

12/11-83



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

6493/83

P13-83-641

Ю.К.Акимов, В.Х.Додохов, В.А.Жуков,
С.И.Мерзляков

КСЕНОНОВЫЙ СЧЕТЧИК
С МАЛОШУМЯЩИМ ПРЕДУСИЛИТЕЛЕМ

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

1983

Высокая конверсионная эффективность ксенона делает его хорошей рабочей средой для детекторов γ -квантов в широком диапазоне их энергий. В частности, были описаны спектрометры на основе проволочных камер, работающие в пропорциональном режиме при давлении 11 атм /1/ и в ионизационном режиме при давлениях до 60 атм ксенона /2,3/, предназначенные для регистрации рентгеновского излучения космического происхождения, а также пропорциональные камеры при давлениях $p = 10$ атм /4,5/, используемые для получения изображения, создаваемого различными γ -излучателями с энергиями 10-120 кэВ. Камеры такого типа могли бы служить основой детектора двойного β -распада ^{136}Xe /6,7/, в котором данный изотоп одновременно являлся бы и рабочей средой.

Представляют интерес характеристики ксеноновых камер при различных давлениях и в различных рабочих режимах. Перечисленные выше работы содержат ряд данных, касающихся пропорционального режима в ксеноне при $p = 10-11$ атм и ионизационного режима при давлении 60 атм. В дополнении к этим данным в настоящей работе приводятся результаты исследования цилиндрического пропорционального счетчика с катодом диаметром $\phi 10$ мм и анодом $\phi 20$ мкм, который заполнялся ксеноном при давлениях до 40 атм.

Счетчик облучался γ -квантами с энергией 59,57 кэВ от ^{241}Am . На рис.1 представлены амплитудные характеристики счетчика, измеренные при разных давлениях. Верхняя точка каждой кривой соответствует началу коронного разряда. Из рис.2 видно, что в принципе коэффициент газового усиления в счетчике может достигать 10^2-10^3 . Однако оптимальный режим работы соответствует значительно меньшим значениям K /20 ÷ 60/, что показывает рис.2, где приведена зависимость разрешения счетчика от K . При малых K на разрешение влияют шумы от предусилителя.

Типичные амплитудные спектры изображены на рис.3. В случае $p > 30$ атм наблюдается значительное ухудшение разрешения и работать в пропорциональном режиме становится нецелесообразным. Для таких давлений может быть рекомендован ионизационный режим. При этом разрешение будет определяться геометрией счетчика

$$\left(\sigma = \frac{\ln 2}{2 \ln [r_k / r_a]} \right) \text{ и шумами предусилителя, к которому соответ-$$

ственно предъявляются весьма жесткие требования.

Схема разработанного нами предусилителя, отличающегося низким уровнем шумов, приведена на рис.4. Предусилитель включает в себя входной полевой транзистор VT1 /КП 307 Ж/, усили-

