

b.25

30

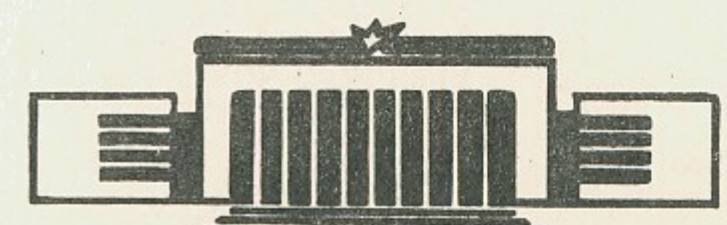
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
СО АН СССР

Л.М.Барков, Г.А.Блинов, И.Б.Вассерман,
В.М.Добрынин, П.М.Иванов, И.А.Кооп, В.С.Охапкин,
Н.М.Рыскулов, А.Н.Скринский, В.П.Смахтин,
Е.П.Солодов, Б.И.Хазин,
Ю.М.Шатунов, А.И.Шехтман.

**ИЗМЕРЕНИЕ ФОРМФАКТОРА ЗАРЯЖЕННОГО
КАОНА С ПОМОЩЬЮ КРИОГЕННОГО
МАГНИТНОГО ДЕТЕКТОРА**

Препринт № 82-122

БИБЛИОТЕКА
Института ядерной
физики СО АН СССР
ИНВ. № _____



Новосибирск

На электрон-позитронном накопителе ВЭПП-2М измерено сечение реакции $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ при четырех значениях суммарной энергии частиц 1.086, 1.180, 1.253 и 1.348 ГэВ. Эксперимент проведен с помощью криогенного магнитного детектора, позволяющего выделять каонные события по измеренному импульсу. Полученные сечения подтверждают данные предыдущих экспериментов о значительном превышении экспериментально измеренных сечений рождения заряженных каонов над предсказанием модели векторной доминантности с ρ , ω и ϕ мезонами.

1. Введение

Электромагнитный формфактор заряженных каонов измерялся несколькими экспериментальными группами во Фраскати [1], Орсе [2] и Новосибирске [3]. При полной энергии пучков до 1.4 ГэВ сечение рождения заряженных каонов было измерено только с помощью детектора «ОЛЯ», где разделение частиц проводилось по их взаимодействию с веществом детектора.

На установке ВЭПП-2М [4] установлен криогенный магнитный детектор (КМД) [5], который позволяет проводить импульсный анализ событий. Благодаря применению низкой температуры и повышенного давления газовой смеси при работе оптической искровой камеры получено пространственное разрешение 60 мкм, что при максимальном магнитном поле в центре детектора 32 кГс обеспечивает импульсное разрешение 2.5% при импульсе частиц 0.5 ГэВ/с. Высокое пространственное и импульсное разрешение детектора позволяют хорошо отделять события рождения заряженных каонов от событий электрон-позитронного рассеяния и фона космических частиц во всей области энергий ВЭПП-2М.

В данной работе приведены результаты экспериментов с КМД, демонстрирующие возможности детектора по выделению событий рождения пары заряженных каонов. Измерения проводились при четырех значениях полной энергии пучков: 1.086, 1.180, 1.253 и 1.348 ГэВ. Получены значения сечения рождения и квадрата формфактора заряженных каонов.

2. Постановка эксперимента

В первых экспериментах не удавалось использовать максимальное магнитное поле детектора, поэтому величина магнитного поля H в центре детектора при первых трех значениях энергии составляла 14 кГс. Регистрировались только коллинеарные события. Набранный интеграл светимости составил 6.7 обратных нанобарн.

