

М. КОЗОДАЕВ и Г. ЛАТЫШЕВ

ОБРЕЗАТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ СЧЕТЧИКА ГЕЙГЕРА-МЮЛЛЕРА

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 28 IV 1938)

При измерениях со счетчиками Гейгера-Мюллера часто возникает необходимость в повышении разрешающей способности самих счетчиков. Обычно эта разрешающая способность при работе на сопротивлениях $\sim 10^9 \Omega$ имеет величину от $5 \cdot 10^{-3}$ сек. до $3 \cdot 10^{-3}$ сек. Такая малая разрешающая способность счетчика Гейгера-Мюллера не позволяет загружать счетчик большим числом разрядов. Особенно сильно это заметно при работе счетчиков на совпадениях, когда при загрузке счетчиков пятью-шестью стами разрядов в минуту процент выпадающих из счета частиц достигает 20—30%.

Малая разрешающая способность счетчика Гейгера-Мюллера обусловлена следующими факторами.

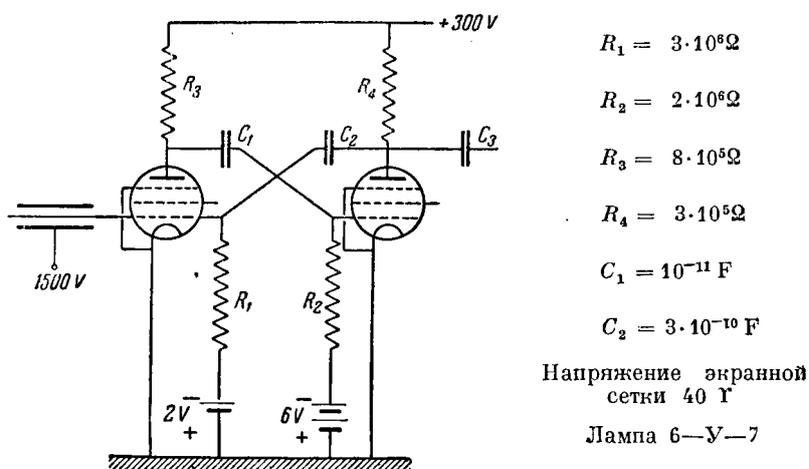
Для работы счетчика Гейгера-Мюллера необходимо применение высокоомных сопротивлений (10^9 — $10^{10} \Omega$). При применении меньших сопротивлений разрядный ток в счетчике может превысить максимальное допустимое его значение, при котором в счетчике устанавливается стабильный разряд⁽¹⁾.

Вследствие большой величины $R \cdot C$ системы (обычно больше 10^{-2} сек.) разность потенциалов между корпусом и нитью счетчика возвращается в исходное состояние после разряда довольно медленно, и счетчик в течение некоторого времени находится в состоянии пониженной счетной способности.

Гашение разряда в счетчике происходит вследствие падения напряжения на сопротивлении, и при увеличении перенапряжения сила разрядного тока может возрасти до значения, близкого к критическому. Это обстоятельство приводит еще и к тому, что в характеристиках счетчика, дающих зависимость числа считаемых частиц от напряжения на счетчике, обычно отсутствует горизонтальная часть, так называемое плато.

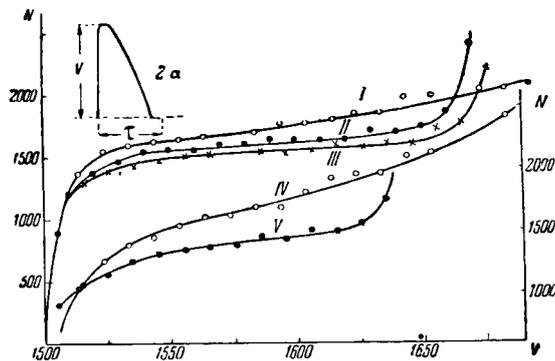
Нами была разработана система, позволяющая работать со счетчиками на сопротивлениях $\sim 10^6 \Omega$. Для этой цели была применена схема, изображенная на фиг. 1. В отсутствии разрядов в счетчике лампа 1 пропускает ток. Сопротивление R_3 взято такой величины, что на нем садится почти все напряжение анодной батареи, так что на аноде лампы мы имеем напряжение $\sim 10V$. (Это является существенным обстоятельством для устранения возможности возникновения непрерывных колебаний в системе, так как мы здесь имеем схему мультивибратора.) Лампа 2 полностью закрыта и напряжение на ее аноде равно напряжению анодной батареи.

