

С 344.1и

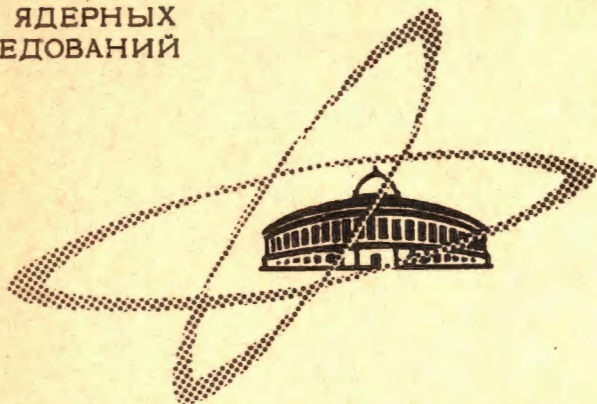
3/xii-66

В-18

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 2989



Г.Л. Варденга, В.Ф. Вишневский,  
Ю.Р. Лукстиньш, Э.О. Оконов, В.И. Устинов,  
С.А. Хорозов

УСТАНОВКА СО СТРИМЕРНОЙ  
ИСКРОВОЙ КАМЕРОЙ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОЧАСТИЧНЫХ  
РАСПАДОВ  $K_L^0$  - МЕЗОНОВ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1966

13 - 2989

Г.Л. Варденга, В.Ф. Вишневский,  
Ю.Р. Лукстиньш, Э.О. Оконов, В.И. Устинов,  
С.А. Хорозов

УСТАНОВКА СО СТРИМЕРНОЙ  
ИСКРОВОЙ КАМЕРОЙ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГЧАСТИЧНЫХ  
РАСПАДОВ  $\kappa_L^0$  - МЕЗОНОВ

4620/1 28

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БРЕЗНЕВ

В течение нескольких лет в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ исследования распадов  $K_L^0$ -мезонов проводились с помощью камер Вильсона. Существенным недостатком этого детектора является большое время чувствительности ( $\approx 0,1$  сек). При таком времени чувствительности фоновые условия давали возможность использовать только 0,1% интенсивности синхрофазотрона.

Применение установок с трековыми искровыми камерами, обладающими временем чувствительности порядка  $10^{-5}$  сек, при наличии избирательного запуска позволяет увеличить используемую интенсивность в  $10^3$  раз, что открывает возможности для регистрации редких распадов  $K_L^0$ -мезона.

Первым вариантом созданной нами такой установки была система искровых камер с большими межэлектродными промежутками<sup>/1/</sup>, которая помещалась в магнитное поле и запускалась счетчиками Гейгера-Мюллера, окружающими камеру.

Испытания такой системы в пучке  $K_L^0$ -мезонов при максимальной интенсивности дали удовлетворительные результаты. Однако неизотропный характер регистрации треков в испытанных камерах, а также большое время задержки запускающих импульсов от счетчиков Г.-М. (что является причиной малой эффективности одновременной регистрации нескольких непараллельных друг другу треков) привели нас к созданию новой установки со стримерной искровой камерой, запускаемой системой сцинтилляционных счетчиков.

Методические исследования различных авторов (см., например,<sup>/2/</sup>) показали пригодность стримерной камеры как трекового прибора, однако, установки со стримерной камерой в магнитном поле до сих пор не использовались в физических экспериментах.

В настоящей работе приводится описание экспериментальной установки со стримерной камерой в магнитном поле, которая предназначена для регистрации многочастичных распадов  $K_L^0$ -мезона. В пробных экспозициях были зарегистрированы первые случаи редких  $K_L^0$ -распадов.

## 1. Общая схема установки

Стримерная камера помещена в центре анализирующего магнита '2СП-40 с напряженностью поля  $H_{max} \approx 10$  кГс.

Вокруг камеры размещены сцинтилляционные счетчики запуска, работающие на совпадения (рис. 1), за перегородкой из 20 см свинца - антисовпадетельные счетчики. Генератор импульсного напряжения (ГИН) находится в зазоре магнита на расстоянии 20 см от камеры и соединен с ней фидером, к которому подключен и обрывающий разрядник. Треки фотографируются стереофотоаппаратом через верхнее стекло камеры и проволочный электрод. Управление - электроника для выделения событий (распадов  $K^0$ -мезонов), запуска поджигающего тиратрона и блок управления фотоаппаратом помещена в специальных стойках.

## 2. Искровая стримерная камера

Камера (60x35x16 см<sup>3</sup>) склеена эпоксидным клеем из стекла толщиной 7 мм и наполнена чистым неоном. Электроды приставные; нижний - дюралевый, верхний - прозрачный; из проволочек ( $\phi$  0,1 мм), которые через 4 мм интервалы припаяны к общей раме-трубке с диаметром 25 мм. Во избежание коронного разряда и пробоев на верхний полюс магнита трубка покрыта полиэтиленом (толщина слоя - 6 мм). Амплитуда высоковольтного импульса может меняться в пределах 12-18 кВ/см.

