

С 343g + С 343 e2 + С 344 1a

+

Б - 232

Банник, Б. П. изр.

Б 2 - 1 - 713



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 2 - 1 - 713^x

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1978

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

Б.П.Евнин, Ю.Р.Лукстиньш, Э.И.Мальцев,

С.В.Мухин, Э.О.Оконов, С.А.Хорозов

БЭ-1-7113

ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ
РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЯДЕРНОЙ И ГИПЕРЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
С ПОМОЩЬЮ УСТАНОВКИ СИМ-200.

с.р. 3677

Рукопись поступила
в издательский отдел
.. 25 апреля 73

Коч

г.Дубна, 1973 г.

I. КАНАЛ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР НА МЕДЛЕННОМ ВЫВОДЕ ИЗ СИНХРОФАЗОТРОНА

Требование мощной защиты канала и ловушки для высокоинтенсивного пучка выведенных протонов создает определенные трудности для монтажа в этом районе канала выведенных ускоренных ядер. Попытки провести канал ускоренных ядер в непосредственной близости от протонного канала может привести к существенному ослаблению его защиты, что в свою очередь ограничит возможный уровень, используемой интенсивности выведенного пучка протонов из-за неблагоприятных фоновых и радиационных условий в измерительном павильоне. С этой точки зрения целесообразно было бы попытаться развести пучки ускоренных ядер и протонов в самом начале вывода. Один из возможных вариантов размещения канала ускоренных ядер на медленном выводе изображен на схеме I.

Предлагаемый вариант, не ослабляя защиты и ловушки для интенсивного пучка выведенных протонов, позволяет проводить электронные эксперименты в пучке релятивистских ядер (~~в том числе проект Сталинского~~), а также подключить к этим исследованиям СИМ-200, что даёт возможность эффективнее, полнее использовать эту установку, обеспечив её работу во время ускорения и вывода как протонов, так и различных ядер в управляемом режиме совместно с другими электронными методами. Следует подчеркнуть также, что вывод релятивистских ядер на СИМ-200 значительно расширяет имеющуюся гиперядерную программу исследований, запланированную для этой установки в пучках каонов.

П. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ СКМ-200,
СУЩЕСТВЕННЫЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПУЧКАХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ
ЯДЕР

От чисто электронных методов регистрации установку СКМ-200 отличает возможность наблюдать практически в геометрии 4П всю картину взаимодействия, если оно происходит в мишени (расположенной внутри стримерной камеры) или на ядре газа-наполнителя.

Таким образом, стримерная камера может быть использована как большая газовая мишень, являющаяся одновременно трековым детектором.

При этом предполагается измерение импульсов (пробегов) заряженных продуктов реакций, а также конвертирующих в конверторе γ - квантов. Такая "глобальная" информация представляется весьма важной особенно в начале исследований такого сложного по конфигурации и малоизученного процесса, каким является взаимодействие релятивистского ядра с ядром мишени. Не менее важно это обстоятельство и на последующих стадиях исследований, когда надо получить как можно больше информации о процессах, сопровождающих интересующее редкое явление. (Например, при включении в триггер установки СКМ-200 электроники, выделяющей ядерный кумулятивный эффект, позволяет, изучать особенности реакций рождения пионов (каонов) больших энергий. Таким образом, здесь речь идёт не о противопоставлении установки СКМ-200 другим электронным методом, а о возможности включения в триггер СКМ-200 любых электронных детекторов и систем, способных выработать управляющий импульс в пределах 1 ± 2 мксек.

Любая другая информация о регистрируемом событии, требующая для анализа большего времени, может быть введена в кадр с помощью светового табло (маркировка события) ^х). С целью координации будущих исследований в области релятивистской ядерной физики с помощью трековых детекторов, Представляет интерес, ~~с точки зрения возможности изучения основной проблемы,~~ сопоставить методические особенности СКМ-200 и 2-х метровой пропановой камеры.

Каковы же основные рабочие характеристики установки СКМ-200 ?

I) Рабочий объем стримерной камеры установки СКМ-200 (200 x 100 x 60 см³) определяется межполюсным пространством магнита СП-4I, а также необходимостью фотографирования одним широкоугольным стереофотоаппаратом, (с точки зрения фотографирования, 2-х метровая пропановая камера представляет собой 2 объема по 105 x 65 x 43 см³). Система в/в импульсного питания позволяет при необходимости увеличить длину стримерной камеры до 5 м и более, причем изготовление детекторного объема является как показал опыт не очень трудоемкой задачей. Так, например, на стенде для методических исследований в продолжение электродной системы основной стримерной камеры были вмонтированы ещё 2 стримерные камеры, которые питались одним и тем же генератором.

х) В 1974 году на СКМ-200 планируется осуществить такую систему высоковольтного импульсного питания, которая позволит включать в триггер малую ЭВМ для предварительного анализа (в пределах 1 мсек) события, которое нужно фотографировать.

2) Установка СКМ-200 - газовая мишень, являющаяся одновременно трековым детектором.

Система импульсного высоковольтного питания для СКМ-200гц ^{на 10} обеспечивает нулевой потенциал ^{в средней плоскости камеры,} внутреннего электрода, что дает возможность располагать внутри стримерной камеры мишень практически из любого вещества (в том числе и из металла) с целью изучения взаимодействий ядро-ядро. Однако наиболее привлекательным является использование в качестве мишени рабочего газа камеры: чистого неона и чистого гелия, а также аргона и ксенона, в которых был осуществлен стримерный режим. Для наблюдения, например, одного взаимодействия (за цикл ускорителя) ускоренной λ - частицы с ядром газа-наполнителя в СКМ-200 (Ne , He) необходима интенсивность $\sim 10^3$ /цикл.

