

7

И Н С Т И Т У Т ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СОАН С С С Р

И Я Ф 51 - 72

В.Е.Балакин, Г.И.Будкер, Л.М.Курдадзе, А.П.Онучин,
Е.В.Пахтусова, С.И.Середняков, В.А.Сидоров, А.Н.Скринский

ИЗМЕРЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОН - ПОЗИТРОННОЙ
АННИГИЛЯЦИИ В ПАРЫ $\pi^+ \pi^-$, $K^+ K^-$ ПРИ ПОЛНОЙ
ЭНЕРГИИ 1,18 - 1,34 Гэв

Новосибирск

1972

Изучение поведения электромагнитных формфакторов за —
ряженных пионов и каонов во времениподобной области пере-
дач импульса на установках со встречными электрон-позитронными
пучками началось с работ по изучению векторных мезонов /1-4/.
Естественно, что большое сечение процессов в резонансах облегчи-
ло проведение этих экспериментов.

В настоящей работе приводятся результаты измерений в за-
резонансной области энергии, доступной для накопителя ВЭПП-2.
Эксперимент был проведен в 1970 году /5/ при трех значениях сум-
марной энергии частиц 1,18 , 1,26 и 1,34 Гэв.

Состояние электрон-позитронного накопителя во время прове-
дения эксперимента характеризовалось следующими параметрами:
начальный ток позитронов - 40 ма, электронов - 70 ма, среднее вре-
мя жизни пучков около 5 часов, светимость, усредненная по време-
ни измерений, - 10^{28} см⁻² сек⁻¹.

Оперативное измерение светимости проводилось с помощью
регистрации процесса двойного тормозного излучения /6/. Интеграл
светимости определялся по процессу упругого электрон-позитронно-
го рассеяния.

Кроме основных измерений - эффект, проводились измерения
фона в двух режимах - с пучками, разведенными по вертикали на
2 мм, и без пучков (космика). В последнем случае выключалась
синхронизация с фазой напряжения на резонаторе накопителя, что
увеличило эффективное время измерений в 4 раза.

Система регистрации, использованная в эксперименте (рис.1),
состояла из оптических и проволочных искровых камер, сцинтилля-
ционных счетчиков и водяных черенковских счетчиков. Камеры и
счетчики имели прямоугольную форму и охватывали угол $\pm 25^\circ$ вок-
руг вертикального напряжения. Телесный угол системы составлял
2 x 0,8 стерадиан.

Сцинтилляционные счетчики и оптические ливневые и пробег -
ные искровые камеры использовались те же самые, что и в Ф-мезон-
ном эксперименте /4/. Полная толщина материала оптических искро-
вых камер составляла 170 г/см². С их помощью определялась дли-
на пробега частиц и наличие ливней в случае регистрации электронов.
Геометрические характеристики событий определялись с помощью про-
волочных камер. С каждой стороны от места встречи находилось по

