


**ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**  
**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**YEREVAN PHYSICS INSTITUTE**



Р.О АВАКЯН, В.Г.ГАВАЛЯН, М.П.ЛОРИКЯН,  
В.Г.ТАРЛАМАЗЯН, К.К.ШИХЛЯРОВ

**МНОГОПРОВОЛОЧНЫЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ**  
**КООРДИНАТНЫЙ ДЕТЕКТОР С АВТОМАТИЧЕСКИМ**  
**СЪЕМОМ ИНФОРМАЦИИ**

Նախնաորիկ ԵՖԻ-1164(41)-89

Ռ. Հ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Վ. Գ. ՂԱՎԱԼՅԱՆ, Մ. Պ. ԼՈՐԻԿՅԱՆ,\*

Վ. Գ. ԹԱՌԼԱՄԱԶՅԱՆ, Կ. Կ. ՇԽԵԼՅԱՆՈՎ

ԲԱԶՄԱԼԱՐ ԴԻԷԼԵԿՏՐԻԿ ԿՈՈՐԴԻՆԱՏԱՑԻՆ ԴԵՏԵԿՏՈՐ՝

ԻՆՓՐՄԱՑԻԱՑԻ ԱՎՏՈՄԱՏ ԱՏԱՅՄԱՐ

Բերված են ուղյառիվիստական  $\beta^-$ -մասնիկների և ունագենյան  $\gamma$ -քվանտների  $E_{\gamma} = 5,9$  ԿԷՎ՝ զրանցման արդյունավետության չափման արդյունքները՝ քազմալար դիէլեկտրիկ դետեկտորներով (ԲԴԴ), որոնք աշխատում են սնուցման իմպուլսային ռեժիմում: Բնական են մի քանի տեխնոլոգիական հարցեր: Իրագործված է ինֆորմացիայի ավտոմատ ստացումը ԲԴԴ-ից: Չափված է  $\beta^-$ -մասնիկների տարածական քաշխումը՝ դետեկտորի հավասարաչափ մոտազայթման և կոլիմացիայի դեպքում:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1989

---

\* Երևանի անասնաբուժական-անասնաբուծական ինստիտուտ



УДК 239.1.074

Р. О. АВАКЯН, В. Г. ГАВАЛЯН, М. П. ЛОРИКЯН,\*  
В. Г. ТАРЛАМАЗЯН, К. К. ШИХЛЯРОВ

МНОГОПРОВОЛОЧНЫЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КООРДИНАТНЫЙ ДЕТЕКТОР  
С АВТОМАТИЧЕСКИМ СЪЕМОМ ИНФОРМАЦИИ

Приводятся результаты измерения эффективности регистрации релятивистских  $\beta^-$  - частиц и рентгеновских  $\gamma$  - квантов  $E_\gamma = 5,9$  кэВ многопроводочными диэлектрическими детекторами (МДД), работающими в импульсном режиме питания. Рассмотрены некоторые технологические вопросы. Осуществлен автоматический съем информации с МДД. Измерено пространственное распределение  $\beta^-$  - частиц при равномерном облучении детектора и при колликации.

Ереванский физический институт  
Ереван 1989

---

\* Ереванский зооветеринарный институт

R.O.AVAKIAN, V.G.GAVALIAN, M.P.LORIKIAN,\*  
K.K.SHIKHLYAROV, V.G.TARLAMAZIAN

A MULTIWIRE DIELECTRIC COORDINATE DETECTOR  
WITH AUTOMATED DATA READOUT

The results of measurement of the efficiency of relativistic  $\beta^-$ -particle and 5.9 keV X-ray  $\gamma$ -quanta detection by means of a multiwire dielectric detector (MDD) with a pulsed power supply, are presented. Some Know-how aspects are considered. An automated data readout from the MDD is realized. The spatial distribution of  $\gamma$ -particles is measured at a uniform and collimated irradiation of the detector.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1989

---

\* Yerevan Institute of zoology and veterinary science

## Введение

Принцип работы детектора основан на явлении дрейфа и размножения электронов в пористых диэлектриках под воздействием сильного электрического поля  $E = (10^4 - 10^5) \text{ В/см}$  [1-7].