3) Малая плотность рабочего газа стримерной камеры СКМ-200 являющегося мишенью (0,9 мг/см² для Ne 0,17 мг/см² для He)

Позволяет с большой точностью измерять очень малые энергии ядерных и гиперядерных фрагментов - продуктов взаимодействия в камере. Так в гелиевой стримерной камере область импульсов ядер, недоступных для измерения по пробегам, ^(для $R < 10$ мм) ограничена: ~~($R < 10$ мм)~~ в гелии; для ядер гелия $P_{\lambda} \leq 0,04$ Гэв/с, для ядер углерода $P_{\lambda} \leq 0,1$ Гэв/с; в неоне $P_{\lambda} \leq 0,09$ Гэв/с и $P_{\alpha} \leq 0,26$ Гэв/с^x) (соответствующие ограничения для пропановой пузырьковой камеры: $P_{\lambda} \leq 0,8$ Гэв/с и $P_{\alpha} \leq 3,2$ Гэв/с).

x) Соответствующие граничные значения кинетических энергий в гелии: $T_{\lambda} \leq 0,15$ Мэв, $T_{\alpha} \leq 0,4$ Мэв; в неоне: $T_{\lambda} \leq 1$ Мэв, $T_{\alpha} \leq 3$ Мэв (в пропане: $T_{\lambda} \leq 87$ Мэв, $T_{\alpha} \leq 470$ Мэв).

Возможность измерения по пробегам энергии ядер-продуктов в стримерной камере вплоть до $0.1 + 1$ Мэв, помимо своего очевидного преимущества, позволяет также эффективно использовать метод недостающих масс при кинематическом анализе событий с участием нейтральных частиц.

4) Время памяти стримерной камеры установки СКМ-200 может быть уменьшено до 10^{-6} сек. Это означает, что при наличии растяжки ускоренного пучка и выборочного запуска через камеру может быть пропущено 10^6 ускоренных ядер за цикл (до 10^7 при в/в питании ~ 10 гц) по сравнению с 3-мя ядрами в цикл - для 2-х метровой пропановой камеры. За экспозицию ~ 300 часов ($\sim 10^5$ циклов) в рабочем газе-наполнителе СКМ-200 будет происходить $\sim 10^8 + 10^9$ взаимодействий ядро-ядро (число зарегистрированных взаимодействий будет зависеть от эффективности триггера $\varepsilon = 10^{-3} + 10^{-1}$).

5) Точности измерения треков в СКМ-200

Для оценки уже достигнутой точности измерений приведем распределения ошибок измерений неотобранных треков в редких четырехлучевых распадах K^0 - мезонов, зарегистрированных в метровой стримерной камере СКМ-200 (рис. 2,3,4). Из приведенных распределений можно оценить среднее значение ошибок в импульсе $\Delta p/p \approx 0.02$, в плоском угле $\Delta \beta \approx 0.1^\circ$ и глубинном угле $\Delta \gamma \approx \alpha \approx 0.3^\circ$. Следует иметь в виду, что в 2-х метровой стримерной камере за счёт большей стабильности режима (система "блумлайн") и значительно большей средней длины измеряемых треков, абсолютная точность измерений может быть

существенно улучшена.

На основании имеющихся данных, можно ожидать, что в СКМ-200 при длине трека $l > 25$ см, в области $P/z \sim 5$ Гэв/с ошибка в импульсе будет равна $\Delta P/P \approx 3+4\%$.

Для точности измерений треков ядер в стримерной камере очень благоприятным является то обстоятельство, что здесь многократное рассеяние пренебрежимо мало даже для тяжелых ядер, в то время как в пропановой камере многократное рассеяние составляет основной источник ошибок. Так в соответствии с формулой для ложного радиуса за счёт многократного рассеяния

$$r_{\text{ми}} = \frac{0,1 \cdot P \beta (lX)^{\frac{1}{2}}}{z}$$

где P , z и l - импульс в Мэв/с, заряд и длина трека в см измеряемой частицы, β - отношение скорости частицы к скорости света, X - радиационная длина в см,

ошибки в измерении импульса только за счёт многократного рассеяния в пропановой камере составляют для ядер α и C с $P/z \sim 1$ Гэв/с соответственно 8% и 14%^{х)}, а в стримерной камере многократное рассеяние даёт $\Delta P/P$: для гелиевого наполнения 0,1% и 0,2%; для неоновоего наполнения 0,5% и 1%.

6) \tilde{d} - электроны в стримерной камере СКМ-200 могут быть также использованы для идентификации ядер, хотя этот вопрос

х) Большие ошибки измерения импульсов в пропановой пузырьковой камере делают затруднительным (или просто невозможным) разделение по соотношению пробег-импульс дейтонов и α -частиц практически для всего интервала измеряемых пробегов (см. рис. 5), а также разделение более тяжелых ядер (включая C) вплоть до $P/z \sim 1.5$ Гэв/с (см. рис. 5).

требует дополнительных методических исследований. Здесь очень важным обстоятельством является то, что в стримерной камере могут быть зарегистрированы δ - электроны значительно меньших энергий (см. графики на рис.6). На фотографии рис.7 изображен трек космической частицы в СКМ-200 с δ - электроном с энергией $\sim 0,1$ Мэв.

