E$ , необходимо измеренное число частиц с импульсом  $p$  в интервале  $\Delta p$  умножить на величину  $m_0/p$ . Так осуществляют переход от измеренного спектра импульсов  $\phi(p)$  к энергетическому спектру  $\beta$ -частиц  $f(E)$ .

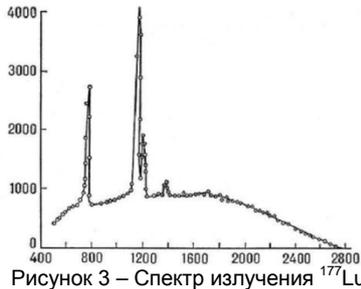


Рисунок 3 – Спектр излучения  $^{177}\text{Lu}$

Источники, применяемые в  $\beta$ -спектроскопии, изготавливают нанесением слоя радиоактивных веществ на тонкие подложки (слюда, алюминий). Торможение электронов в источнике способно вызывать заметные искажения спектра. Наилучшие источники получают испарением в вакууме. В качестве детекторов применяют фотографические пластинки, сцинтилляционные счётчики, счётчики Гейгера - Мюллера. На рисунке 3 приведён  $\beta$ -спектр излучения радиоактивного изотопа  $^{177}\text{Lu}$ , снятый с помощью  $\beta$ -спектрометра.

По оси абсцисс отложен импульс электронов, измеренный в единицах  $Vp$ , по оси ординат – зарегистрированная детектором интенсивность, поделённая на  $Vp$ . Пики на кривой обусловлены электронами, которые возникают при внутренней конверсии  $\gamma$ -лучей, испускаемых при высвечивании дочернего ядра  $^{177}\text{Lu}$ .  $\beta$ -спектр  $^{177}\text{Lu}$  образует пьедестал, на котором возвышаются конверсионные пики. Таким образом, были рассмотрен принцип работы  $\beta$ -спектрометра и найдена связь движения  $\beta$ -частицы в однородном магнитном поле напряженности  $H$ .

Список использованных источников:

1. Бекман, И. Н. Радиоактивность и радиация / И. Н. Бекман // Курс лекций. – Москва, 2006. – 128 с.
2. Волков Н. Г., Христофоров В. А., Ушакова Н. П. Методы ядерной спектрометрии / Н. Г. Волков, В. А. Христофоров — М. Энергоатомиздат, 1990.

## ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РАЗРЯДА СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Кистень О.А.

Алексеев В.Ф. – канд. техн. наук, доцент

Электростатический разряд одна из самых серьезных угроз для полупроводниковых приборов, входящих в состав современных технических средств. Это обязывает к более широкому изучению данного явления, в частности с помощью компьютерного моделирования.

Основной метод, используемый для компьютерного моделирования развития разряда статического электричества в газовой среде – решение системы в частных производных для концентрации частиц и электрического поля в осесимметричном приближении. Система уравнений состоит из трех уравнений [1]:

1. Уравнение Нернста-Планка для концентрации положительных ионов

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \nabla(-D \cdot \nabla c - Z \cdot u_m \cdot F \cdot c \cdot \nabla V) = R - \bar{u} \cdot \nabla c$$

где  $D$  – коэффициент диффузии;  $R$  – скорость реакции;  $u_m$  – подвижность;  $F$  – постоянная Фарадея;  $Z$  – заряд частицы;  $V$  – потенциал электрического поля;  $c$  – концентрация положительных частиц.

2. Уравнение Нернста-Планка для концентрации электронов

$$\frac{\partial c_e}{\partial t} + \nabla(-D \cdot \nabla c_e - Z \cdot u_m \cdot F \cdot c \cdot \nabla V) = R - \bar{u} \cdot \nabla c_e$$

где  $c_e$  – концентрация электронов.

3. Уравнение Пуассона

$$-\nabla \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \nabla V = \rho$$

где  $\varepsilon_0$  – диэлектрическая постоянная;  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость воздуха;  $\rho$  – объемная плотность заряда.

Для моделирования воздействия электростатического разряда была выбрана система электродов сфера-сфера. Радиус первой сферы равен 4 мм, радиус второй сферы равен 4.4 мм (рисунок 1).