При возникновении разряда в счетчике на сетку первой лампы приходит отрицательный импульс, в результате чего система «опрокидывается». Лампа 2 открывается, так как на ее сетку с анода лампы 1 приходит положительный импульс через емкость C_2 . Изменение анодного напряжения лампы 2 передается через емкость C_1 в виде отрицательного импульса на сетку лампы 1. Этот отрицательный импульс почти равен



Фиг. 1.

напряжению анодной батареи. Так как сетка лампы 1 соединена с нитью счетчика, то соответственно разность потенциалов между нитью и корпусом счетчика уменьшается на величину этого импульса, и разряд прекращается. Спустя некоторое время, определяющееся величинами сопротивлений R_2 , R_3 , емкостью C_2 и емкостью сетки лампы 2, система возвращается в исходное положение. Форма импульса на сетке лампы 1 наблюдалась с помощью катодного осциллографа и приведена на фиг. 2 (см. 2а). В данной схеме емкость C_1 взята достаточно большой для того, чтобы изменение



Фиг. 2.

анодного потенциала лампы 2 без искажения передавалось на сетку лампы 1. Таким образом здесь форма импульса определяется в основном постоянными цепи сетки лампы 2. Разрешающая способность приведенной системы с указанными на фиг. 1 величинами емкостей и сопротивлений была измерена с помощью осциллографа и оказалась $\tau \approx 3 \cdot 10^{-4}$ сек. Это значение разрешающей способности не является предельным для

данной системы. В нашем случае система срабатывала от изменения напряжения на сетке лампы $I \sim 0.1V$, что при сопротивлении $R_1 = 3 \cdot 10^6 \Omega$ соответствует току через счетчик $i = 3 \cdot 10^{-8} A$. Этот ток примерно в 10 раз меньше максимального допустимого тока в счетчике. Отсюда можно заключить, что перенапряжение со счетчика снимается в самом начале разряда и всегда при одной и той же величине тока в счетчике, не зависящей от приложенного перенапряжения.

Это обстоятельство приводит еще к одному важному преимуществу данной системы в сравнении со счетчиками, работающими на обычных сопротивлениях, а именно: эта система делает горизонтальной характеристику даже очень плохого счетчика.

Для иллюстрации этого приведена фиг. 2. На фиг. 2 кривая IV дает вид плато для счетчика, наполненного воздухом. Счетчик имел диаметр 10 мм, длину 40 мм и два окна в цилиндре для электронов. Кривая I дает плато для того же счетчика, наполненного аргоном. Аргон несколько улучшает форму плато. Кривые II и III показывают вид плато для того же счетчика, наполненного аргоном, работавшего на сопротивлениях $10^7 \Omega$ и $3 \cdot 10^6 \Omega$, в схеме фиг. 1.

Отсюда можно видеть, что при изменении сопротивления R_1 в 3 раза ширина плато совершенно не изменилась, так что при желании сопротивление R_1 может быть еще уменьшено. Кривая V показывает вид плато для счетчика, наполненного воздухом, работающего в схеме фиг. 1.

Эта система разрабатывалась нами для схемы совпадений, так как при работе счетчиков на сопротивлениях $\sim 10^9 \Omega$ процент выпадающих из счета частиц очень велик.

Процент выпадающих из счета частиц можно подсчитать по приближенной формуле

$$\tau \cdot (N_1 + N_2) \cdot 100\%.$$

В описываемой здесь схеме τ есть величина постоянная, являющаяся собственным периодом схемы, не зависящая от процессов, происходящих в трубке счетчика. Так как разрешающая способность схемы $\tau = 3 \cdot 10^{-4}$ сек., то из приведенной выше формулы можно найти, что 1% пропусков будет иметь место при загрузке каждого счетчика, равной ~ 1000 импульсов в минуту.

Исследования зависимости пропусков от загрузки счетчиков нами были произведены и показали, что разрешающая способность системы в действительности соответствует значению, найденному из осциллографирования импульсов.

Выше приведенная формула является приближенной, для точного исправления измеряемых величин нужно пользоваться формулой:

$$n = \frac{n'}{(1 - \tau_1 \cdot N_1)(1 - \tau_2 \cdot N_2)},$$

где τ_1 и τ_2 — разрешающие способности схем одной и другой ветви схемы двойных совпадений, N_1 и N_2 — загрузка счетчиков, n' — число сосчитанных совпадений, n — истинное число совпадений.

Поступило
28 IV 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Werner, ZS. f. Phys., 90, 384 (1934); 92, 705 (1934).