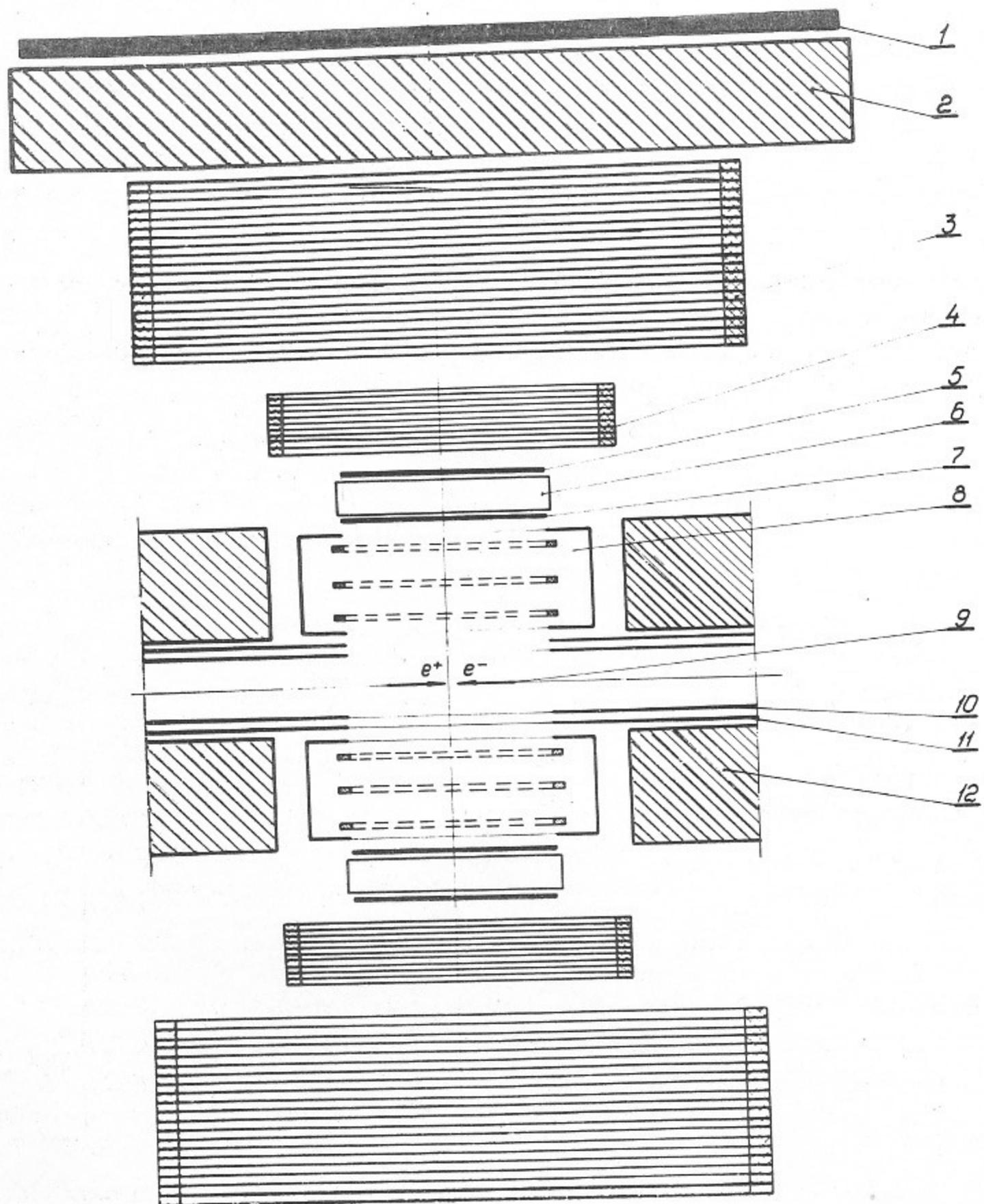


Рис.1. Система регистрации: 1-сцинтилляционный счетчик антисовпадений; 2-свинец; 3-пробежная искровая камера; 4-ливневая искровая камера; 5,7-сцинтилляционные счетчики; 6-водяной черенковский счетчик; 8-координатные проволочные искровые камеры; 9-область встречи; 10,11-внутренняя и наружная вакуумная камеры; 12-магнит накопителя.

три двухкоординатных камеры с памятью на ферритах. Проволочные камеры работали в режиме непосредственной связи с ЭВМ "Минск-22", параллельно вся информация записывалась на магнитную ленту. Для событий, отобранных с помощью проволочных камер, просматривались фотографии с оптических искровых камер.

Для разделения Π - и K -мезонов использовались пороговые водяные черенковские счетчики. Эффективность черенковских счетчиков, измеренная в этом же эксперименте по событиям упругого электрон-позитронного рассеяния, составляет 99%. Эффективность регистрации для интересующих нас Π -мезонов такая же как для электронов. Расчетное значение эффективности регистрации K -мезонов с полной энергией 670 Мэв равна 7%, при энергии 630 и 590 Мэв эффективность меньше 1%.

