

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄ ՆԱՍԿՈՒՄ ՏՈՒՆԵՆԻԵ

ЕФИ—57(74)

*Э.С.Беляков, М.П.Лорикян, Л.К.Парлакян,
Р.В.Петросян, К.Ж.Маркарян*

МНОГОСЕКЦИОННЫЙ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ
СЧЕТЧИК ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ МЯГКОГО РЕНТГЕНА

ԱՐՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ

1974

ԵՐԵՎԱՆ

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

Научное сообщение ЕФИ-57 (74)

Э.С.БЕЛЯКОВ, М.П.ЛОРИКЯН, Л.К.ПАРЛАКЯН,
Р.В.ПЕТРОСЯН, К.Ж.МАРКАРЯН

МНОГОСЕКЦИОННЫЙ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ МЯГКОГО
РЕНТГЕНА

Ереван 1974

Э.С.БЕЛЯКОВ, М.П.ЛОРИКИАН, Л.К.ПАРЦАКИАН

Р.В.ПЕТРОСЯН, К.Х.МАРКАРИАН

МНОГОСЕКЦИОННЫЙ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ СЧЕТЧИК ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ МЯГКОГО
РЕНТГЕНА

Описана конструкция и рабочие характеристики 12-ти секционного пропорционального счетчика для исследования мягкого рентгеновского излучения, позволяющая одновременно с исследованием амплитудных спектров γ - излучения регистрировать число фотонов в каждом событии. Приведены схемы предусилителя и формирователя, используемых при измерениях. Суммарное энергетическое разрешение всех 12 секций при наполнении счетчика смесью 90% Ar + 10% CH₄ составляет $\pm 8\%$ на линии 13,8 кэВ.

Ереванский физический институт

Ереван 1974

Scientific Report ЕФН-57(74)

E. S. BELYAKOV, M. P. LORIKIAN, L. K. PARLAKIAN

R. V. PETROSSIAN, K. T. MARKARIAN

MULTISECTION PROPORTIONAL COUNTER FOR
SOFT XTR INVESTIGATION

The construction and the characteristics of 12-section proportional counter with 90% Ar+10%CH₄ filling for the investigation of X-radiation is described. The circuits of preamplifier and flip-flop are presented. The energy resolution for overall 12 sections makes $\pm 8\%$ for 13,8 KeV γ -rays.

Yerevan Physics Institute

Yerevan, 1974

Для лучшего понимания физики переходного излучения и для разработки детекторов частиц на основе этого явления, необходимо исследовать спектры излучения в широком диапазоне частот при различных параметрах радиаторов. До настоящего времени с этой целью использовались, в основном, сцинтилляционные спектрометры на основе кристалла $\text{NaCl}^{[1,4]}$ и полупроводниковые счетчики излучения $[2-4]$. Хотя сцинтилляционный спектрометр обладает очевидными достоинствами - простота изготовления, хорошая эффективность, сравнительно большие размеры - с его помощью нельзя измерять спектры ниже 10-15 кэВ. Полупроводниковые детекторы лишены этого недостатка. Они имеют высокую чувствительность и эффективность в широком диапазоне энергий фотонов, начиная от единиц кэВ. Однако изготовление таких детекторов, особенно больших площадей, обходится очень дорого и их эксплуатация связана с техническими трудностями.

В области мягкого рентгена 5-25 кэВ, на наш взгляд, проще работать с пропорциональными счетчиками, так как они имеют большой чувствительный объем, хорошее разрешение и высокую эффективность регистрации фотонов для этих энергий, а также сравнительно просты в работе и могут быть изготовлены в любой лаборатории. Ниже описана конструкция и приведены характеристики пропорциональных

счетчиков, разработанных для исследования спектров переходного излучения в области мягкого рентгена.

На рис.1 дан разрез двухсекционного пропорционального счетчика. Корпус был изготовлен из меди и имел в сечении размеры $5 \times 10 \text{ см}^2$. Перегородка из четырех параллельных проволок из нержавеющей стали толщиной 100 микрон делила счетчик на два одинаковых отсека. В центре каждого отсека на фарфоровые изоляторы натягивалась молибденовая нить диаметром 60 микрон, служащая анодом.