Такие детекторы обладают рядом уникальных характеристик, таких как хорошее пространственное ( $\Delta x = \pm 80 \text{ мкм}$ ) и отличное временное ( $\Delta t < 1,0 \text{ нс}$ ) разрешение, малое количество вещества ( $\sim 10^{-3} \text{ г/см}^2$ ) при высокой эффективности регистрации частиц. Кроме того, в ряде случаев может оказаться важным обстоятельство, что детекторы работают в вакууме.

Все это позволяет надеяться на возможность их широкого использования в тонких физических экспериментах, в частности, они могут быть использованы в фокальных плоскостях спектрометров, экспериментах по каналированию частиц, измерении времени пролета осколков и ядер и их идентификации, а также в других случаях.

В частности, в данной работе описан многоспиральный диэлектрический детектор с рабочим веществом  $\text{CsJ}$  с аналитическим выводом информации, предназначенный для профилирования

лучка электронов в экспериментах по каналированию частиц, производимых на Ереванском синхротроне.

### Многопроволочный диэлектрический детектор (МДД) с рабочим веществом CsJ

МДД представляет собой систему из двух плоских катодов, из тонких металлических мелкоструктурных сеток с прозрачностью  $\sim 70\%$ , разнесенных на расстоянии в несколько сот микрон. Пространство между ними заполнено пористым диэлектриком CsJ. По средней плоскости между катодами с шагом 500 мкм натянуты анодные сигнальные нити, из золоченой проволоки марки ВА диаметром 25 мкм. Сигнальные проволочки выведены на разъемы типа МРН-44, приклеенные к корпусу детектора, сделанного из стеклотекстолита толщиной 5 мм. Детектор работает в вакууме не хуже  $10^{-2}$  торр.

Все используемые детекторы имели площадь  $\sim 2 \text{ см}^2$  и рабочую среду CsJ с плотностью  $\sim 2\%$  от нормальной. Пористые слои CsJ получают путем напыления в атмосфере сухого азота при давлении 4 торр. Подробное описание конструкции и технологии изготовления детекторов можно найти в [5-8].

### Эффективность регистрации $\beta^-$ и $\gamma$

Измерялась эффективность регистрации электронов  $\beta^-$  для  $E_e \geq 0,7 \text{ МэВ}$  в зависимости от напряжения питания и толщины рабочего слоя. Электроны мониторировались сцинтилляционным счетчиком. Все сигнальные проволочки были объединены на входе

одного линейного усилителя со временем нарастания  $\sim 2$  нс, коэффициентом усиления  $K = 200$  и входным импедансом  $50 \text{ Ом}$ . Уровень шумов, приведенный ко входу, составил  $100 \text{ мкВ}$ . В связи с эффектом поляризации диэлектрического слоя детектора его питание осуществлялось в импульсном режиме, причем с целью увеличения скорости релаксации в промежутках между рабочими импульсами подавалось обратное напряжение  $U_{\text{обр.}} = +700 \text{ В}$  положительной полярности. В соответствии со структурой пучка Ереванского синхротрона длительности рабочего и обратного импульсов составляли соответственно  $3$  и  $17 \text{ мс}$ .

Результаты измерений показаны на рис.1. Видно, что во всех случаях детектор работает по всей толщине рабочего слоя. Счетные характеристики выходят на плато на уровне  $(80-90)\%$  при длине плато  $\sim (100-300) \text{ В}$ .