## 3. Питание стримерной камеры

Для осуществления стримерного режима в камере, наполненной чистым неоном, требуется импульс, амплитуда которого создавала бы поле 12-20 кВ/см, а длительность была бы порядка 15-40 нсек<sup>3/</sup>. Первоначально был изготовлен генератор импульсного напряжения по обычной, наиболее распространенной схеме. Оказалось, однако, что он работает недостаточно стабильно. Более того, большие габариты не позволяют поместить его в зазор магнита, а необходимость подачи высоковольтного импульса ( $\approx 300$  кВ) по кабелю привела к серьезным техническим трудностям.

Поэтому был создан генератор типа Маркса-Шнейдера<sup>4/</sup>. Первая модель этого генератора ГИН-1 оказалась непригодной для питания больших стримерных камер<sup>х)</sup>, поскольку его собственная выходная емкость была недостаточной. Действительно, если амплитуда вырабатываемого генератором импульса  $U_0$ , то на камеру подается напряжение

<sup>х)</sup> Этот генератор используется нами в настоящее время для питания малых стримерных камер, предназначенных для различных методических исследований.

$$U = U_0 \frac{C_0}{C_0 + C_k},$$

где  $C_0$  - емкость генератора,  $C_k$  - емкость нагрузки.

Емкость нагрузки составляет сумму емкостей камеры, фидера, паразитных емкостей генератора и т.д. Следовательно, рациональное использование высоковольтного импульса достигается, если выходная емкость генератора значительно больше емкости камеры и если минимальны размеры<sup>х)</sup> фидеров и генератора.

В последнем варианте установки используется генератор Маркса-Шнейдера (ГИН-2), который мало отличается по размерам от ГИН-1, но выходная емкость в 2,5 раза больше. Генератор собран из 16 конденсаторов ( $\phi$  80 мм, высота 10 мм,  $C=5200$  пФ) и помещен в цилиндр из оргстекла. Высота генератора 250 мм, диаметр 360 мм. Давление азота в объеме 4-5 атмосфер.

ГИН поджигается импульсом 16 кВ от тиратронного блока (ТГИ1-325/16). Для ускорения и стабилизации поджига в генератор вмонтированы 4 вольфрамовые иглы - источники ионов; на иглы подается напряжение +10 кВ, что вызывает коронный разряд.

Величина и длительность высоковольтного импульса регулируются напряжением заряда конденсаторов (обычно 18-22 кВ) и обрывающим разрядником. Для уменьшения флуктуаций в начале пробоя в разрядник также вмонтирована игла коронного разряда. Напряжение и время начала пробоя зависят от величины  $R = p \cdot d$ , где  $p$  - давление газа,  $d$  - расстояние между электродами. Очень удобно варьировать режим пробоя изменением давления азота, так как это дает возможность дистанционного управления.

## 4. Система запуска установки

Установку запускают определенные комбинации совпадений импульсов от сцинтилляционных счетчиков, которые окружают камеру. Размеры сцинтилляторов: 360x120x35 мм<sup>3</sup> и 140x140x40 мм<sup>3</sup>.

Фотоумножители выведены в область, где напряженность магнитного поля меньше 100 эрстед. Световоды (1350 мм) и магнитные экраны обеспечивают 100% эффективность регистрации релятивистских частиц.

Система размножителей импульсов и схем совпадений позволяет вырабатывать запускающий импульс от совпадений сигнала от выбранных комбинаций счетчиков или от прохождения частиц через любые два (три, четыре, и т.д.) счетчика.

<sup>х)</sup> Надо заметить, что малые габариты ГИН'а значительно упрощают проблему изоляции высоковольтных электродов. Ввиду того, что высота зазора магнита небольшая (50 см) и большая часть зазора заполнена счетчиками и свинцовой защитой, при изолировании ГИН'а приходилось преодолевать серьезные затруднения.

Два счетчика  $380 \times 780 \times 40$  мм включены на антисовпадение, чтобы убрать фон ускорителя - так называемые "проходящие"  $\mu$ -мезоны. Между этими счетчиками и системой запускающих счетчиков выложена свинцовая перегородка ( $220 \text{ г/см}^2$ ), чтобы продукты распада  $K_L^0$ -мезонов не вызывали срабатывания антисовпадательных счетчиков.

### 5. Фотографирование треков

Камера фотографируется через верхний электрод стереофотоаппаратом (ЛИТМО, объективы Руссар  $F = 80; 1 : 4,5$ ). Масштаб уменьшения  $1:10-1:12$ . Фотографирование производилось на аэрофотопленку чувствительностью 800 ед. ГОСТ при эффективной диафрагме  $1:8$ . При этом были получены достаточно четкие треки, позволяющие производить измерения с точностью  $2-4$  мм. Очевидно, что четкость треков (а стало быть точность измерения) можно улучшить, если использовать светосильные объективы и более чувствительную пленку. На фотографиях не было обнаружено сколь-нибудь заметных искажений треков.