При энергии 1.348 ГэВ события рождения пары заряженных каонов выделялись из коллинеарных событий, полученных в эксперименте по изучению множественного рождения пионов, в

При энергии 1.348 ГэВ события рождения пары заряженных каонов выделялись из коллинеарных событий, полученных в эксперименте по изучению множественного рождения пионов, в котором коллинеарные события использовались для нормировки сечений множественного рождения. В этом эксперименте для уменьшения числа фоновых фотографий, использовались условия запуска при которых регистрировались коллинеарные события, вылетающие только в пределах азимутального угла 45 градусов вблизи горизонтальной плоскости. При этом эффективность регистрации для коллинеарных событий была уменьшена приблизительно в четыре раза и существенно подавлялся фон от космических частиц, летящих, в основном, вертикально. Измерения проводились при $H=20$ кГс. Для выделения событий рождения пары каонов обработан интеграл светимости 15.5 обратных нанобарн.

Всего было получено около 160 тысяч фотографий. Координаты искр на фотографиях, содержащих треки заряженных частиц, измерялись с помощью сканирующего автомата [5]. Всего обмерено около 8000 кадров. Остальные фотографии не содержат треков заряженных частиц и представляют собой фоновые запуски.

По координатам искр на пленке восстанавливались траектории заряженных частиц в детекторе.

3. Разделение событий

Для выделения коллинеарных событий накладывались ограничения на углы расколлинеарности треков в плоскости перпендикулярной оси пучков $\Delta\varphi < 6^\circ$ и в плоскости содержащей ось пучков $\Delta\Theta < 10^\circ$. Расчеты показывают, что за указанные границы в результате рассеяния заряженных каонов в стенке вакуумной камеры накопителя выпадает менее 1% событий. На рис.1А, В приведены распределения событий по углам расколлинеарности $\Delta\varphi$, $\Delta\Theta$ при энергии 1.348 ГэВ и стрелками указаны поставленные границы.

Для уменьшения вклада космического фона выделялись события, для которых среднее расстояние двух траектории до оси пучков ΔR не превышает 3 мм. Положение оси пучков определялось при каждой энергии эксперимента по событиям электрон-позитронного рассеяния. Для улучшения импульсного разрешения можно использовать знание положения оси пучков, которые имеют очень малые размеры (0.3 мм \times 0.02 мм [6]). Использование этой информации на 20-30% улучшает импульсное разрешение детектора для частиц вылетающих из места встречи из-за эффективного увеличения измеряемой длины трека. После такого проведения траекторий вычисляется параметр ΔR и ставится ограничение $\Delta R < 1$ мм. На рис.1С приведено распределение событий по расстоянию ΔR от траектории до оси пучков и стрелкой указано поставленное ограничение.

Отделение каонов от других коллинеарных событий проводилось по среднему импульсу зарегистрированной пары частиц. Число каонных событий примерно на два порядка меньше полного числа коллинеарных событий. Некоторое улучшение разделения удалось достигнуть используя различие в угловых распределениях каонов и электронов. Распределение событий упругого электрон-позитронного рассеяния по Z координате точки пересечения трека с внешней запускаящей пропорциональной камерой показаны на рис.2. Были поставлены границы по Z координате $-9 \text{ см} < Z < +9 \text{ см}$ при длине проволоки 23.5 см. Это

ограничение уменьшает число электронов в 1.5 раза, а каонов только на 12%.

Излучение γ -кванта конечным электроном или позитроном, оставляя событие коллинеарным, приводит к уменьшению среднего импульса пары. Такие события могут имитировать каоны, поэтому для улучшения разделения было потребовано, чтобы импульсы отличались не более, чем на 20% (при разрешении лучше 5%). На рис.3 приведено распределение по параметру $(p^+ - p^-)/(p^+ + p^-)$ и показаны поставленные ограничения.

Распределение коллинеарных событий по среднему импульсу с указанными обрезаниями при полной энергии пучков 1.348 ГэВ приведено на рис.4А. На этом рисунке под осью импульсов сплошными линиями показаны два интервала импульсов, в одном из которых должны находиться каоны, а в другом электроны, мюоны и пионы. Ширина интервалов выбиралась с учетом импульсного разрешения детектора при данном значении энергии и величины магнитного поля. Импульсное разрешение рассчитывалось с учетом координатного разрешения и многократного рассеяния согласно работе [7], и для каонов оказалось порядка 5% при всех значениях энергии из-за растущего с уменьшением энергии вклада многократного рассеяния.

