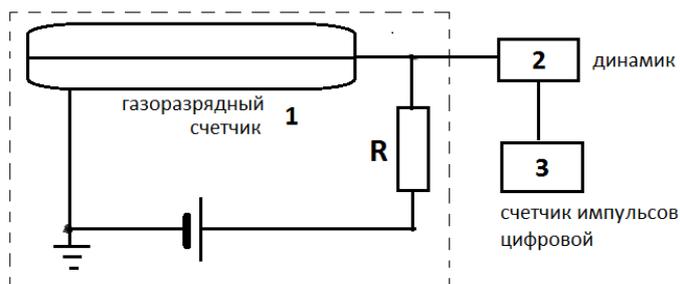


## Лабораторная работа №19 Счетчик Гейгера-Мюллера

**Цель работы** определить радиационный фон с помощью счетчика Гейгера-Мюллера. Исследовать статистические закономерности радиационного распада.

### Описание установки

Счетчик Гейгера-Мюллера – один из широко применяющихся детекторов ядерного излучения, так называемый *газонаполненный детектор*. Эти счетчики используются для обнаружения ионизирующих излучений:  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц. Основным достоинством



счетчиков является высокая чувствительность: любая ионизирующая частица, проходящая через счетчик, будет зарегистрирована, если она создаст хотя бы пару ионов, которые дадут старт газовому разряду. Счетчик представляет собой газоразрядный промежуток с сильно неоднородным электрическим полем. Катодом является цилиндрический корпус, по оси которого натянута тонкая проводящая нить – анод. Внутренняя область наполнена газом (гелий, аргон) с давлением порядка нескольких сантиметров ртутного столба. Рабочее напряжение обычно составляет несколько сотен вольт. Во внешней цепи ставится сопротивление последовательно с источником питания  $R \approx 10^8 - 10^9$  Ом.

### Статистические закономерности.

При измерении количества зарегистрированных счетчиком частиц возникают, как и при любых других экспериментах, погрешности, вызванные неточностью приборов и несовершенством методики измерения (систематические погрешности), а также случайные погрешности, в основе которых лежит флуктуация самой измеряемой величины.

В ходе работы измеряется число импульсов, зарегистрированных счетчиком за одинаковые промежутки времени  $\Delta t$ . При этом полученные в каждом измерении значения отличаются от среднего  $\bar{n}$  на разные величины в большую или меньшую сторону. Чтобы оценить это отличие вводится *отклонение от средней величины*  $\Delta n_i = n_i - \bar{n}$ .

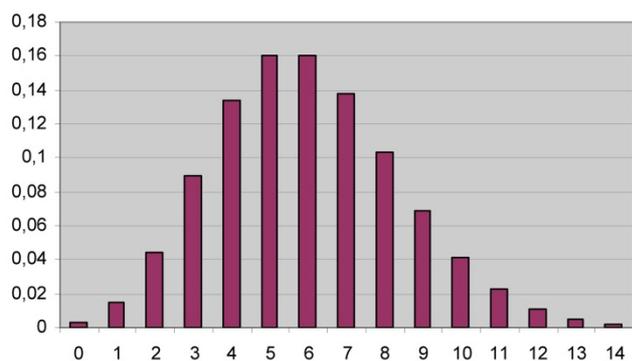
Средняя величина определяется следующим образом:  $\bar{n} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i$ , где  $N$  – число

измерений,  $n_i$  – число зарегистрированных частиц в одном эксперименте.

Вероятность регистрации в отдельном измерении числа частиц  $n$  при средней величине  $\bar{n}$  дается *распределением Пуассона*.

$$P(n) = \frac{(\bar{n})^n}{n!} e^{-\bar{n}}.$$

Для сравнения экспериментальных данных с расчетами, сделанными по формуле Пуассона, строят диаграмму, называемую *гистограммой*. Для этого по оси абсцисс откладывают число зарегистрированных частиц за время  $\Delta t$ , а по оси ординат – число измерений (количество интервалов  $\Delta t$ ), в которых счетчик зарегистрировал именно это



число частиц. Например, на рисунке  $\bar{n}=6$ , причем есть довольно большая вероятность, что измеренная величина лежит в диапазоне значений от 2 до 10. (Здесь по оси ординат отложена вероятность того, что за время  $\Delta t$  в счетчик попадет число частиц  $n$ .) Эта величина равна  $P(n)=\frac{k_n}{N}$ , где  $k_n$  – число случаев со значением  $n$ , а  $N$  – полное число измерений).

Дисперсия величины определяется как  $D = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2$ . Величина  $\sigma = \sqrt{D}$  называется *стандартным отклонением* и указывает вероятность обнаружения наблюдаемых значений в интервале  $[\bar{n} - \sigma, \bar{n} + \sigma]$ . При  $N \gg 1$  в этом интервале оказывается около 70% событий.

Для распределения Пуассона дисперсия равна среднему числу частиц  $D = \bar{n}$ . Стандартное

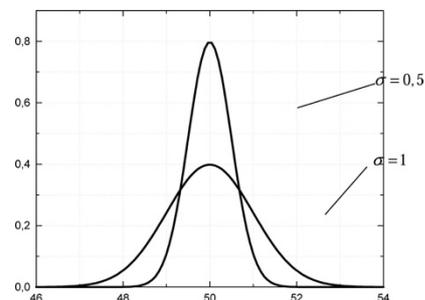
отклонение  $\sigma = \sqrt{\frac{D}{k_n}} = \sqrt{\frac{\bar{n}}{k_n}}$ .

Расчет для рисунка дает  $D = 6$ ,  $\sigma = 0,6$  (пусть общее число измерений равно 100). Значит, ожидаемое среднее значение равно  $6,0 \pm 0,6$  импульсов/секунду, и 70% из общего количества зарегистрированных частиц будет попадать в этот интервал.

Для больших значений  $N$  распределение Пуассона переходит в распределение Гаусса

$G(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(n-\bar{n})^2}{2\sigma^2}}$ . На рисунке представлены два

гауссовых распределения для среднего значения 50 и разных отклонений среднего:  $\sigma = 0,5$  и  $\sigma = 1$ .



**Порядок выполнения работы:**

1. Включите счетчик Гейгера и частотомер. Измерьте число импульсов (частиц), зарегистрированных прибором за  $\Delta t = 20$ с. Повторите этот эксперимент 100 раз.
2. Постройте гистограмму по экспериментальным данным, отложив по оси абсцисс число зарегистрированных частиц за время  $\Delta t$ , а по оси ординат вероятность того, что за время  $\Delta t$  в счетчик попадет число частиц  $n$ .
3. Рассчитайте среднее значение и стандартное отклонение среднего, запишите доверительный интервал.
4. Постройте гауссову функцию и сравните ее с распределением Пуассона, построенным по данным эксперимента.