Измерение эффективности регистрации квантов  $^{55}\text{Fe}$  с

$E_{\gamma} = 5,9 \text{ кэВ}$  производилось с помощью предусилителя с улучшенными входными параметрами (время нарастания  $\sim 1 \text{ нс}$ ). Благодаря этому рабочее напряжение удалось понизить на  $(300-400) \text{ В}$ . Абсолютное число квантов в рабочем телесном угле определялось предварительно с помощью полупроводникового детектора типа БДРК 2/1 - 25, имеющего  $100\%$ -ую эффективность их регистрации. Кванты  $^{55}\text{Fe}$  регистрировались диэлектрическим детектором с толщиной рабочего слоя  $\text{CsJ}$ , равной  $800 \text{ мкм}$ , достаточный для практически  $100\%$ -го их поглощения. Эти результаты приводятся на рис.2.

Отметим, что с помощью данного предусилителя была измерена эффективность регистрации электронов  $^{90}\text{Sr}$  с  $E_e \geq 0,7 \text{ МэВ}$  также и многопроволочным эмиссионным детектором (МЭД) [7].

Параметры МЭД следующие: шаг сигнальных проволок - 500 мкм , зазор катод-катод - 600 мкм, толщина пористого слоя - (580±10) мкм. Результаты измерений приведены на рис.3. МЭД интересен тем, что если по обе стороны одной катодной плоскости расположить сигнальные проволочки, взаимно повернутые на 90°, то на одной простой конструкции можно получить обе пространственные координаты. При этом исчезает необходимость, по крайней мере, в двух катодных плоскостях, т.е. уменьшается количество вещества по пути частицы.

#### Некоторые особенности технологии и работы МДД

Было проведено сравнение двух одинаковых МДД, отличающихся лишь способом заполнения межэлектродного пространства пористым веществом. В первом случае на обе катодные плоскости напылялся пористый слой толщиной, равной зазору анод-катод, при этом имеет место флюктуация этой толщины. Поэтому в пространстве вблизи сигнальных проволочек пористое вещество оказывается придавленным, увеличивая свою плотность, либо вовсе отсутствует. Второй способ заключается в том, что на одну из катодных плоскостей пористый слой напыляется толщиной на несколько десятков микрон меньше, чем зазор катод-анод, затем устанавливается анод, и напыление продолжается через сигнальные проволочки до полной рабочей толщины детектора, после чего устанавливается второй катод. Во втором способе рабочий слой детектора оказывается однородным по всей толщине. Кроме того, в этом случае значительно уменьшается опасность порчи гигроскопического рабочего слоя, особенно в области сигнальных проволочек, во время сборки

детектора. Все это приводит к тому, что детектор, изготовленный во втором случае, требует рабочего напряжения на  $\sim(200-300)$  В ниже, чем в первом.

Детектор, в котором толщины рабочих слоев с обеих сторон от сигнальной плоскости составляли  $\sim 400$  мкм, эксплуатировался в режиме импульсного питания, когда значение обратного восстанавливающего напряжения  $U_{обр.} = 0$ .

В этом случае детектор испытывался около 6 ч при интенсивности облучения  $\sim 10^3$  частиц/мм<sup>2</sup>. За это время эффективность регистрации частиц не претерпела изменений. Исследовалась стабильность работы детектора от отношения длительности рабочего импульса  $t_{up}$  ко времени между ними при этом  $U_{обр.} = 0$ . Эффективность регистрации оказалась стабильной на уровне  $\sim 90\%$  вплоть до значения  $t_{up}/t_{U_{обр.}} = 0,25$ , а затем начала падать.

#### Измерение пространственного распределения частиц

Так как созданный нами профилометр на основе МДД предназначен для работы на пучке электронов Ереванского синхротрона, то в настоящее время проведены предварительные его испытания на электронах  $^{90}\text{Sr}$ .