Для определения числа каонов (NK) и суммарного числа электронов, мюонов и пионов (NE) проводилось вычитание фона космических частиц. Импульсное распределение зарегистрированных в эксперименте при $2E = 1.348$ ГэВ космических частиц, для которых $\Delta R > 3$ мм, приведено на рис.4В. Число космических частиц в интервалах импульсов каонов и электронов определялось по числу событий вне указанных интервалов с использованием формы импульсного распределения рис.4В. При этом предполагалось, что распределение космических частиц по импульсу не зависит от ΔR .

Полное число коллинеарных событий (N), интервалы импульсов для каонов и электронов, мюонов и пионов, число событий в этих интервалах (NK, NE), число фоновых событий в этих интервалах (NФК, NФЕ) и число событий каонов и электронов

после вычитания фона приведены в Таблице 1.

Разделение событий было проведено также и без привлечения точки пучка для проведения траекторий. Получаются согласующиеся результаты, но число фоновых событий получается большим, так как необходимо расширять границы по параметру ΔR .

4. Результаты эксперимента

Эффективность регистрации коллинеарных событий и радиационные поправки с учетом выбранных ограничений рассчитывались по полному дифференциальному сечению $e^+e^- \rightarrow m^+m^-\gamma$ полученным в работе [8], где m —тип частицы. Поправки на ядерное поглощение каонов и пионов в веществе искровой камеры рассчитывались используя экспериментальные данные из работы [9] и составляют около 4%. Распад каонов на лету в объеме искровой камеры искажает траекторию частицы и, в некоторых случаях, приводит к потере события. Поправки на распад каонов в зависимости от энергии меняются от 12% до 6%. Результаты расчета интеграла светимости, сечения рождения и квадрата формфактора заряженных каонов приведены в Таблице 2.

Систематическая ошибка в определении сечения складывается из ошибки в определении интеграла светимости 3%, ошибки расчета радиоправок 1%, ошибки расчета величины ядерного поглощения и распада на лету 3% и не превышает 7%.

Полученные в этом эксперименте значения квадрата формфактора заряженного каона вместе с другими экспериментальными данными в этой области энергий приведены на рис.5. Сплошной линией приведено предсказание модели векторной доминантности с ρ, ω и ϕ мезонами. Результаты этого эксперимента достаточно хорошо согласуются с результатами приведенными в работе [3].

Измерения в этой области энергий с выделением также ка-

нала рождения пары нейтральных каонов будут продолжены. Уже набрана экспериментальная статистика в этом же энергетическом интервале с большим в десять раз интегралом светимости. При этом удалось также существенно улучшить фоновые условия и провести измерения с максимальным магнитным полем детектора. Результаты обрабатываются.

В заключение авторы выражают благодарность коллективу комплекса ВЭПП-2М, обеспечившему работу накопителя совместно с магнитным детектором.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *B. Esposito et al.*, Phys. Lett. 67B (1977) 239 *B. Esposito et al.*, Lett. Nuovo Cimento 28 (1981) 3377
2. *B. Delcourt et al.*, Phys. Lett. 99B (1981) 257
3. *P. M. Ivanov et al.*, Phys. Lett. 107B (1981) 297
4. *Г. М. Тумайкин*. Материалы 10 международной конференции по ускорителям высоких энергий, Серпухов, 1977, Том 1, стр. 443.
5. *Л. М. Барков и др.*, Препринт ИЯФ 76-121, Новосибирск, 1976 *L. M. Barkov et al.*, Nucl. Instr. Meth. (1982)
6. *Л. М. Барков и др.* Препринт ИЯФ 79-93, Новосибирск, 1979
7. *R. L. Glucstern*. Nucl. Instr. Meth. 24 (1963) 381
8. *Э. А. Кураев, С. И. Эйдельман*. Препринт ИЯФ 78-82, Новосибирск, 1978
9. *В. С. Барашенков, В. Д. Тонеев*. Взаимодействие высокоэнергетических частиц и атомных ядер с ядрами, Москва, 1972.