Суммарные данные эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Энергия $2E$, Гэв	1,18	1,26	1,34	Фон
Время измерений, 10^3 сек	558	706	226	3214
Число запусков системы регистр. 10^3 шт.	12,7	10,5	7,3	21,8
Интеграл светимости, 10^{33} см ⁻²	6,0	5,1	2,4	-
Число событий $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$	239	174	67	-

Обработка экспериментального материала производилась следующим образом. С помощью координатных камер отбирались события, у которых верхний и нижний треки пересекаются в медианной плоскости накопителя, и точка их пересечения находится в области взаимодействия пучков. Для этих событий просматривались фотографии с оптических искровых камер.

По ограничению на угол отклонения от коллинеарности $\Delta\theta < 5^\circ$ были выделены события, соответствующие образованию двух частиц в конечном состоянии. Часть неколлинеарных — многочастичных событий, наблюдавшихся в этом эксперименте, обусловлена реакцией двойного электророждения электрон-позитронных пар /78/. Остальные относятся к адронным процессам /5,8/.

Коллинеарные события были разделены на четыре типа процессов.

1. $e^-e^+ \rightarrow e^-e^+$. События выделяются по характерной картине ливня в верхних и нижних камерах. На фоновых измерениях таких событий обнаружено не было.

2. $e^-e^+ \rightarrow \mu^- \mu^+$. Пробег обеих частиц превышает толщину оптических камер. Подробный анализ процесса рождения μ -мезонных пар приведен в отдельной работе /9/.

3. $e^-e^+ \rightarrow \pi^+ \pi^-$. Пробег частиц, обусловленный ядерным поглощением, заканчивается в любом месте оптических камер. Дополнительным требованием на выделение этих событий было требование срабатывания обоих черенковских счетчиков.

Измерения фона показали, что основной фон в этот процесс дают космические частицы. Поэтому нормировка фона делалась по отношению времени измерения эффекта и фона. Для уменьшения фона от космических частиц были исключены из рассмотрения события, у которых трек в верхних камерах идет до конца пробежной камеры, а также на 10% уменьшен полезный телесный угол. В этих условиях осталось 5 фоновых событий.

Основная трудность при выделении событий рождения пионных пар заключалась в разделении Π -мезонов и электронов при просмотре фотографий с оптических искровых камер. Требование на разделение весьма высокое, так как число событий упругого рассеяния почти на два порядка больше числа событий пионных пар (разделение этих событий производилось методом корреляционного анализа, описанного в работе /1/).

В таблице приведено число пионных событий, а также данные по определению полного сечения рождения Π -мезонных пар и электромагнитного формфактора пиона.

Таблица 1.

Энергия $2E$, Гэв	1,18	1,26	1,34
Число событий, $\Pi^+\Pi^-$	5,5 $\begin{matrix} + 3,2 \\ - 2,5 \end{matrix}$	6,1 $\begin{matrix} + 4,0 \\ - 2,7 \end{matrix}$	1,1 $\begin{matrix} + 3,8 \\ - 1,8 \end{matrix}$
σ_{π} , 10^{-33} см ²	22 $\begin{matrix} + 13 \\ - 10 \end{matrix}$	33 $\begin{matrix} + 21 \\ - 15 \end{matrix}$	12 $\begin{matrix} + 37 \\ - 11 \end{matrix}$
$ F_{\pi} ^2$	1,6 $\begin{matrix} + 1,0 \\ - 0,7 \end{matrix}$	2,8 $\begin{matrix} + 1,9 \\ - 1,2 \end{matrix}$	1,1 $\begin{matrix} + 3,2 \\ - 1,0 \end{matrix}$

Определение полного сечения производилось с помощью мониторирующего процесса упругого электрон-позитронного рассеяния, события которого отбирались с теми же геометрическими критериями, что и для Π -мезонных пар. В этом случае отпадают вопросы определения эффективности отбора Π -мезонных событий и в значительной мере компенсируются радиационные поправки /10/.