Плотность δ - электронов на следе заряженной частицы даётся соотношением:

$$g_{\delta} = K \frac{z^2}{\beta^2} \left[\frac{1}{W_{\min}} - \frac{1}{W_{\max}} - \frac{\beta^2}{W_{\max}} \rho_{\text{и}} \frac{W_{\max}}{W_{\min}} \right] \text{ см}^{-1},$$

где z и β - заряд частицы и отношение ее скорости к скорости света, W_{\min} и W_{\max} - минимальная и максимальная энергии δ - электронов, K - константа, равная $0,039$ Мэв/см и для пропана, $6,75 \cdot 10^{-5}$ - для неона, $1,27 \cdot 10^{-5}$ - для гелия.

В стримерной камере, наполненной неона, несмотря на значительно меньшее значение W_{\min} , плотность δ - электронов в несколько раз меньше, чем в пропановой пузырьковой камере. Тем не менее возможности идентификации частиц по максимальной энергии δ - электронов в стримерной камере в принципе значительно больше. Так, например, область импульсов, недостаточная для идентификации ядер максимальной энергии δ - электрона составляет: в гелиевой стримерной камере $P_L \leq 0,35$ Гэв/с, $P_S \leq 1,1$ Гэв/с; в неоновой стримерной камере $P_L \leq 0,5$ Гэв/с, $P_S \leq 1,5$ Гэв/с. (В пропановой пузырьковой камере соответствующие значения равны $P_L \leq 4$ Гэв/с и $P_S \leq 12$ Гэв/с)^{х)}.

х) При этом считалось, что энергию δ - электрона можно определить, если его пробег $R \geq 10$ мм.

7) Измерение ионизации

Мерой ионизирующей способности частиц в стримерной камере могут служить 3 параметра: 1) яркость стримеров; 2) плотность стримеров на единицу длины трека; 3) длина стримеров. Очень важным является то, что в стримерной камере имеется возможность измерять первичную ионизацию (число ионизационных центров) в отличие от пузырьковых камер, например, где измеряется полная ионизация ($\sim \frac{E}{W}$), которая сильно флуктуирует в соответствии с распределением Ландау. Это позволяет получать довольно хорошие точности в измерении ионизации ($\sim 15\%$ для треков длиной 40 см при $\frac{E}{m} \sim 0.8$ X). Таким образом можно рассчитывать на надёжную идентификацию многозарядных частиц по ионизации. Надо, однако, иметь в виду, что опыта в ионизационных измерениях на установках СКМ пока нет, это потребует дополнительных методических усилий.

8) Эффективность регистрации γ - квантов в СКМ-200

определяется толщиной γ - конвертора и может быть сделана достаточно большой. При этом, однако, уменьшается точность измерения импульса электронно-позитронной пары за счёт радиационных потерь в γ - конверторе. Таким образом, в пропановой пузырьковой камере можно обеспечить большую точность измерения импульсов γ - квантов при более высокой эффективности их регистрации. Тем не менее значительно больший поток ускоренных

х) Для пропановой пузырьковой камеры, соответствующая величина ошибки $\sim 30\%$.

ядер, который может быть пропущен через стримерную камеру позволяет использовать достаточно тонкие δ / конверторы без ущерба для точности измерения импульса электронно-позитронной пары ($\sim 0.05 \pm 0.10$). При этом общее количество зарегистрированных взаимодействий ядро-ядро с участием δ - квантов будет в $10^4 + 10^5$ раз больше, чем в преспановой пузырьковой камере.

IV. ПРИМЕНЕНИЕ ВРЕМЯ-ПРОЛЕТНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ФОНА ПРИ РАБОТЕ НА ВЫВЕДЕННОМ ПУЧКЕ ЯДЕР, УСКОРЕННЫХ ДО РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭНЕРГИЙ.

В связи с осуществлением на синхрофазотроне ускорения ядер до энергии 5 Гэв на нуклон и медленного вывода их из ускорителя открываются широкие возможности для проведения экспериментов в области релятивистской ядерной физики.

Однако в процессе транспортировки и формирования выведенного пучка может возникнуть заметная доля фоновых частиц.

В настоящей работе рассматривается возможность применения метода времени пролета для отделения пучковых частиц от фоновых.

Разработанная в ЛВЭ аппаратура позволяет определять время пролета заряженной частицы с точностью не хуже $\pm 0,5$ нсек. На рис. 8 приведена схема расположения аппаратуры.

Разница времен пролета между двумя базовыми счётчиками для частиц с массами m_1 и m_2 для релятивистского случая выражается следующей формулой:

$$\Delta t = \frac{L}{2c(\rho c)^2} \left[(m_1^* c^2)^2 - (m_2^* c^2)^2 \right]. \quad (I)$$

В случае работы с пучком релятивистских ядер все ядра будут иметь одинаковое отношение $\frac{m}{Z} = 2$ и отклонение их в магнитном поле. (В формуле (I) p_c - импульс определяемый по отклонению в магнитном поле, Величина $m^* = \frac{m}{Z}$). Легко видеть, что для всех ядер с одинаковым $\frac{m}{Z}$ и p_c разность времен пролета Δt будет равна нулю.

Следовательно, отделиться можно только от фона элементарных частиц, если пролетная база будет достаточно для разделения p и d .

Из (I) получим (для этого случая)

$$L = \frac{2 (p_c)^2 \Delta t}{3 (m c^2)^2}$$

При $p_c = 10$ Гэв/с и $\Delta t = 1$ нсек

$$L = 23 \text{ м.}$$

Помимо счётчикового годоскопа в триггер СКМ-200 может быть включен черенковский счётчик полного внутреннего отражения, который позволяет разделить частицы с $Z = 1$ и $Z = 2$ в интервале импульсов λ - частиц $6+10$ Гэв/с.