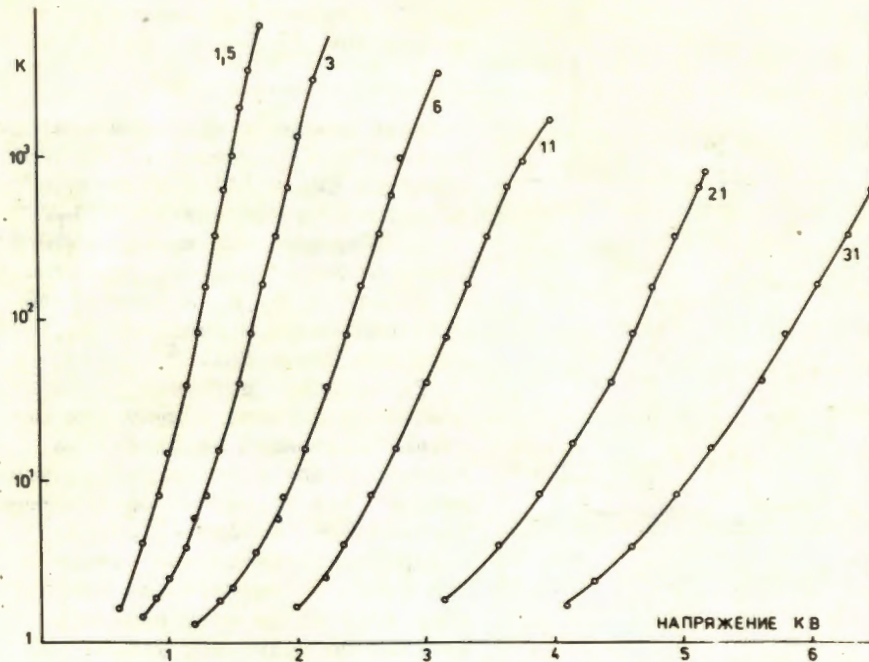


Рис.1. Амплитудные характеристики счетчика при разных давлениях.

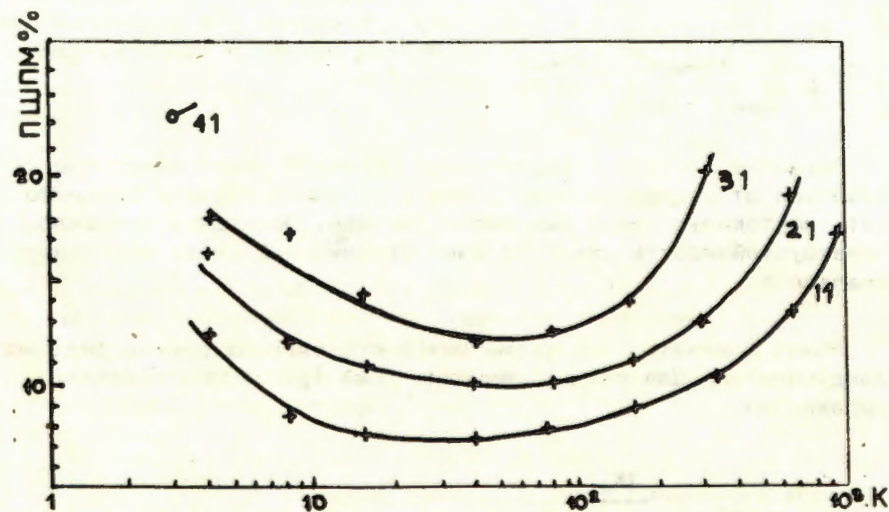


Рис.2. Зависимость электрического разрешения счетчика от коэффициента газового усиления при различных давлениях.

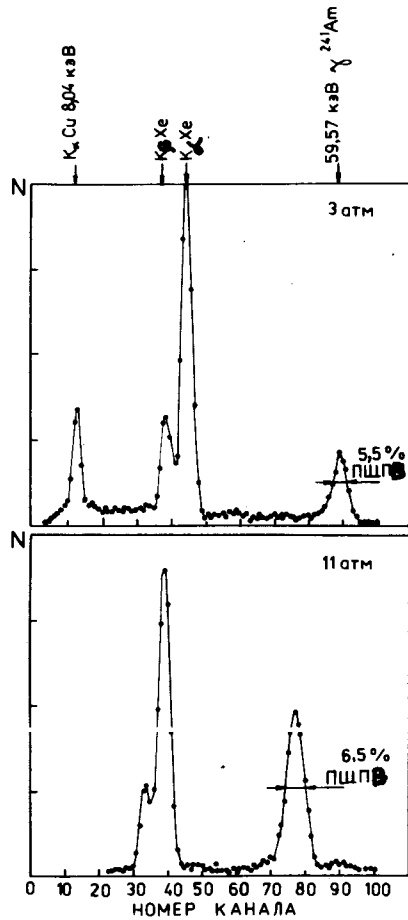


Рис.3. Амплитудные спектры от γ -квантов ^{241}Am .