Рабочий слой МДД имеет толщину 800 мкм, шаг намотки сигнальных проволочек 500 мкм. Каждая сигнальная нить имеет индивидуальный канал регистрации, включающий линейное усиление, быстрый ИЛИ, динамическую задержку и запись информации в совпадении со стробирующим импульсом установки. Электронные схемы съема и запоминание информации базируются на БИС К405хII, содержа-

них по два канала регистрации [9]. Каждый из 16 проводов детектора объединены в один адрес. Каждый модуль электроники содержит два адреса. Съем записанной информации осуществляется с помощью модуля последовательного опроса [10]. Процесс опроса можно наблюдать на дисплее, а также в виде гистограмм на экране осциллографа, управляемого модулем осциллографического дисплея. Все модули, в том числе и модуль управления, изготовлены в стандарте КАМАК. Двусторонняя связь перечисленного оборудования через магистраль КАМАК с ЭВМ "Электроника-60" осуществляется крейт-контроллером ККЗ-60, К-002. Более подробное описание аппаратуры можно найти в [11,12].

На рис.4 в качестве иллюстрации работы МДД на линии с ЭВМ показаны пространственные распределения электронов  $^{90}\text{Sr}$ , равномерно падающих на площадь детектора (крестики), а также через отверстие коллиматора (квадратики).

Представленные распределения получены на экране осциллографического дисплея. Оба распределения соответствуют геометрии облучения.

#### Заключение

1. Хотя МДД обладают высокой эффективностью регистрации, плато не достигает 100%. Это можно объяснить тем обстоятельством, что плотность вероятности  $P(u)$  для распределения величины сигналов на выходе детектора не равна нулю при  $u=0$ .
2. Рабочая площадь детектора  $\sim 2 \text{ см}^2$  не является предельной. В настоящее время изготовлен и испытан детектор с рабочей площадью  $\sim 12 \text{ см}^2$ , и намечается довести площадь до  $100 \text{ см}^2$ .
3. Когда рабочая среда вокруг анодных проволок заполняется

непрерывным напылением и исключается его контакт с атмосферой. питающее напряжение понижается на 300-400 В.

4. Использование многопроволочных диэлектрических детекторов в качестве профилометра позволяет более прецизионно определить пространственное распределение частиц (точность определения  $\pm 150$  мкм).

Авторы выражают благодарность Белякову Э.С., Васинюку И.Е. и Аветисову Л.Г. за помощь при изготовлении и наладке модулей КАМАК.