Перед сборкой корпус счетчика тщательно обезжиривался и опускался в раствор азотной кислоты до появления бурой пленки. Это делалось для увеличения работы выхода электронов из стенок счетчика, чтобы уменьшать вероятность образования электронных лавин за счет фотоэлектронной эмиссии с катода. После промывки дистиллированной водой и спиртом и просушки счетчик собирался. Торцовые крышки счетчика и фарфоровые изоляторы для высоковольтных электродов клеились эпоксидной смолой ЭД-5. Готовый счетчик откачивался в течение двух суток при вакууме $(7-8) \cdot 10^{-3}$ мм ртутного столба, а затем несколько раз наполнялся чистым аргоном с последующей откачкой до указанного вакуума. После этого счетчик наполнялся рабочей смесью $90\% \text{ Ar} + 10\% \text{ CH}_4$ при атмосферном давлении. Для облучения счетчика γ -квантами в стенках корпуса имелось несколько отверстий диаметром ~ 6 мм, закрытых полиэтиленовой пленкой. При напряжении на аноде 2000 вольт коэффициент газового усиления составлял $\sim 2 \cdot 10^3$.

Для предварительного усиления импульса, вырабатываемого счетчиками, был разработан предусилитель, схема которого дана на рис.2. Он имел коэффициент усиления ~ 10 с плавным изменением уси-

ления в 1,5 раза для подгонки выходной амплитуды в случае неодинаковой работы отдельных счетчиков. Схема линейна в диапазоне до 1,5 вольт при нагрузке 50 ом.

Линейность счетчика проверялась с помощью источника Am^{241} (γ -линии 13,8; 17,4; 20,8; 26,4 кэв), характеристического излучения моли - 8,1 кэв в его пике вылета в аргоне. Импульсы с каждого счетчика через свой предусилитель подавались на линейный сумматор и амплитудный анализатор. На рис.3 приводится спектр изотопа Am^{241} и амплитудная характеристика счетчика. Из рисунка видно, что счетчик имел разрешение $\sim 12\%$ на линии 13,8 кэв. При облучении счетчика на расстоянии 5 см от торцов, где уже скажутся искажения поля, разрешение ухудшалось до 17%.

При наполнении счетчика смесью 90% Xe + 10% CH_4 при атмосферном давлении и напряжении на аноде 2300 вольт на линии 13,8 кэв было получено разрешение 16% (рис.4). Однако, несмотря на высокую эффективность регистрации фотонов, использование ксенона в качестве рабочего газа нежелательно из-за большой вероятности выхода флуоресценции, которая по данным работы [5] составляет 0,81. Для того, чтобы поглотить 90% характеристического излучения ксенона в самом газе, необходима длина около 65 см, т.е. для получения правильных спектров надо иметь счетчик больших размеров, либо повышать давление газа, что усложняет проблемы, связанные с устройством тонкого входного окна счетчика.

Поэтому мы выбрали в качестве рабочего газа аргон, для которого выход флуоресценции составляет 11%. В этом случае поперечные размеры счетчика определяются в основном размерами источника излучения фотонов, а длина - предельной энергией фотонов, которые мы хотим регистрировать с еще достаточной эффективностью.

С учетом сказанного был изготовлен двенадцатисекционный счетчик, состоящий из шести рядов пропорциональных счетчиков, описанных выше, смонтированных в одном корпусе из алюминия. Каждый ряд отделялся друг от друга перегородкой из стальных проволочек диаметром 100 микрон, натянутых параллельно с шагом 10 мм. Для входа фотонов и для уменьшения отражения от задней стенки счетчик имел два окна, расположенных друг против друга по пути фотонов. Окна были изготовлены из майлара толщиной 40 микрон и имели диаметр 70 мм. По пути прохождения фотонов имелось 30 см газа, причем использовалась средняя часть чувствительной зоны счетчика. При наполнении смесью 90% Ar + 10% CH₄ и атмосферном давлении счетчик имел довольно высокую эффективность регистрации фотонов до энергии 25 кэв.

Объем счетчика подключался к очистителю с кальциевой и медной стружкой, нагретой до 250°C. За счет тепловой конвекции смесь постоянно циркулировала через рабочий объем счетчика и кальциевый очиститель, что позволяло осуществлять длительную работу счетчика без существенного изменения газового усиления смеси.

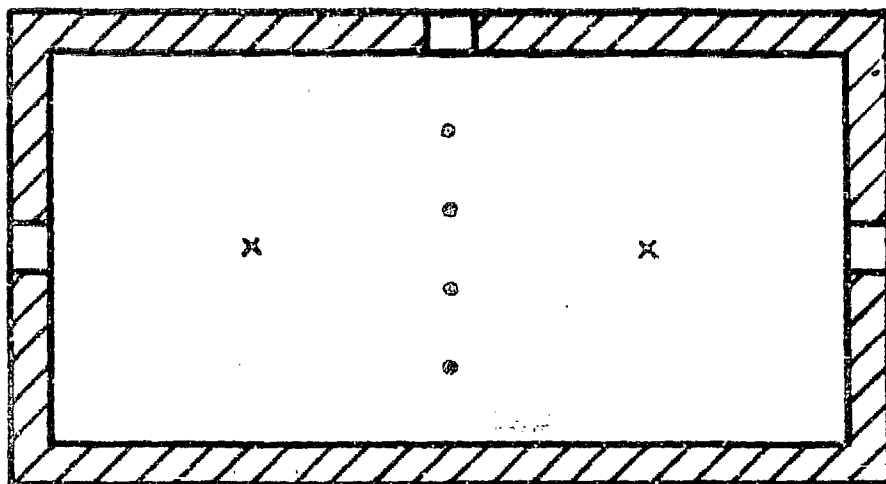
При проверке с помощью изотопа Ar⁴¹ 24I оказалось, что на линии 13,8 кэв отдельные счетчики имели разрешение от 15 до 18%, а максимальный амплитудный разброс составлял 4% от среднего значения.

Каждый ряд счетчиков работал на свой предусилитель, выход которого подавался на линейный сумматор. При таком включении всех 12 счетчиков с неколламированным источником Ar⁴¹ 24I, установленным на входном окне, было получено разрешение ~ 16% на линии 13,8 кэв.

Необходимо отметить, что многосекционный счетчик имеет преимущество перед односекционным с таким же чувствительным объемом не только по энергетическому разрешению и меньшей задержке выходного сигнала относительно прошедшей частицы, но и потому, что в такой конструкции имеется возможность снимать сигнал отдельно с каждого из 12 счетчиков, т.е. не только исследовать энергетический спектр, но и регистрировать число фотонов, попавших одновременно в объем детектора. При исследовании спектров это обстоятельство имеет принципиальное значение, так как зная количество зарегистрированных фотонов, излученных каждой частицей, прошедшей через радиатор, мы можем отбирать такие события, когда во всем объеме счетчика регистрируется не более одного кванта, т.е. исключать случаи, когда кратные фотоны, которые регистрируются как один, но с суммарной энергией, вносят искажения в истинный спектр.

Для этого импульсом с каждого предусилителя запускался свой формирователь, схема которого дана на рис. 5. Сигналы с выходов формирователей имели одинаковую длительность и амплитуду с точностью 5%. Суммарная амплитуда со всех формирователей была пропорциональна числу одновременно сработавших рядов счетчиков, т.е. количеству зарегистрированных фотонов, образованных каждой частицей.

Такая методика полезна и в случае регистрации заряженных частиц, так как кроме измерения потерь энергии можно без дополнительных устройств контролировать прохождение частиц через все нужные счетчики.



0 5cm

○ **Заземленные проволочки**
× **Высоковольтные проволочки**

Рис.1 Разрез двухсекционного пропорционального счетчика.

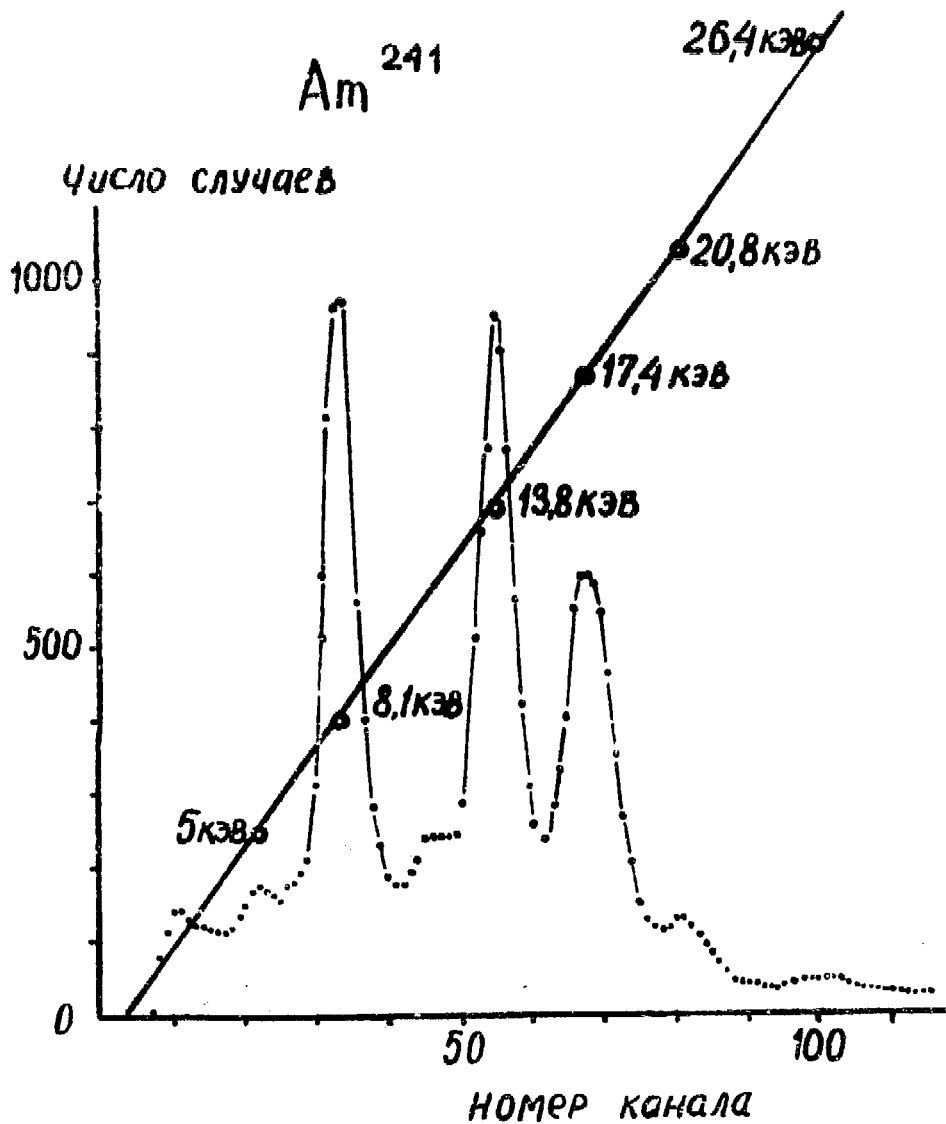


Рис.3 Энергетический спектр изотопа Am^{241} . Сплошная линия — зависимость амплитуды сигнала от энергии фотонов.