тельную секцию с выходным повторителем VT2-VT5, усилитель местной обратной связи DA1 и стабилизаторы питающего напряжения VT6-VT7.

От общепринятых конструкций/8,9/ схему отличает наличие резистивного делителя R_2, R_5 в цепи общей обратной связи и введение местной обратной связи DA1.

Резистивный делитель улучшает отношение сигнала к шуму для системы, состоящей из детектора, предусилителя и последующего усилителя. Это улучшение обусловлено увеличением выходного сигнала с зарядочувствительной секции и тем самым уменьшением приведенного к ее входу шума входного каскада последующего усилителя. Того же эффекта можно было бы достичь путем уменьшения емкости общей обратной связи. Однако реализовать емкость меньше чем 0,5-1 пФ практически невозможно, поэтому применение для указанной цели делителя остается единственным способом.

Введение местной отрицательной обратной связи позволило отказаться от элементов подстройки и активным образом сформировать постоянную спада выходного сигнала. Последнее повысило помехоустойчивость схемы за счет ограничения снизу частотного диапазона.

Можно показать, что форма выходного сигнала рассматриваемого предусилителя для входной функции тока $I_0 \delta(t)$ описывается выражением

$$U(t) = \frac{I_0}{C\gamma} e^{-\frac{2K_2}{K_1\gamma} \frac{t}{T}}$$

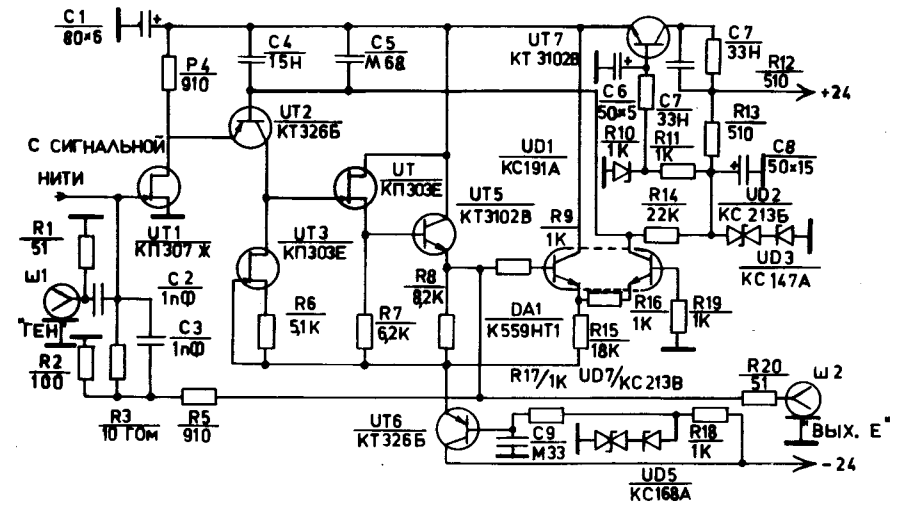


Рис.4. Принципиальная схема предусилителя.