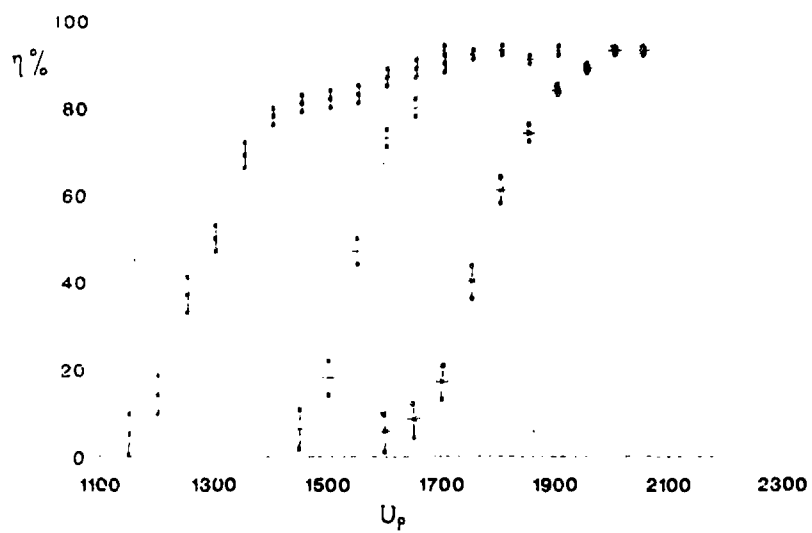


Рис. 1

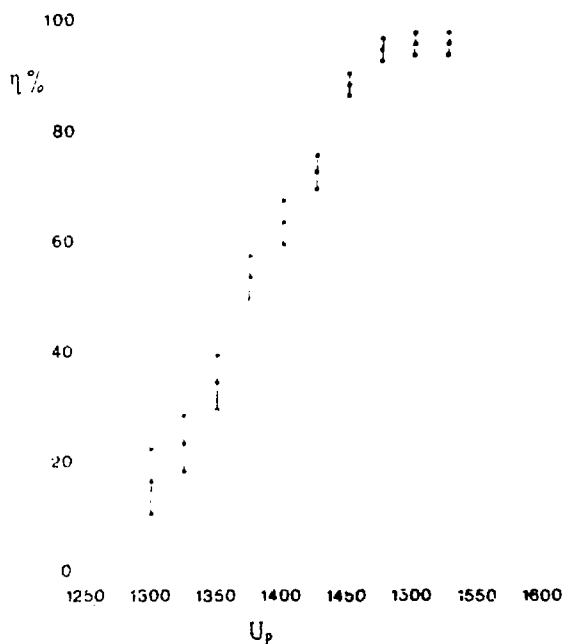


Рис. 2

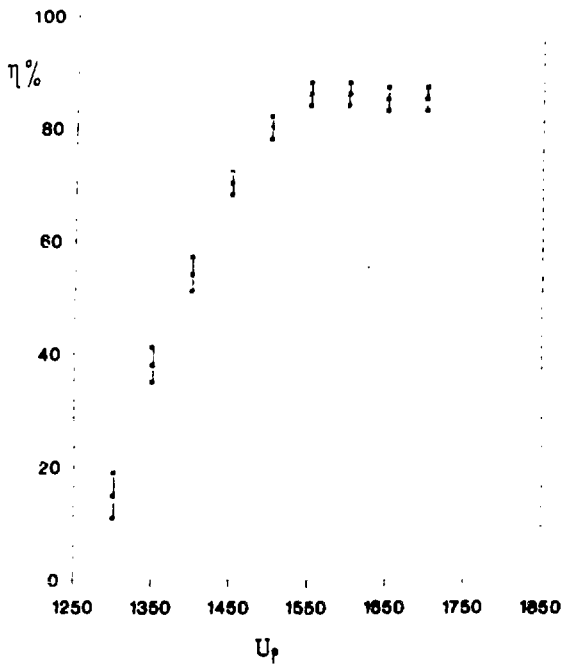


Рис.3

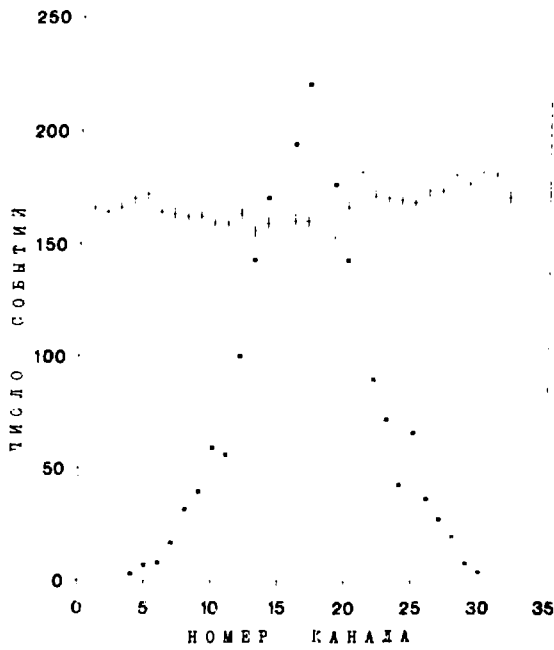


Рис.4

## ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1 Зависимость эффективности регистрации минимально ионизирующих электронов от рабочего напряжения при толщинах рабочего слоя CsJ : ■ - 400 мкм, + - 800 мкм, \* - 1200 мкм для МДД.
- Рис.2 Зависимость эффективности регистрации  $\gamma$  - квантов с энергией  $E = 5,9$  кэВ от рабочего напряжения  $U_p$  для многопроволочного диэлектрического детектора (МДД).
- Рис.3 Зависимость эффективности регистрации минимально-ионизирующих электронов от рабочего напряжения  $U_p$  для многопроволочного эмиссионного детектора (МЭД) с толщиной рабочего слоя CsJ 580 мкм.
- Рис.4 Пространственное распределение электронов  $^{90}\text{Sr}$ , падающих равномерно на площадь детектора (крестики) и через отверстие коллиматора (квадратики).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лорикян М.П., Кавалов Р.Л., Трофимчук Н.Н., Давтян Э.Е. Вторичная электронная эмиссия в области высоких энергий. Изв. АН Арм.ССР, Физика, 1973, т.8, вып.1, с.33.
2. Лорикян М.П., Кавалов Р.Л., Трофимчук Н.Н. Исследование вторичной электронной эмиссии рыхлых пленок КСР при высоких энергиях. Препринт ЕФИ-19(73), Ереван, 1973.
3. Lorikian M.P., Kavalov R.L., Trofimchuk N.N. The Investigation of Controlable Secondary Electron Emission from Single Particle- NIM, 1974, vol.122, p.377.
4. Трофимчук Н.Н., Лорикян М.П., Кавалов Р.Л. и др. О механизме управляемой вторичной электронной эмиссии. ЖЭТФ, 1975, т.69, вып.2(8), с.639.
5. Gukasian S.M., Kavalov R.L., Lorikian M.P., Markarian Yu.L. Investigation of the Dielectric Particle Detector.- NIM, 1979, vol.167, p.427.