В ошибку определения сечения включены, кроме статистических ошибок, возможные ошибки перепутывания событий упругого рассеяния и рождения пионных пар, а также ошибки определения вероятности ядерного поглощения пионов в камерах. Оценка вклада от многочастичных процессов /5,8/ показала, что этим эффектом можно пренебречь.

На рис.2 приведены экспериментальные значения формфактора. Кривая, проведенная на рисунке, является экстраполяцией кривой Гунариса и Сакураи /11/ из области ρ -мезонного резонанса с параметрами, полученными усреднением результатов эксперимента /1/ и нового эксперимента в Орсе /12,13/.

На рисунке видно, что все экспериментальные точки лежат выше расчетной кривой. Вероятность статистического согласия экспериментальных данных с теоретической кривой составляет 1%.

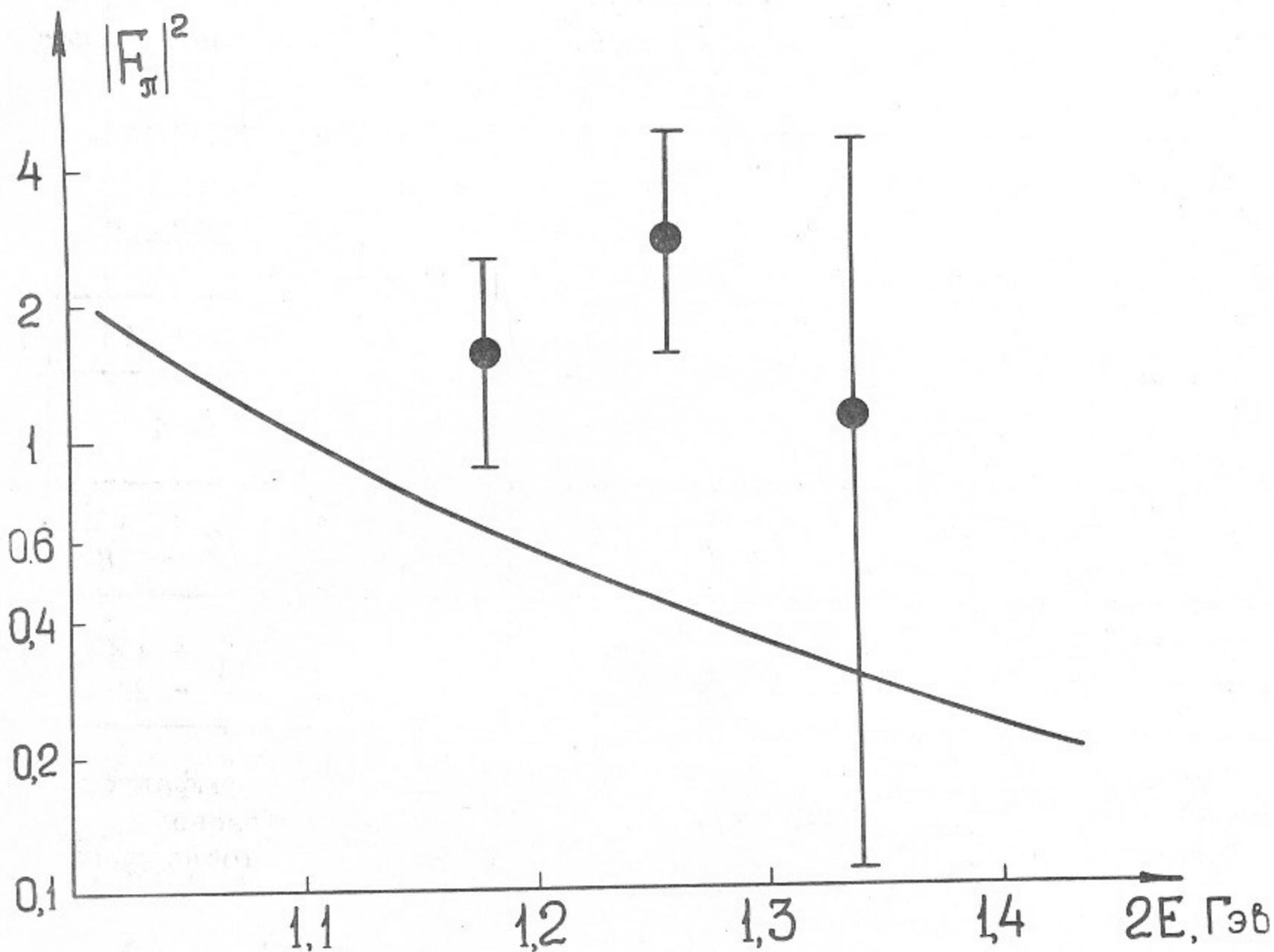


Рис.2. Экспериментальные значения квадрата формфактора π -мезона. Сплошной линией показана кривая Гунариса и Сакураи, экстраполированная из области ρ -мезонного резонанса по данным работ [1, 14, 15].

4. $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$. Эти события выделялись по отсутствию срабатывания черенковских счетчиков, расчетной длине пробега частиц и наличию характерной картины распада остановившихся K-мезонов. При энергии 1,18 ГэВ K-мезон должен останавливаться во втором сцинтилляционном счетчике и выделять в нём энергию на порядок большую, чем частица с минимальной ионизацией. Данные об амплитуде импульсов этих счетчиков использовались при анализе событий.