В случае, когда полный поток не превосходит $(1+2) \times 10^5 \frac{1}{\text{цикл}}$, для выделения частиц с $Z \geq 2$ могут быть использованы сцинтилляционные счётчики, работающие интегральным амплитудным дискриминаторами.

(Средняя амплитуда имп. от частиц с $Z = 2$ вчетверо больше средней амплитуды имп. от частиц с $Z = 1$).

Для многозарядных ионов ($Z \geq 10$) можно использовать газовые сцинт. счётчики с амплитудным интегральным дискриминатором.

У. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СКМ-200

Нет необходимости перечислять основные проблемы релятивистской ядерной физики: они сформулированы в работах А.М.Балдина, подробно и основательно изложены в проекте 2-х метровой пропановой камеры, в котором содержится также очень интересное предложение М.И.Подгорецкого наблюдать быстрые гиперфрагменты, рожденные при взаимодействии ядра с ядром. Полезно было бы, однако, рассмотреть экспериментальные подходы к решению некоторых задач в области релятивистской ядерной и гиперядерной физики в связи с новыми возможностями, которые открывает использование стримерной камеры установки СКМ-200.

I) В ближайшее время на синхрофазотроне планируется ускорение и медленный вывод ядер гелия (α - частиц). Поэтому наряду с проводимыми в ЛВЭ исследованиями в пучках дейтронов, должно быть начато изучение взаимодействия релятивистских α - частиц с ядрами. Особый интерес здесь представляют $\alpha\alpha$ - взаимодействия, хорошо наблюдаемые в стримерной камере с гелиевым наполнением. Наиболее простой по триггеру эксперимент - наблюдение всех возможных взаимодействий ядро-ядро. При этом стримерная камера запускается системой счётчиков ^{х)} (небольших по площади - по размерам пучка) обнаружившей ускоренное ядро до камеры при отсутствии этого ядра после нее. Амплитуда последнего счётчика "зарезается" амплитудным

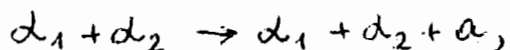
х) Наиболее эффективным было бы использование (особенно для $\alpha\alpha$ - взаимодействий) одной из систем небольших пропкамёр, созданных в ЛВЭ, в простейшем режиме пропорционального счётчика.

дискриминатором, чтобы исключить события, когда фрагмент - результат ядерного взаимодействия, случайно совпавший по P/z с налетающим ядром, попадет в "послекамерный" телескоп.

Эта первая экспозиция может быть проведена в октябре месяце, если медленный вывод λ - частиц на СКМ-200 будет осуществлен до ^{июня} апреля 1973 года.

2) Полученная, таким образом, общая информация о различных реакциях взаимодействия может оказаться статистически недостаточной (общее число зарегистрированных взаимодействий $\sim 10^5$), однако, эта информация дает возможность правильно выбрать более жесткий триггер для дальнейшего исследования редких процессов, представляющих интерес ^{x)}.

Годоскопическая система СКМ-200 вырабатывает триггер при испускании 2, 3, 4 и более частиц, и одновременно с триггером "выбывания из пучка" позволяет выделять реакции типа

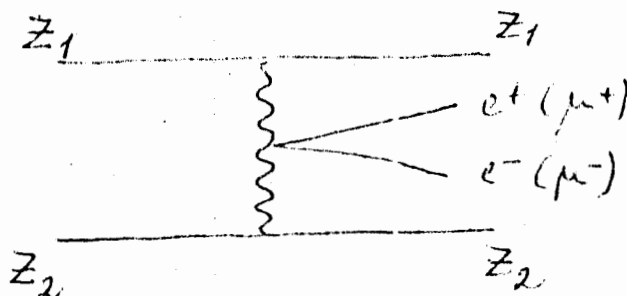


где a - φ , ω , f и другие мезоны, распадающиеся с испусканием 2-х и более частиц.

Очень важным для идентификации частиц, родившихся в $\alpha\alpha$ -взаимодействии, является то обстоятельство, что это взаимодействие является (как это было отмечено в "пропановом" проекте) изотопическим фильтром.

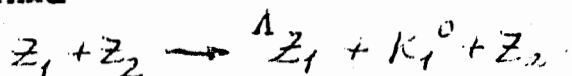
x) В настоящее время ведутся расчёты (по Монте-Карло) эффективности триггера СКМ-200 к различным реакциям $\alpha\alpha$ -взаимодействия.

3) Из задач релятивистской ядерной физики, не требующей на СКМ-200 сложного триггера, следует отметить процесс,



который практически невозможно наблюдать другими методами^{х)}. Благодаря большому пробегу электронов и позитронов в газе - наполнителе в СКМ-200 при соответствующем уменьшении магнитного поля возможно изучение этого процесса, если его сечение не меньше 10^{-28} см⁻² (теория предсказывает $\sim 10^{-26}$ см⁻²).

4) Возможность наблюдать в СКМ-200 релятивистские гиперфрагменты по существу открывает новую область исследований. Включение в триггер распада $K_1^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ дает возможность в принципе получать и кинематически выделять любые гиперядра в реакциях типа



Сечение такой реакции, по-видимому, будет очень мало, но большое количество взаимодействий, происходящих на ядрах газостримерной камеры, позволяет надеяться на успех.

В гиперядерной программе СКМ-200 наибольший интерес представляют следующие проблемы:

х) На это обстоятельство обратили наше внимание Д.Троян, А.Никитин, А. Гаспарян.

- а) Наблюдение и изучение тяжелых гиперядер;
- б) Измерение времени жизни гиперядер;
- в) Исследование резонансных состояний в распадах гиперядер.

Облучение СКМ-200 в пучках релятивистских ядер значительно расширяет существующую гиперядерную программу и позволяет использовать уникальные возможности, связанные с наблюдением релятивистских гиперядер.