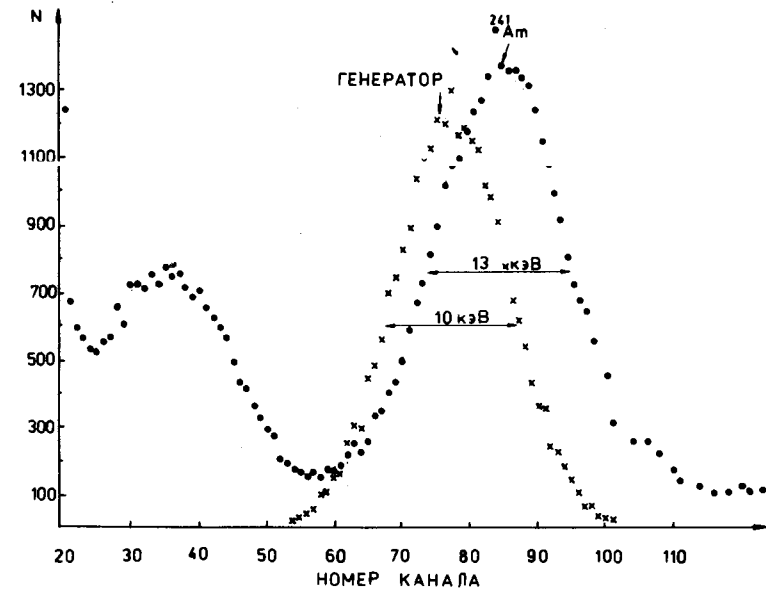


Рис.5. Амплитудный спектр при работе счетчика в ионизационном распаде.

где C - емкость общей обратной связи, T - постоянная интегрирования в цепи местной обратной связи, K_1 и K_2 - коэффициенты усиления по цепям общей и местной обратных связей соответственно, $\gamma = 0,1$ - соотношение сопротивлений делителя в цепи общей

обратной связи. Такие импульсы легко формируются с помощью стандартного спектрометрического усилителя. Спад импульса был выбран равным 50 мкс.

Энергетическое разрешение описанного предусилителя, подключенного к вышеуказанному ксеноновому счетчику, составило 10 кэВ, что демонстрирует рис.5. Суммарное разрешение счетчика равнялось 13 кэВ.

Авторы признательны В.К.Тюпикову и С.И.Шилову за помощь в измерениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Costa et al. Nucl. Instr. and Meth., 1978, v. 156, p. 57.
2. Гальпер А.М. и др. Препринт ФТИ-701, Л., 1981.
3. Volon et al. IEEE Trans., 1978, v. NS-29, No 1, p. 661.
4. Борис С.Д. и др. Препринт ИТЭФ-47, М., 1982.
5. Chen H.H., Doe P.J. Preprint UCI-Neutrino, No 40, 1980.
6. Дмитриенко В.В. и др. ПТЭ, 1981, №5, с. 49.
7. Дмитриенко В.В. и др. ПТЭ, 1982, №1, с. 51.
8. Gatti E., Manfredi P.F. IEEE Trans., 1978, v. NS-25, No 1, p. 66.
9. Boie R.A., Radeka V. IEEE Trans., 1980, v. NS-27, No 1, p. 338.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 сентября 1983 года.

Акимов Ю.К. и др.

P13-83-641

Ксеноновый счетчик с малошумящим предусилителем

Приведены характеристики пропорционального счетчика, наполненного ксеноном под давлением до $p = 40$ атм. Найдено, что при $p = 30$ атм целесообразнее работать в ионизационном режиме, если имеется предусилитель с низким уровнем шумов. Описан предусилитель, при использовании которого в измерениях с гамма-источником ^{241}Am ($E_\gamma = 59,57$ кэВ) разрешение счетчика в ионизационном режиме составило 13 кэВ. От общепринятых конструкций предусилитель отличается наличием резистивного делителя в цепи общей обратной связи и введение местной обратной связи. Резистивный делитель улучшает отношение сигнала к шуму для системы, состоящей из детектора, предусилителя и последующего усилителя. Введение местной отрицательной обратной связи позволило отказаться от элементов подстройки.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. дубна 1983

Akimov Yu.K. et al.

P13-83-641

Xenon-Filled Counter with a Low-Noise Preamplifier

Characteristics of the proportional xenon-filled counter (maximum pressure 40 atm) are presented. It is found that at $p = 30$ atm it is more reasonable to operate the counter in ionization mode if there is an amplifier with a low noise level. The low-noise preamplifier is described. For the ^{241}Am γ -source ($E_\gamma = 59,57$ keV) the counter resolution was 13 keV. This circuit differs from the standard ones by having a local resistor negative feed-back and a resistor divider in the general feedback loop. The resistor divider improves the signal-to-noise ratio of the system consisting of a detector, a preamplifier and spectrometric amplifier. The local feed-back allowed to exclude timing.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой