

ԵՐԵՎԱՆԻ ԳՐԱԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ  
ԵՐԵՎԱՆՍԻ ԲՆԱՆՈՒԹՅԱՆ  
ԵՐԵՎԱՆՍԻ ԲՆԱՆՈՒԹՅԱՆ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄ ՆԱՍՏՈՒՆԱԿԱՆ ԵՐԵՎԱՆԻ  
ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ

ЕФИ-64(74)

*Г.Л.Баятян, Г.С.Вартанян, О.М.Винницкий, Н.К.Григорян,  
С.Г.Князян, В.А.Маишеев, А.Т.Маргарян, В.П.Сахаров,  
Ю.М.Сапунов, А.М.Фролов.*

СИСТЕМА МЕЧЕНИЯ ГАММА-КВАНТОВ НА 40 ГЕВ-НОМ  
ЭЛЕКТРОННОМ ПУЧКЕ СЕРПУХОВСКОГО УСКОРИТЕЛЯ

ԱՐՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ

1974



ЕРЕВАН

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ-64(74)

Г.Л.БАЯТЯН<sup>✱</sup>, Г.С.ВАРТАНЯН<sup>✱</sup>, О.М.ВИННИЦКИЙ<sup>✱</sup>,  
Н.К.ГРИГОРЯН<sup>✱</sup>, С.Г.КНЯЗЯН<sup>✱</sup>, В.А.МАИШЕЕВ<sup>✱✱</sup>,  
А.Т.МАРГАРЯН<sup>✱</sup>, В.П.САХАРОВ<sup>✱✱</sup>, Ю.М.САПУНОВ<sup>✱✱</sup>,  
А.М.ФРОЛОВ<sup>✱</sup>.

СИСТЕМА МЕЧЕНИЯ ГАММА-КВАНТОВ НА 40 ГЭВ-НОМ  
/ ЭЛЕКТРОННОМ ПУЧКЕ СЕРПУХОВСКОГО УСКОРИТЕЛЯ

✱ Ереванский физический институт, Ереван.

✱✱ Институт физики высоких энергий, Серпухов.

Г.Л.БАЯТЯН, Г.С.ВАРТАНЯН, О.М.ВИНИЦКИЙ,  
Н.К.ГРИГОРЯН, С.Г. КНЯЗЯН, В.А.МАИШЕЕВ,  
А.Т.МАРГАРЯН, В.П.САХАРОВ, Ю.М.САПУНОВ,  
А.М.ФРОЛОВ

СИСТЕМА МЕЧЕНИЯ ГАММА-КВАНТОВ НА 40 ГЭВ-НОМ  
ЭЛЕКТРОННОМ ПУЧКЕ СЕРПУХОВСКОГО УСКОРИТЕЛЯ

Описывается традиционная система меченых  $\gamma$ -квантов. Логическая схема электроники и большая длительность первичного электронного пучка позволили его мониторингирование, а также эффективное мечение тормозных  $\gamma$ -квантов и сильное подавление регистрации фоновых событий.

Ереванский физический институт  
Ереван 1974

Scientific Report ЕФИ-64(74)

G.L.BAYATYAN\*, N.K.GRIGORYAN\*, A.M.FROLOV\*\*,  
V.A.MAISHHEEV\*\*, A.T.MARGARYAN\*, S.G.KNYAZYAN\*,  
V.P.SACHAROV\*\*, Yu.M.SAPUNOV\*\*, G.S.VARTANYAN\*,  
O.M.VINITSKI\*

THE SYSTEM OF PHOTON TAGGING ON 40-GeV ELECTRON  
BEAM OF SERPUCHOV ACCELERATOR

Conventional tagging system of bremsstrahlung photons is described. The logic of our experimental electronics and the expanded spill of the electron beam provided the beam monitoring as well as the efficient tagging of bremsstrahlung photons and the strong suppression of background.

\*) Yerevan Physics Institute

\*\*) JNEP - Serpuchov

Введение

Метод меченых фотонов для получения моноэнергетических  $\gamma$ -квантов известных энергий нашел широкое применение на электронных пучках. Сущность метода [1,2] состоит в следующем: на тонкий радиатор направляют моноэнергетичный пучок электронов и отбирают тормозные  $\gamma$ -кванты или их взаимодействия по совпадениям с электронами отдачи, которые анализируются по энергии (импульсу). Энергия  $\gamma$ -кванта определяется разностью энергий электрона до и после тормозного излучения. На электронных ускорителях интенсивности пучков меченых  $\gamma$ -квантов на несколько порядков меньше полного потока тормозных  $\gamma$ -квантов в пучке из-за малой временной скважности электронов и ограниченного разрешения схем совпадений. Несмотря на это, такие пучки успешно использовались для исследования электромагнитных взаимодействий со сравнительно большими поперечными сечениями на светосильных установках [3,4].

В настоящей статье описан пучок меченых  $\gamma$ -квантов, полученный на 40 Гэв-ном электронном пучке Серпуховского ускорителя [5] с целью проведения ряда экспериментов, обсуждавшихся ранее в работах [6,7]. Большая длительность электронного пучка, до 2 сек в цикле работы ускорителя, позволяет эффективно использовать каждый электрон. Описанный в работе [5] магнитный канал

транспортировки электронного пучка был слегка модифицирован.

#### Система мечения

Схема получения меченых тормозных  $\gamma$ -квантов приведена на рис.1. Система мечения была построена на основе магнитного анализатора и сцинтилляционных счетчиков. Сформированный в канале пучок первичных электронов с центральным импульсом  $p = 40$  Гэв/с и импульсным разбросом  $\Delta p/p \approx \pm 3\%$  переопределялся мониторирующими этот пучок счетчиками  $C_1$  и  $C_2$  и направлялся на свинцовый радиатор  $R$  толщиной около  $0,08$  радиационной длины. За радиатором электроны с помощью магнита типа СП-129 [8] анализировались по импульсу и регистрировались шестиканальным годоскопом мечения. Годоскоп состоял из двух разнесенных рядов счетчиков  $T_{1-6}$  и  $T'_{1-6}$ , включенных попарно на совпадение. Счетчики  $C_1-C_3$  в совпадении выделяли электроны отдачи с импульсами  $p' = 6-26$  Гэв/с, что соответствовало рабочему интервалу энергий меченых  $\gamma$ -квантов  $E_\gamma = 34-14$  Гэв. Нижняя граница этого интервала определялась экспериментальной программой [6], верхняя граница - конструктивными характеристиками анализирующего магнита. Электроны отдачи с импульсами  $p' < 6$  Гэв/с попадали в ядро анализирующего магнита и вместе с образованными ими ливневыми частицами подавлялись антисовпадательным счетчиком  $A_3$ . Антисовпадательный счетчик  $A_4$  подавлял электроны отдачи с импульсами  $p' \sim 26-40$  Гэв/с. Антисовпадательные счетчики  $A_1$  и  $A_2$  предназначены для подавления случаев образования позитронов в радиаторе (электрон-позитронные пары, триденты и т.п.). Сигналы со счетчиков  $A_1-A_4$  через схему "ИЛИ" были заведены в антисов-

падение с сигналами от счетчиков  $C_1-C_3$ . Незапрещенный сигнал совпадения от счетчиков  $C_1-C_3$  разветвлялся и подавался на совпадения с сигналами от счетчиков каждого канала годоскопа  $T_i$  и  $T'_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ), образуя выходные импульсы каналов мечения. Эти импульсы через схемы пропускания регистрировались пересчетными приборами. Общий разрешающий сигнал, открывающий схемы пропускания, появлялся лишь при срабатывании только одного (любого) канала мечения одновременно со счетчиками, регистрирующими тормозной  $\gamma$ -квант или акт его взаимодействия (ливневой детектор ЛД на рис.1). Таким образом подавлялись как случаи одновременного срабатывания более чем одного канала мечения при множественных процессах в радиаторе (ливни и т.п.), так и ложные запуски каналов мечения, генетически связанными с электронным пучком частицами при отсутствии соответствующих тормозных  $\gamma$ -квантов. Разрешающий сигнал на схемы пропускания формировался следующим способом. Специальные схемы вырабатывали два сигнала, соответствующие случаю срабатывания одного и более каналов мечения и случаю срабатывания двух и более каналов мечения. В схеме антисовпадения первый сигнал запрещался вторым сигналом. Затем сигналы с выхода схемы антисовпадений и с ливневого детектора ЛД подавались на схему совпадений, выходной сигнал с которой открывал схемы пропускания.

Описанная логическая система обеспечила мониторингирование первичного электронного пучка, эффективное мечение тормозных  $\gamma$ -квантов и очень сильное подавление регистрации фоновых событий. Система была осуществлена с помощью унифицированных модулей наносекундной электроники.

### Пучок $\gamma$ -квантов

Регистрация  $\gamma$ -квантов и прямые измерения их энергий выполнены ливневым детектором. Ливневой детектор состоял из 20 пластин сцинтиллятора толщиной 1 см, просвеченных свинцовыми пластинами толщиной в 1 радиационную длину. Площадь пластин  $30 \times 30 \text{ см}^2$ . Свет от всех сцинтилляторов собирался с помощью одного световода на фотоумножитель. Ливневой детектор в первичном электронном пучке обеспечивал энергетическое разрешение около 12% (полная ширина амплитудного спектра на полувысоте), имел линейную зависимость амплитуды выходного сигнала от энергии электрона или  $\gamma$ -кванта и эффективность их регистрации 100%. Амплитудный спектр сигналов от ливневого детектора в пучке первичных электронов с импульсом  $p = 40 \text{ ГэВ/с}$  и  $\Delta p/p \approx \pm 3\%$  иллюстрируется на рис.2.

Привязка каналов мечения по энергии (импульсу) осуществлена по измеренному смещению пучка первичных электронов и счетчиков годоскопа по отношению к трассе  $\gamma$ -пучка. Эта привязка была проверена прямыми измерениями энергии меченых  $\gamma$ -квантов. С этой целью сигналы от установленного в  $\gamma$ -пучке ливневого детектора подавались на амплитудный анализатор типа АИ-128, который запускался выходными импульсами выбранного канала мечения. Полученные таким образом спектры  $\gamma$ -квантов для пяти каналов мечения представлены на рис.2. Спектры учитывают энергетический разброс первичных электронов, размеры счетчиков годоскопа и первичного электронного пучка в плоскости магнитного анализа и уширения из-за собственного энергетического разрешения ливневого детектора. Эти измерения показали, в частности, что частота появления

ложных импульсов мечения, когда отсутствуют  $\gamma$ -кванты в ливневом детекторе, по отдельным каналам составляла 5-12% от скорости счета в канале. Ложные импульсы в основном были обусловлены фоном низкоэнергетических мюонов и других заряженных частиц. Рабочий диапазон энергий меченых  $\gamma$ -квантов  $E_\gamma = 14-34 \text{ ГэВ}$  был разделен каналами мечения на пять почти равных интервалов. При выделенном потоке около  $2.5 \cdot 10^4$  первичных электронов в импульсе регистрировалось около  $2 \cdot 10^2$   $\gamma$ -квантов в интервале. Профили  $\gamma$ -пучка в его фокальной плоскости по горизонтали и вертикали, измеренные тонким подвижным сцинтиллятором с пластиной-конвертором, иллюстрируются на рис.3. Описанный пучок меченых  $\gamma$ -квантов был использован для измерений полных поперечных сечений фотопоглощения на ядрах с образованием адронов.

В заключение авторы выражают признательность А.И.Алиханяну за полезные обсуждения, а также К.А.Исприяну, А.С.Белюсову, Н.П.Буданову, Е.И.Малиновскому, В.И.Сергиенко и С.П.Денисову за помощь.