VI. КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

Установка СКМ-200 является эффективным прибором для исследований широкого круга проблем релятивистской ядерной и гиперядерной физики с большой перспективой изучения взаимодействий ядер с всё большими и большими Z по мере осуществления их ускорения на синхротроне ЛВЭ и повышения их интенсивности. С точки зрения перспектив установки СКМ-200, очень важной также является возможность включения в её триггер информации с других электронных детекторов и установок.

Облучения установки СКМ-200 в пучке релятивистских ядер могут быть проведены с помощью ОЭФА без ущерба основной программе исследований, поскольку ускорения протонов и ядер разнесены по времени. Более того, возможность наблюдения гиперфрагментов большой энергии, родившихся во взаимодействии ускоренных ядер с ядрами, существенно расширяют планируемые на СКМ-200 исследования в области гиперядерной физики.

К обработке снимков и анализу результатов желательно привлечь всех заинтересованных физиков и особенно участников "пропанового" проекта, которые могли бы на СКМ-200 реализовать часть своей программы.

Оганов

Шиндлер

Березин

Ильин

Соркин

~~Мамин~~

Мамин

Рис. 2. Распределение ошибок измерения импульсов в стигмерной камере СКМ-100, наполненной неонном.

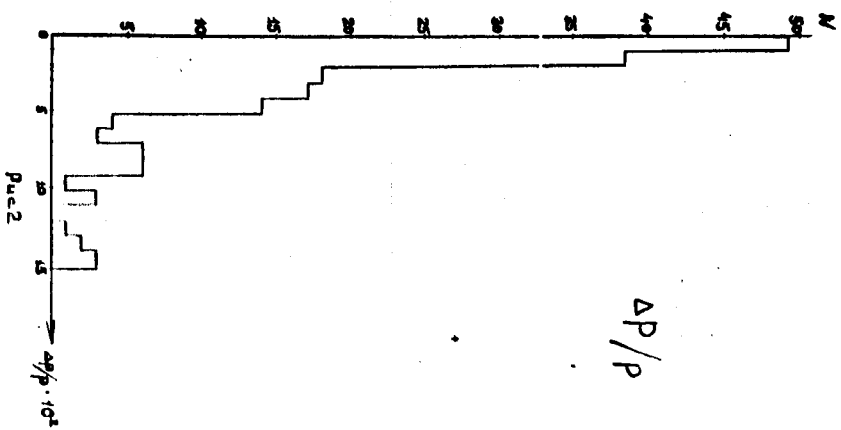
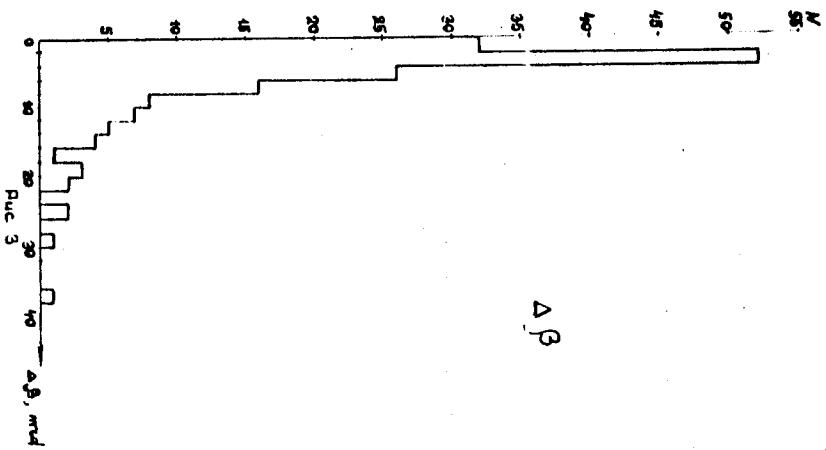


Рис. 3. Распределение ошибок измерения угла в стигмерной камере СКМ-100, наполненной неонном.



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СКМ-200 и ДТК-500

Тип установки	Размеры рабочего объема (см ³)	Наполнение (б) (плотность г/см ³)	Лупостимый поток ускоренных ядер (за 1 цикл)	Общее число взаимодействий в камере (за 10 ⁵ циклов)	Общее число гипертермических повреждений за 10 ⁵ циклов	Точности				Минимальный импульс (Тав/с) доступный для измерения по методу (R = l см)	Среднее число надстроек max Q - электронов на 100 см пробега с (30 Тав)	Область импульсов (Тав/с) возможная идентификация ядер по E _{max} (R _д ≥ 1 см)	Точность измерения концентрации (Р/см ² ~ I)				
						Экспериментально полученные значения ошибок		Ожидаемые значения ошибок для ядер гелия (α) и углерода (C) (для трекон c c l ≤ 27 см, R _д ~ 1)						Δβ	α	β	γ
						ΔP/P	Δβ	ΔP/P	α								
200x100x60 (а)	He (1.8·10 ⁴) Ne (a) (9·10 ⁻⁴)	10 ⁶ (г)	2·10 ⁸ (г) 4·10 ⁸ (г)	10 ⁴ (г) 10 ⁵ (г)	- (e) - 2% 0,1° (0,3°)	-3% -4%	0,3° 0,3°	~4% ~5%	0,04 0,09	0,1 0,26	~10 ~20	p ≤ 0.35 p ≤ 0.5	p ≤ 1.1 p ≤ 1.5	10% +15% (х)			
															7%	0,5°	10+12% (14%) (20%)
210x65x43	C ₃ H ₈ (0,43)	~3	3·10 ⁵	50													

- а) Одновременно с основной камерой может работать дополнительный детекторный объем того же сечения (100 x 60 см²) с длиной до 5 м (вне магнитного поля).
- б) В качестве мишени внутри стримерной камеры СКМ-200/10 можно поместить мишень из любого материала.
- в) Неон в естественной смеси (если он изотопически не очищен) состоит из 90% Ne²⁰ и 10% Ne²². Возможны наполнители Ar - 1.8·10⁻³ и Xe - 5,9·10⁻³ г/см³
- г) При переходе на режим 10 гд эта величина увеличится в 3-4 раза
- д) Без учёта эффективности регистрации (идентификации)
- е) Экспериментальные данные по СКМ-100 (на СКМ-200 ожидаются лучшие точности)
- з) Экспериментальные данные гамбургской группы (опыта измерения концентрации на установках СКМ пока нет).

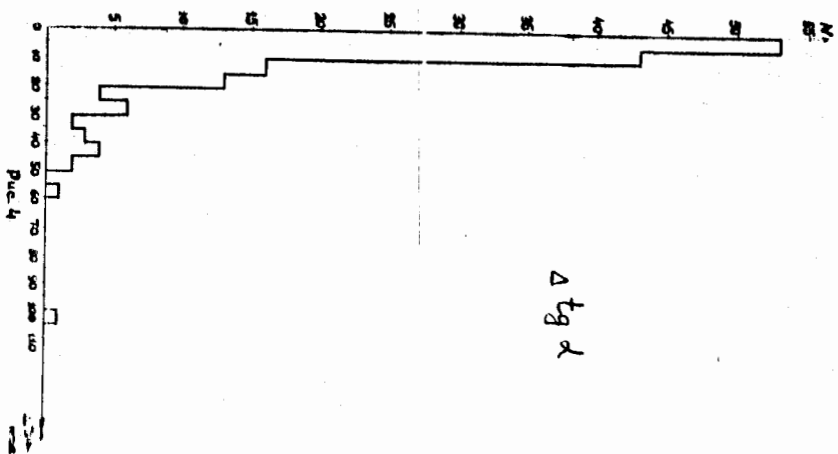


Рис. 4. Распределение ошибок измерения в стримерной камере ОКМ-100, наполненной неон.

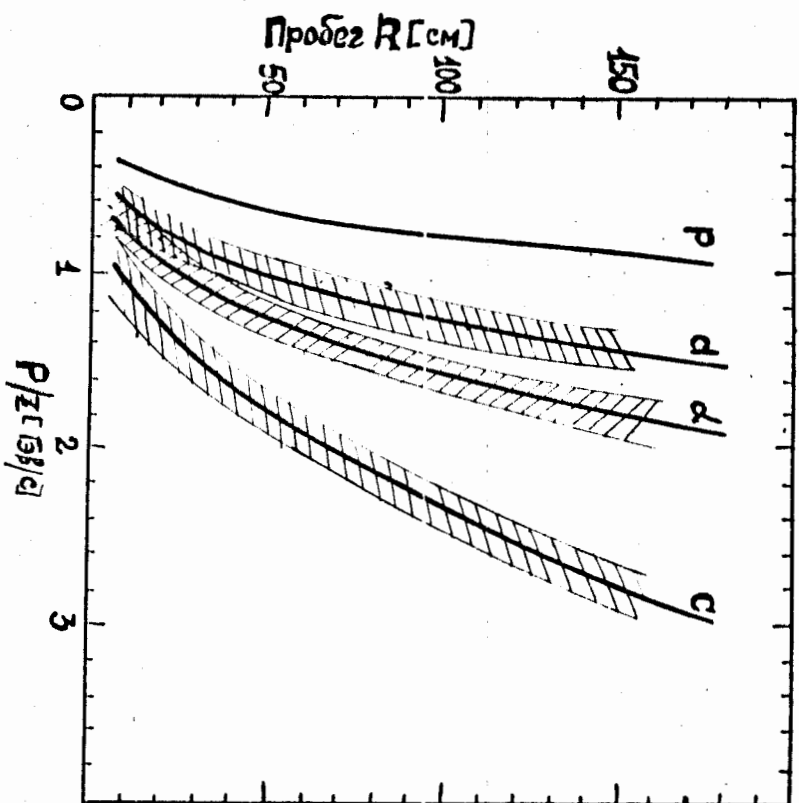


Рис. 5. Зависимость пробега R от величины $P/2$ в пропановой камере. Заштрихованная область - коридор ошибок.

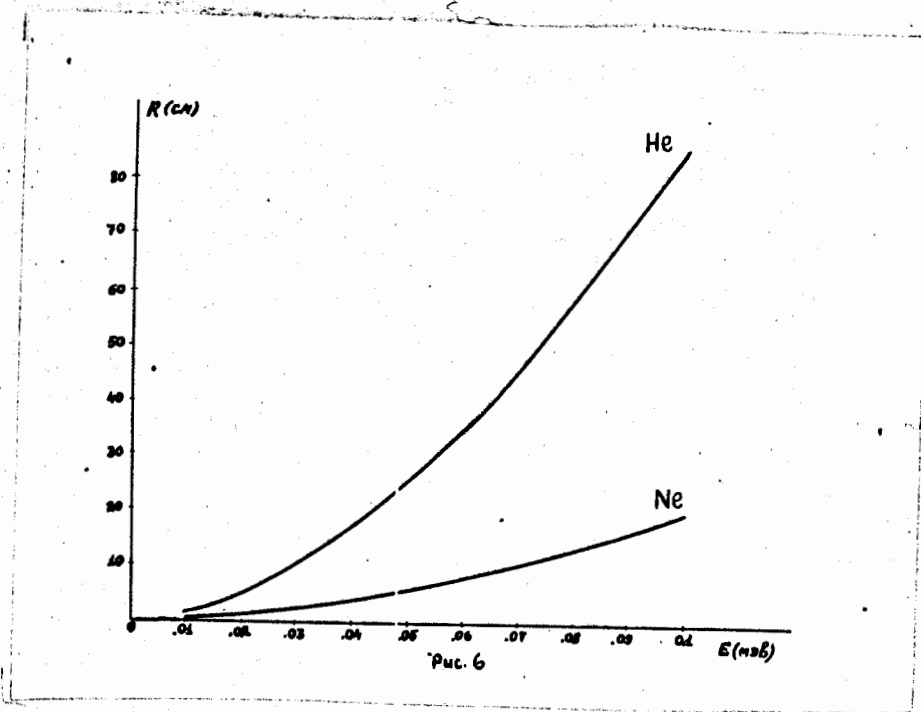


Рис.6. Соотношение пробег-энергия для электронов в гелии и неоне.

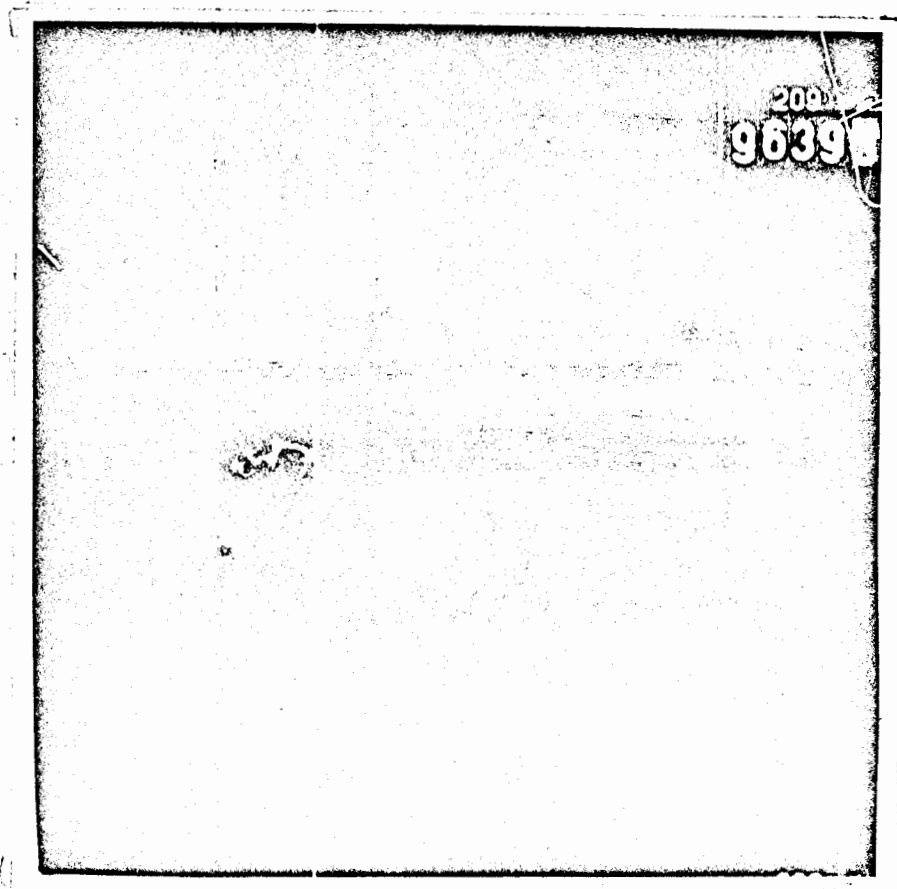
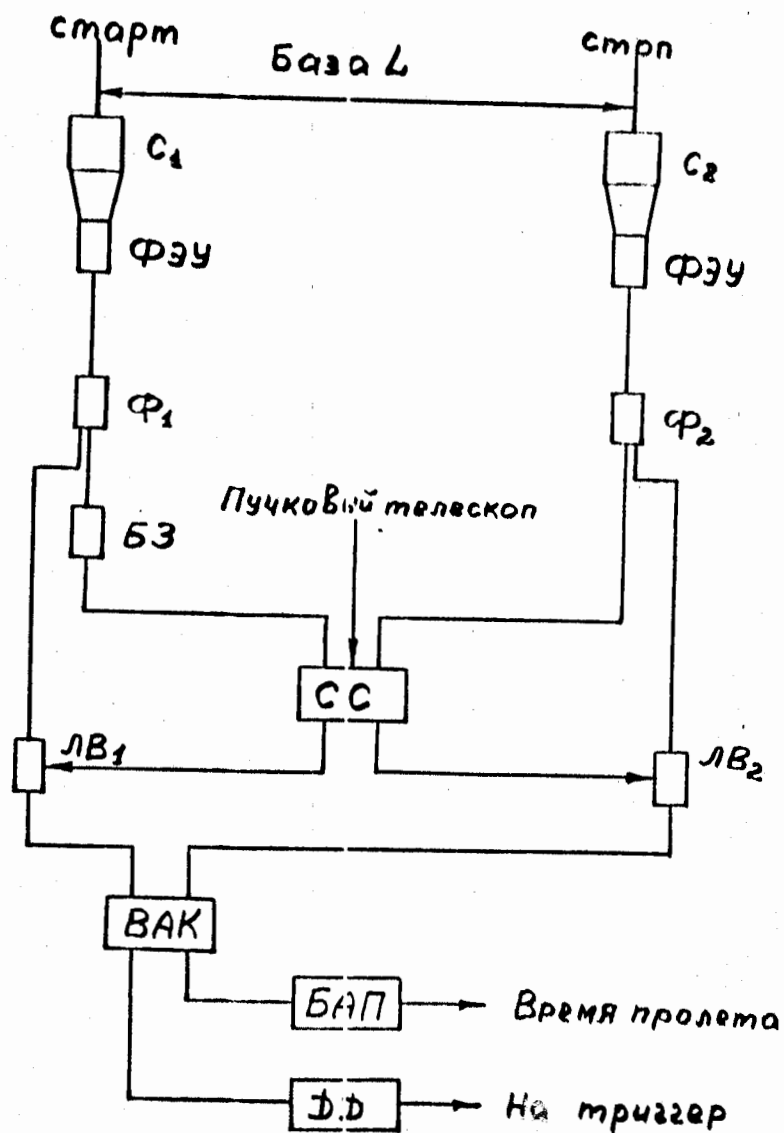