В геометрической области рисунок 1 решается система уравнений в частных производных. Для каждого уравнения задаются граничные условия. Граничные условия (ГУ) задаются для каждой границы отдельного уравнения:

1. Уравнение Нернста-Планка для положительных ионов. Для этого уравнения ГУ задаются либо как полный поток  $n \cdot N = N_0$  для верхней границы, где  $N_0 = n \cdot \text{flux\_c\_check}$ , либо как изоляция  $n \cdot N = 0$  для нижней и боковой границ.

2. Уравнение Нернста-Планка для электронов. Здесь ГУ задаются как полный поток  $n \cdot N = N_0$  для нижней

границы, где  $N_0 = -ntflux\_c2\_check2$ , либо как изоляция  $n \cdot N = 0$  для верхней и боковой границ.

3. Уравнение Пуассона. Для данного уравнения верхняя граница (катод) определяется значением начального электрического потенциала  $V = V_0$ , боковая граница – как естественные ГУ  $n \cdot D = 0$ , а нижняя граница (анод) – значением электрического потенциала равного нулю ( $V = 0$ ).

В результате моделирования получаем зависимости концентрации положительных ионов, концентрации электронов и электрического потенциала от времени. На рисунке 2 представлено распределение концентрации электронов в момент времени 0,1 нс.

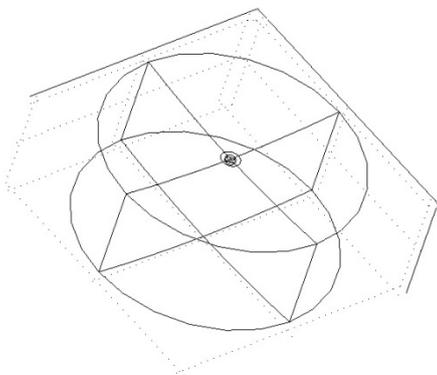


Рис. 1 – Геометрическая область моделирования

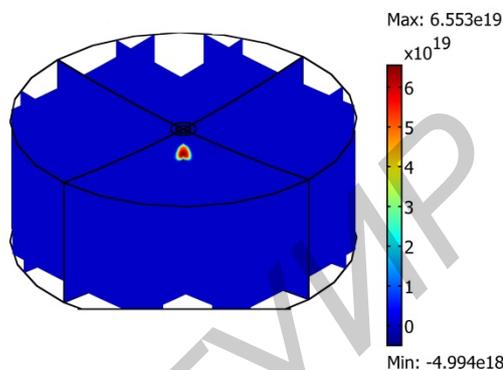


Рис. 2 – Концентрация электронов в момент времени 0,1 нс

Список использованных источников:

1. Райзер Ю.П., Физика газового разряда. – М.: Наука, 1992. – 536 с.

## УСТРОЙСТВО АВТОСИГНАЛИЗАЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Оргиз К.И.

Холенков О.А. - ведущий инженер НТОО «Связьинформсервис»

Разрабатываемое устройство автосигнализации предназначено для оповещения и предотвращения попыток проникновения в салон и угона автомобиля.

Существует достаточно много различных систем автосигнализации (рис. 1 и 2). Разрабатываемое устройство может использоваться как самостоятельно, так и в содействии с другими устройствами. Оно предназначено для установки в автомобиле, поэтому питание у системы 12 В.



Рис. 1 – Системы автосигнализации

Для контроля открытия дверей предусмотрены входы концевых выключателей дверей, один вход имеет отрицательную полярность, второй положительную, что делает разрабатываемое устройство универсальным для установки в различные автомобили.

Для контроля включения зажигания в режиме охраны предусмотрен вход зажигания. Этот вход так же используется для программирования функций системы.

В устройстве предусмотрен программируемый слаботочный выход, который может использоваться для дополнительной блокировки, управления внутрисалонным освещением, как выход для закрывания окон при постановке на охрану, выход для управления дополнительным пейджером. Специальный выход для блокировки какой-либо цепи автомобиля.

Выход дополнительного второго канала используется для открытия багажника с брелока, при этом если система находится в охране, то при активации выхода концевик багажника и датчик удара отключатся то тех пор, пока багажник не будет закрыт. Для оповещения владельца машины предусмотрен выход на внешнюю сирену. Сигналы сирены используются при постановке и снятии с охраны, программировании системы, диагно-