Таблица 1.

2E (ГэВ)	N	Интервал каоны	Интервал электроны	NK	NE	NФК	NФЕ	NK-NФК	NE-NФЕ
1.086	597	0.18-0.26	0.40-0.67	12	543	2.0	8	10.0±3.5	535±23
1.180	435	0.25-0.38	0.44-0.73	11	393	4.8	9	6.2±3.3	384±20
1.253	1134	0.31-0.44	0.44-0.80	31	1022	6.8	15	24.2±5.8	1007±32
1.348	1162	0.38-0.50	0.50-0.80	31	1078	9.9	20	21.1±5.6	1058±33

Таблица 2.

2E (ГэВ)	L (1/нб)	σ (нб)	F _k ²
1.086	1.48	11.49±4.05	8.65±3.05
1.180	1.30	8.7±4.6	3.4±1.8
1.253	3.95	11.17±2.70	3.47±0.84
1.348	15.51	7.84±2.11	2.08±0.56

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ:

- Рис.1 А-распределение событий по углу расколлинеарности в плоскости перпендикулярной оси пучков и В-в плоскости содержащей ось пучков. С-распределение событий по расстоянию траекторий от оси пучков. Стрелками указаны поставленные обрезающие координаты пучка учтены при проведении траекторий.
- Рис.2 Распределение событий по Z координате пересечения траекторий с внешним запускаяющим счетчиком для позитронов и электронов. Стрелками указаны поставленные границы.
- Рис.3 Распределение событий по параметру $(p^+ - p^-) / (p^+ + p^-)$. Стрелками указаны поставленные границы.
- Рис.4 А-импульсное распределение коллинеарных событий при $2E = 1.348$ ГэВ и В-импульсное распределение событий с $\Delta R > 3$ мм.
- Рис.5 Экспериментальные значения формфактора заряженного каона в области энергий $1.0 \text{ ГэВ} < 2E < 1.8 \text{ ГэВ}$. Сплошной кривой показано предсказание модели векторной доминантности с ρ , ω и ϕ мезонами.