Рис.7. Трек заряженной частицы с δ - электроном ($E \sim 0,1$ Мэв) в стримерной камере СКМ-200.



- C_1, C_2 - сцинтиляционные счетчики
- ФЭУ - фоточувствительные элементы
- Φ_1, Φ_2 - формирователи с временной крутизной
- СС - схема совпадений
- ЛВ₁, ЛВ₂ - линейные ворота
- ВАК - время-амплитудный конвертор
- БАП - амплитудный цифровой кодировщик
- ДД - дифференциальный дискриминатор

Рис. 8. Блок-схема системы измерения времени пролета.

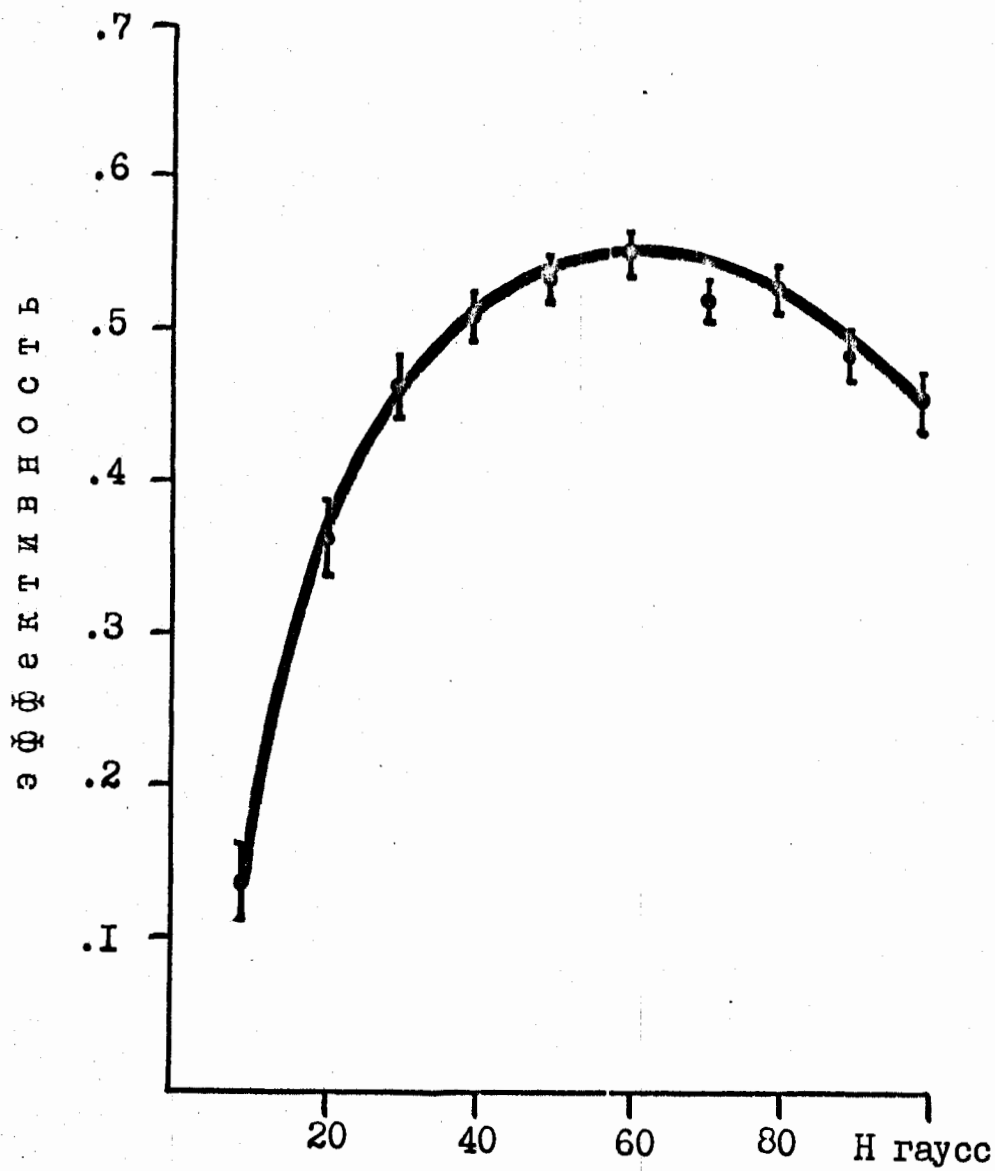


Рис. 9. Приближенный расчёт эффективности СКМ-200 к реакции $\alpha + \text{He} \rightarrow \alpha + \text{He} + e^+e^-$ при $v_{\alpha} = 20$ Гэв/с в зависимости от величины магнитного поля H .