В таблице 3 приведено число зарегистрированных событий. На фоне таких событий не обнаружено.

Таблица 3

Энергия 2E, ГэВ	1,18	1,26	1,34
Число событий, K^+K^-	1	1	2
$\sigma_K, 10^{-33} \text{ см}^2$	$2,9 \begin{matrix} +6,6 \\ -2,4 \end{matrix}$	$3,4 \begin{matrix} +7,8 \\ -2,9 \end{matrix}$	$12 \begin{matrix} +16 \\ -8 \end{matrix}$
$ F_K ^2$	$1,2 \begin{matrix} +2,8 \\ -1,0 \end{matrix}$	$1,1 \begin{matrix} +2,5 \\ -1,0 \end{matrix}$	$3,4 \begin{matrix} +4,4 \\ -2,2 \end{matrix}$

Для сравнения с экспериментом использовался формфактор K-мезонов в виде суммы вкладов от ρ^- , ω и Φ -мезонов. Учитывая близость масс $m_\rho \approx m_\omega$, формфактор удобно записать в виде

$$F_K(s) = \frac{g_{\Phi KK}}{g_\Phi} \frac{m_\Phi^2}{s - m_\Phi^2} \pm \left(\frac{g_{\omega KK}}{g_\omega} + \frac{g_{\rho KK}}{g_\rho} \right) \frac{m_\rho^2}{s - m_\rho^2}$$

Используя условие нормировки $F_K(0) = 1$, можно исключить неизвестные константы $g_{\omega KK}$ и $g_{\rho KK}$.

На рис.3 приведены экспериментальные значения квадрата формфактора и три расчетных кривых. Одна из них относится к экстраполяции кривой Брейта-Вигнера из области Φ -мезонного резонанса и