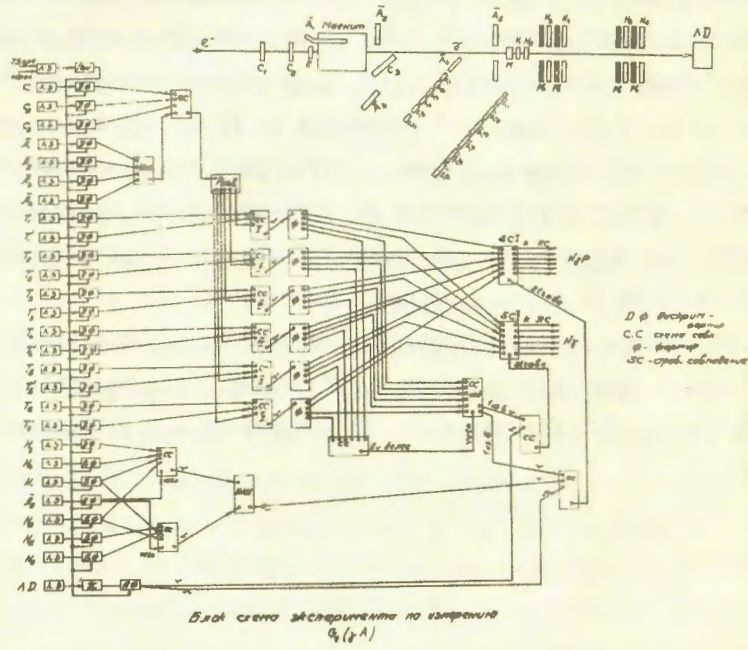


Рис. I

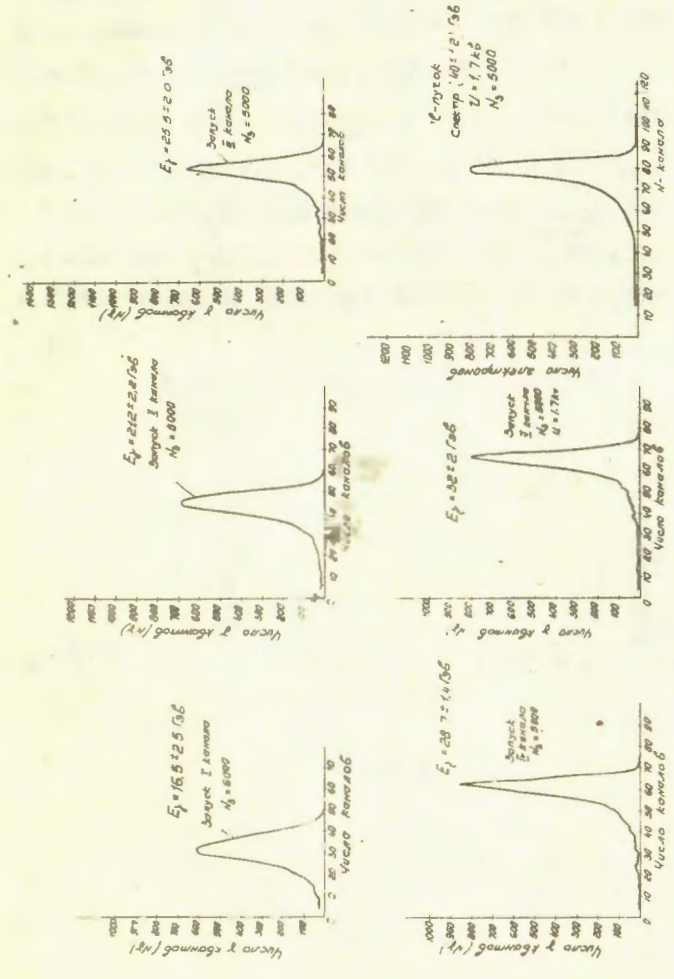


Рис. 2

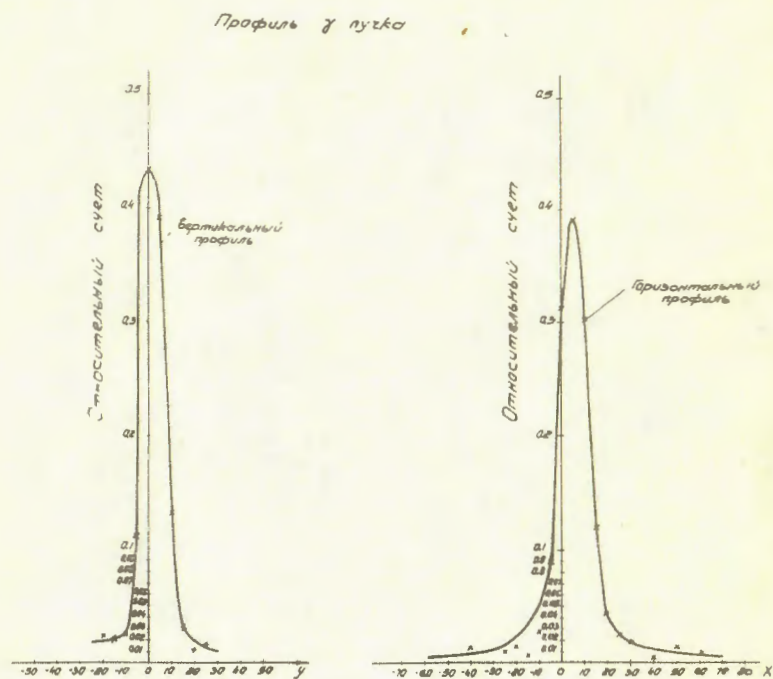


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. I.W.Weil, B.D. Mc Daniel, Phys.Rev. 92, 391 (1953).
2. В.П.Агафонов и др. ПТЭ, № 5, 47 (1962).
3. D.O.Caldwell et al., Phys.Rev.Lett., 23, 1256 (1969).
4. H.Meyer et al., Phys.Lett., 33B, 189 (1970).
5. С.С.Герштейн и др.. АЭ, 35, 181 (1973); Nucl.Instr.Meth. 112, 477 (1973); препринт ИФВЭ 72-93, Серпухов, 1972.
6. А.И.Алиханян и др.. Препринт ЕФИ-34-I(70), Ереван.
7. А.И.Алиханян и др.. Препринт ЕФИ-26(73), Ереван.
8. А.В.Алексеев и др..Препринт ИФВЭ 68-62, Серпухов, 1968.

Рукопись поступила 6-го марта 1974 г.

Редактор Л.П.Мукаян

Заказ 0751

ВФ-03325

Тираж 300

---

Подписано к печати 16/V-74г. Формат издания 30 x 40

0,5 уч. изд.л. Ц. 10 к.

---

\*Отпечатано на роталпринте

Ереванского физического института, Ереван 36, пер.Маркаряна 2