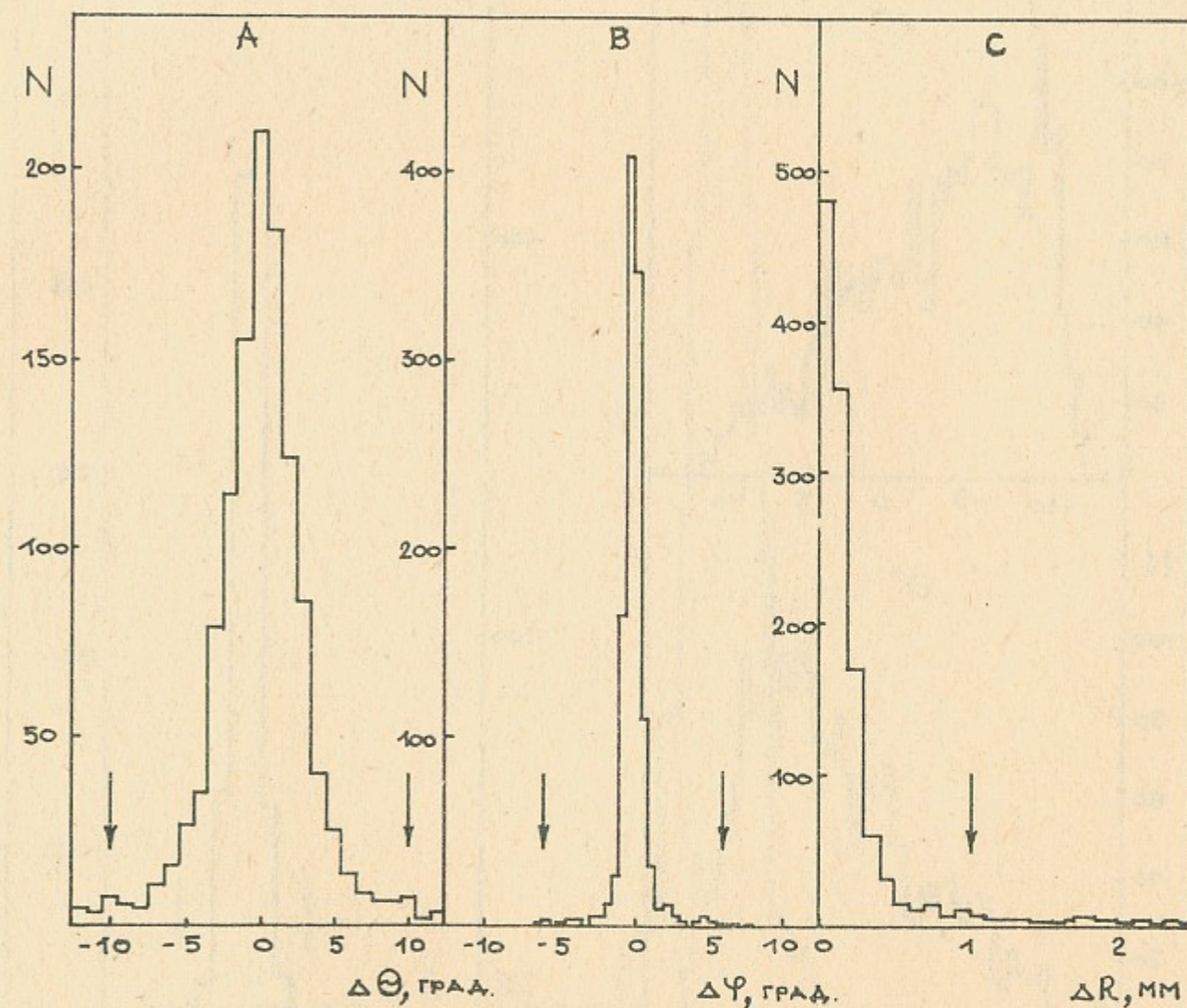


Рис. 1

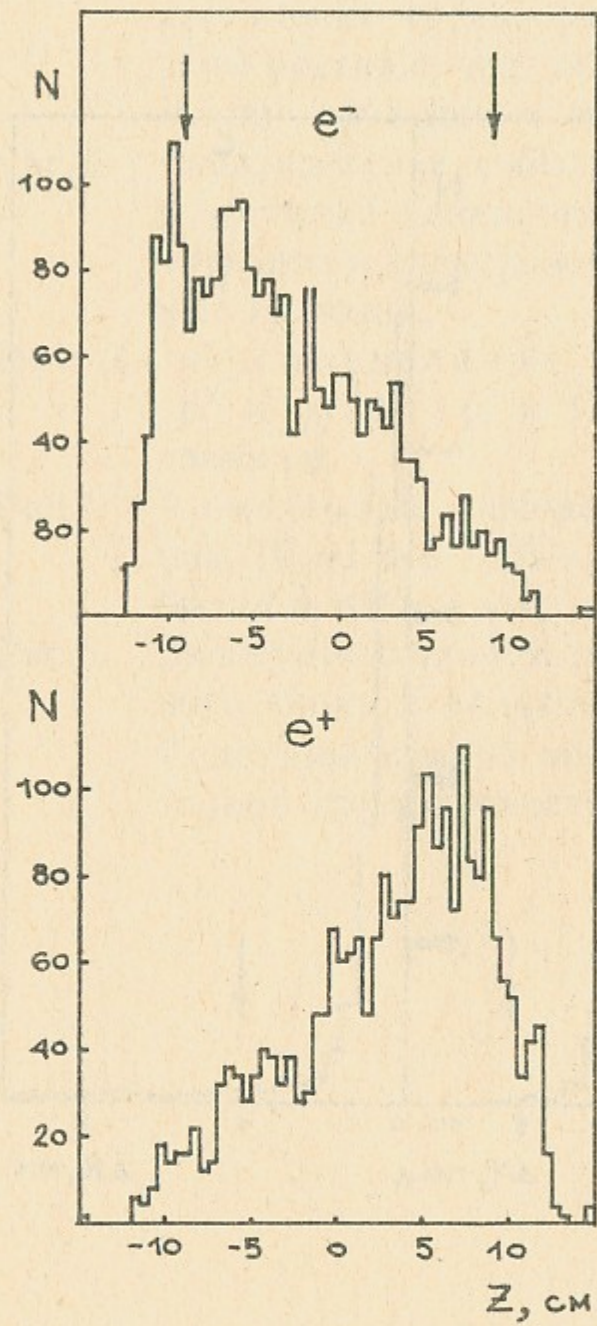


Рис. 2

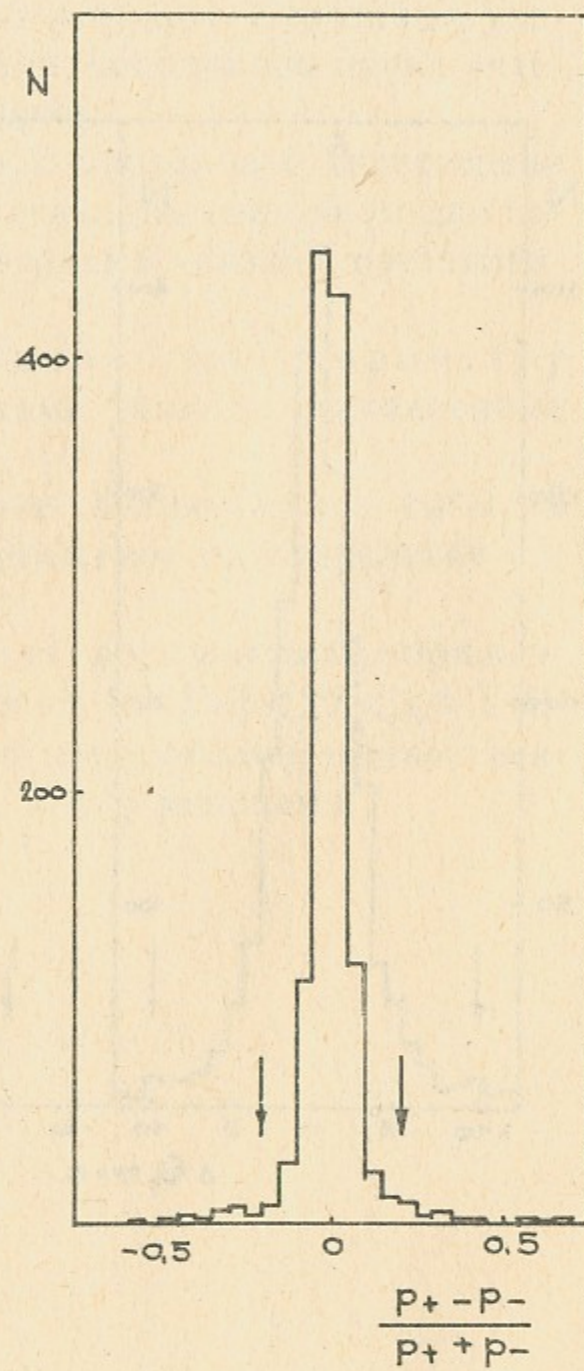


Рис. 3

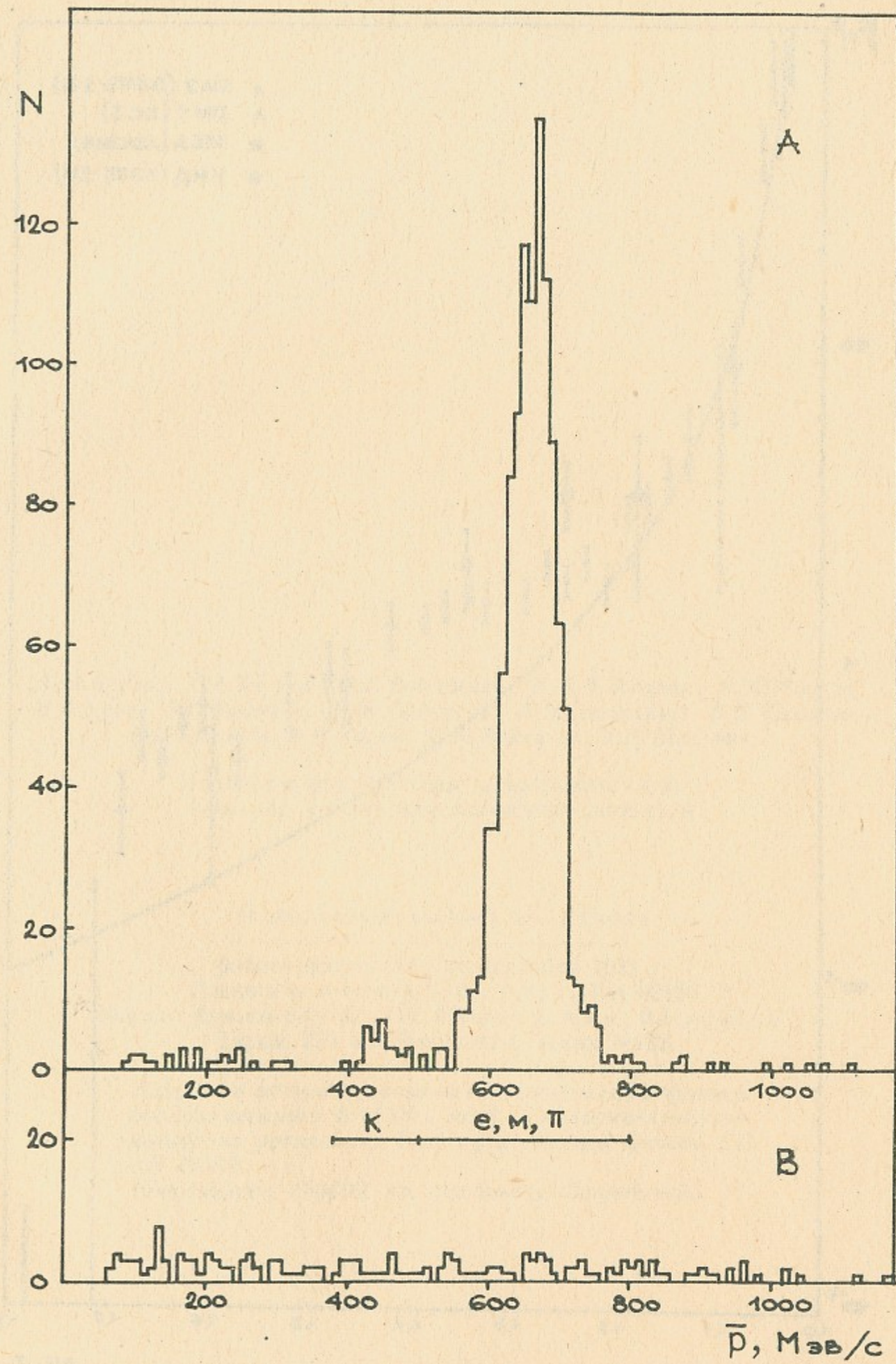


Рис. 4

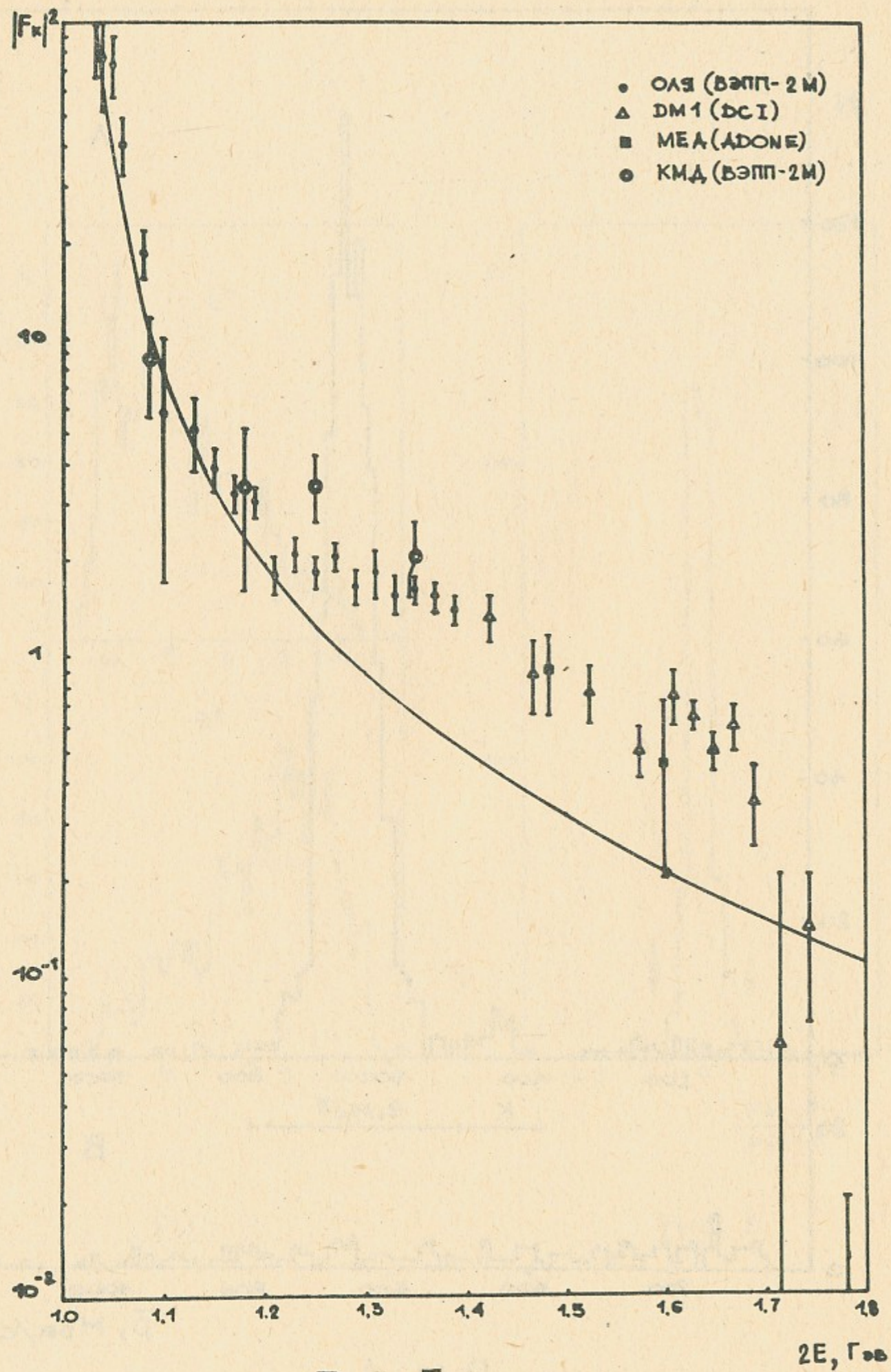


Рис. 5

Л.М.Барков, Г.А.Блинов, И.Б.Вассерман, В.М.Добрынин, П.М.Иванов
 И.А.Кооп, В.С.Охупкин, Н.М.Рыскулов, А.Н.Скринский, В.П.Смахтин
 Е.П.Солодов, Б.И.Хазин, Ю.М.Шатунов, А.И.Шехтман.

Измерение формфактора заряженного каона с
 помощью криогенного магнитного детектора

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

работа поступила - 10 сентября 1982 г.
 Подписано в печать 5.10 - 1982 г. МН 05896
 Формат бумаги 60×90 1/16. Объем 0,6 печ.л., 0,5 уч.-изд.л.
 Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ №122

Набрано в автоматизированной системе на базе фотона-
 борного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и отпе-
 чатано на ротапинтере Института ядерной физики СО
 АН СССР.
 Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.