### 6. Условия и результаты пробной экспозиции

Установка экспонировалась в пучке нейтральных частиц, который создается на внутренней мишени ускорителя и под углом  $90^\circ$  относительно первичного пучка протонов выводится на установку, расположенную в анализирующем магните 2СП-40 на расстоянии  $6$  м от мишени. В начале коллиматора на пути пучка расположен свинцовый фильтр толщиной  $10$  см, который сводил к минимуму число конверсионных  $\gamma \rightarrow e^+ e^-$  пар. Нейтроны из пучка не могли имитировать распады  $K_L^0$ -мезонов, так как энергия нейтронов недостаточна, чтобы родить заметное число  $\pi$ -мезонов (ядерные звезды с  $\pi^-$ -мезоном). Таким образом фоновые условия позволяли работать вплоть до максимальной интенсивности ускорителя ( $10^{11}$  протонов в цикле). При такой интенсивности через камеру проходит поток  $10^4$   $K_L^0$ -мезонов, из которых  $10^2$  распадаются в камере. Это позволяет регистрировать редкие моды распада  $K_L^0$ .

В результате пробной экспозиции, в которой исследовались различные варианты запуска, было зарегистрировано несколько 4-лучевых распадов  $K_L^0$ -мезона. Фотография одного из них приведена на рис. 2.

Следует отметить, что при работе на камере Вильсона в течение двух лет удалось сфотографировать всего 10 четырехлучевых распадов  $K_L^0$ -мезонов.

В заключение мы хотели бы выразить благодарность И. Голутвину, Ю. Заневскому, Ю. Кирюшину за неоценимую помощь на первых этапах подготовки установки к за-

пуску, механикам Н. Графову, В. Липатову за их большой вклад в создание установки. Мы благодарны также начальникам дежурных смен синхрофазотрона С. Федукону, В. Перфееву, И. Яловому, М. Якуте и остальному дежурному персоналу, обеспечившим бесперебойную работу ускорителя во время пробной экспозиции установки. Мы также благодарны В. Аксенову за помощь при конструировании генератора. Один из нас (Э.О.) очень признателен Т. Асатяни, В. Михайлову, В. Ройнишвили за полезные обсуждения.

### Л и т е р а т у р а

1. И.А. Голутвин и др. Препринт ОИЯИ 1819, Дубна 1964.
2. В.А. Михайлов, В.Н. Ройнишвили, Г.Е. Чиковани. ЖЭТФ 45, 818 (1963); Б.А. Долгошейн, Б.И. Лучков, Б.У. Родионов. ЖЭТФ 48, 1953 (1964); Т.Л. Асатяни. Вопросы физики элементарных частиц АН Арм. ССР, Ереван 1964.
3. А.И. Алиханян. Вопросы физики элементарных частиц. АН Арм. ССР, Ереван 1966.
4. E. Gygi, F. Schneider. Preprint CERN 64-46.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 октября 1966 г.

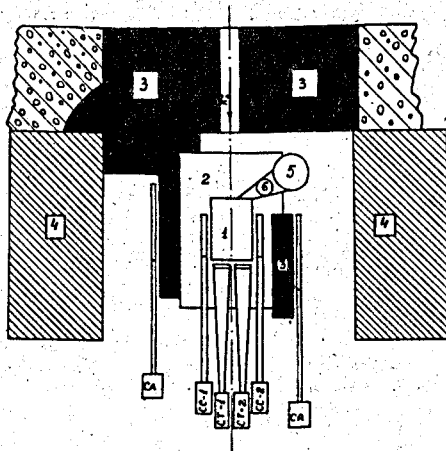


Рис. 1. Схема расположения установки.

1 - стримерная камера; 2 - полюс магнита 2СП-40, 3 - свинцовая защита, 4 - магнит 2СП-40 (обмотка), 5 - генератор импульсного напряжения, 6 - обрывающий разрядник; СС и СТ - сцинтилляционные счетчики, запускающие установку, СА - антисовпадательные счетчики для защиты от  $\mu$ -мезонов фона.

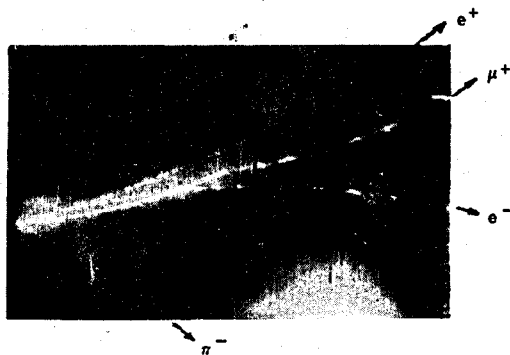


Рис. 2. Четырехлучевой распад  $K_L^0$ -мезона. Наиболее вероятная схема распада  $K_L^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + (e^+ e^-) + \gamma$  с последующим распадом  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$  (излом в одном из треков).