6. Гукасян С.М., Кавалов Р.Л., Лорикян М.П. и др. Диэлектрический детектор заряженных частиц с рабочим веществом КСР- ПТЭ 1981, № 1, с.47.
7. Гавалян В.Г., Лорикян М.П., Арванов А.Н. и др. Многопроволочный эмиссионный детектор. ПТЭ, 1984, т.4, с.72.
8. Гавалян В.Г., Арванов А.Н., Гукасян С.М. и др. Исследование детекторов на основе явления управляемой вторичной электронной эмиссии. Изв. АН Арм.ССР, Физика, 1984, т.19, вып.3, с.152.

9. Афанасьев Ю.А., Басиладзе С.Г., Гусак Н.В. и др. Большая гибридная интегральная схема .Сдвоенный канал регистрации для пропорциональных камер. Препринт ОИЯИ, I9-I055, Дубна, 1977.
10. Аракелян В.Н., Беляков Э.С., Буюкян С.П. и др. Модуль последовательного опроса каналов МПК в стандарте КАМАК. Препринт ЕФИ-344(2)-79, Ереван, 1979.
11. Апресян А.Н., Асатрян Р.А., Айвазян Р.Б. и др. Результаты разработок многопроволочных пропорциональных камер в Ереванском физическом институте. Препринт ЕФИ-486(29)-81, Ереван, 1981.

Рукопись поступила 23 апреля 1989 г.

Р.С.АВАКЯН, В.Г.ГАВАДЯН, М.П.ЛОРИКЯН, В.Г.ТАРЛАМАЗЯН,  
К.К.ШИХЛЯРОВ

МНОГОВИВОЛОЧНЫЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КООРДИНАТНЫЙ ДЕТЕКТОР  
С АВТОМАТИЧЕСКИМ СЪЕМОМ ИНФОРМАЦИИ

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

---

Подписано в печать 31/УП-89

ВФ-02197 Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч.изд.л. 0,8

Тираж 299 экз. Ц. 12 к.

Зак.тип.№ 1039

Индекс 3649

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван 36, ул.Братьев Алиханян, 2

**The address for requests:  
Information Department  
Yerevan Physics Institute  
Alikhanian Brothers 2,  
Yerevan, 375036  
Armenia, USSR**

**ИНДЕКС 3649**



**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**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**