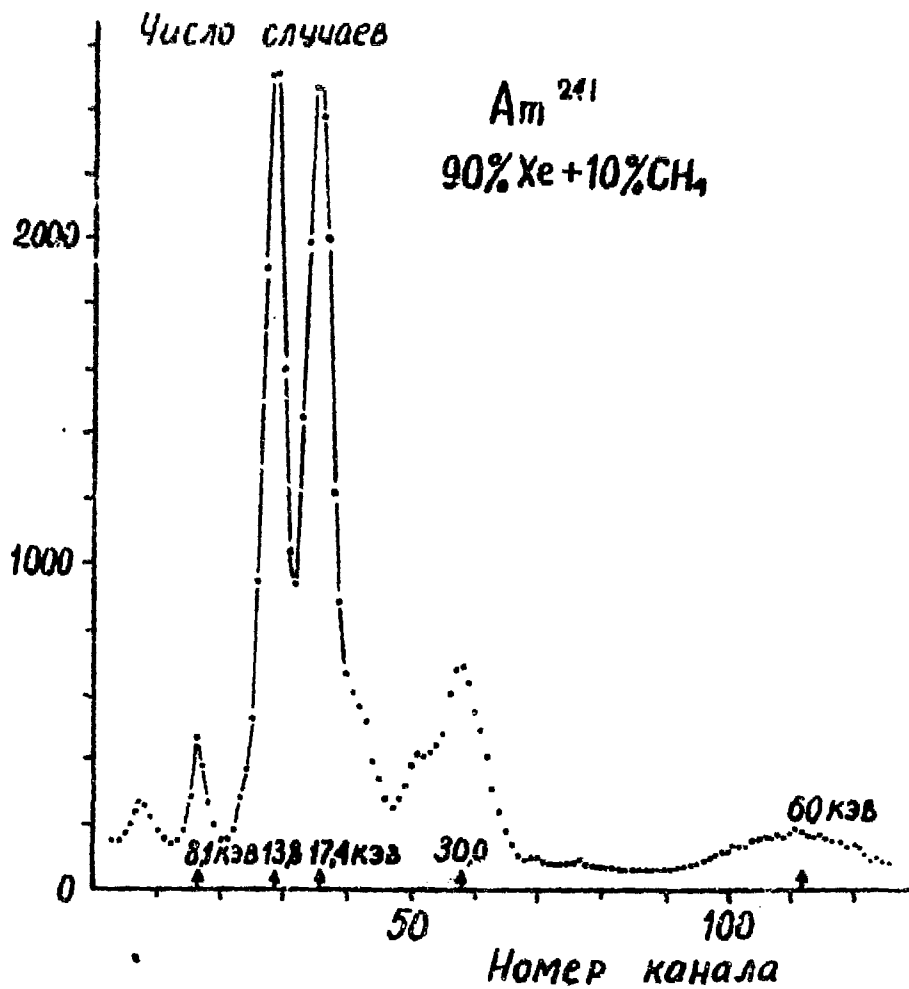


Рис.4 Энергетический спектр изотопа Am^{241} при наполнении счетчика смесью 90% Xe + 10% CH₄.

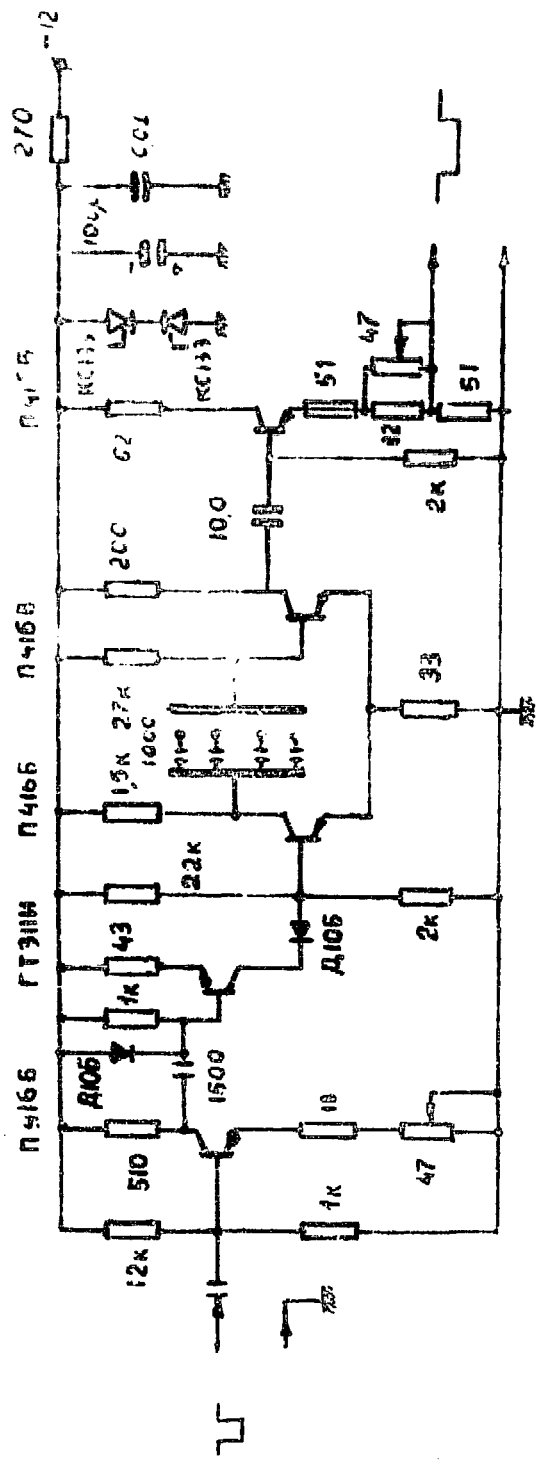


Рис.5 Принципиальная схема формирователя импульсов по амплитуде и длительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф.Р.Арутюнян, К.А.Исхриян, А.Г.Оганесян, А.А.Франгия. ЖЭТФ, 52 II21 (1967).
2. L.C.L.Yuan, C.L.Wang and S.Prunster, Phys. Rev. Lett. 23, 496 (1969).
3. L.C.L.Yuan, C.L.Wang, H.Uto and S.Prunster. Phys. Lett., 31B, 603 (1970).
4. L.C.L.Yuan. Int. Conf. on Cosmic Rays , Australia (1972).
5. Бета и гамма-спектроскопия. Под редакцией К.Зигбана, стр.179. Изд. физико-математической литературы Москва (1959)

Рукопись поступила 25-го января 1974г.

Редактор Л.П.Мукаян

Заказ 0636

ВФ-03260

Тираж 300

Подписано к печати 22/III-74г. Формат издания 30 x 40

0,7 уч.изд.л. Ц. 6 к.

Отпечатано на ротепринтере

Ереванского физического института, Ереван 36, пер.Маркariana 2