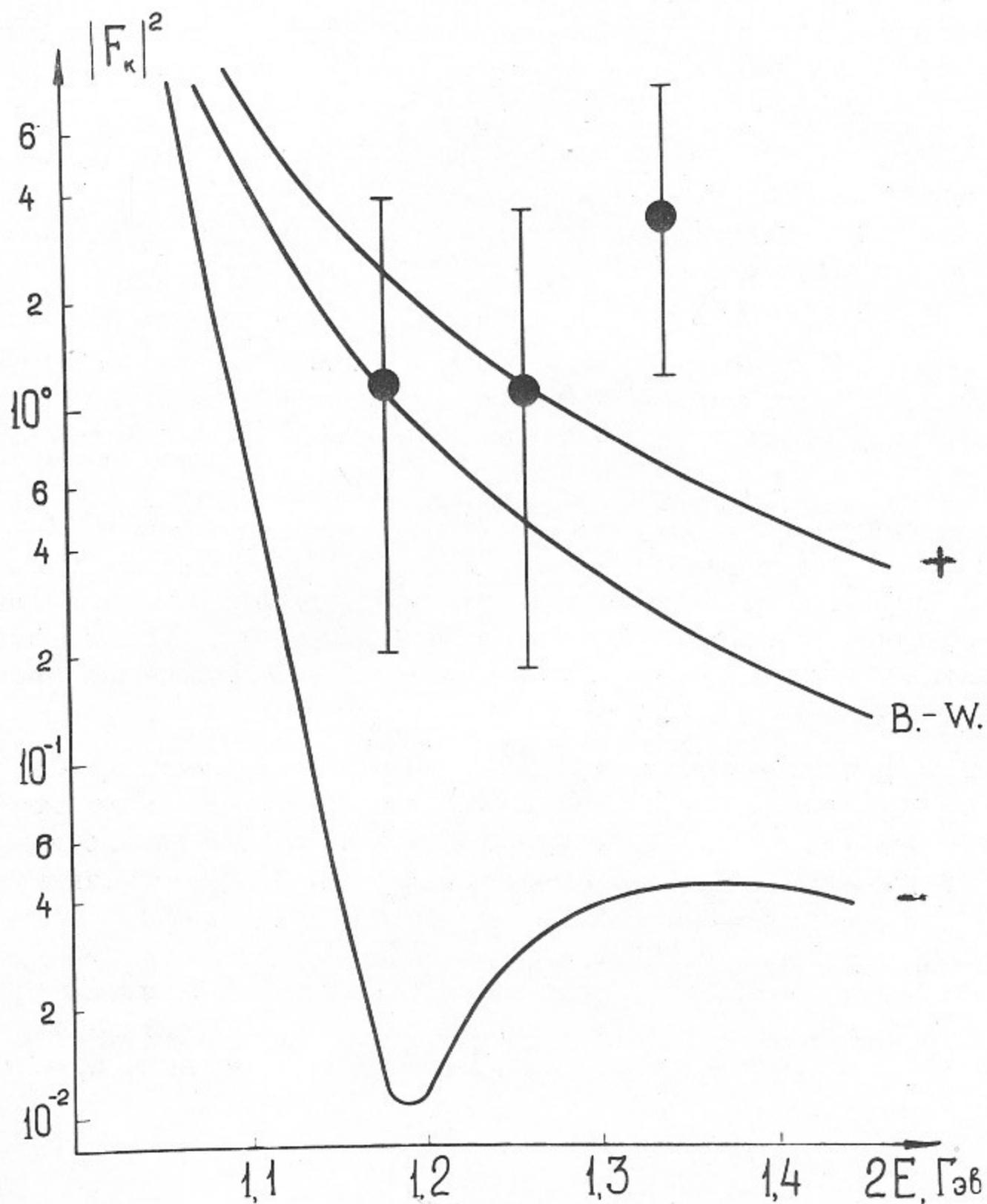


Рис.3. Экспериментальные значения квадрата формфактора K -мезона. Кривая $B.W.$ является экстраполяцией кривой Брейта-Вигнера из области Φ -мезонного резонанса. Кривые "+" и "-" построены с учетом вклада ρ - и ω -мезона, соответственно со знаком "+" или "-".

две кривые соответствуют учету вклада ρ - и ω -мезонов со знаком "+" или "-".

При вычислении кривых использовалась величина $g_{\rho\pi\pi}/g_{\rho\pi\pi}$, полученная усреднением экспериментальных данных Орсе/3/ и Новосибирска /4/.

Вероятность статистического согласия экспериментальных данных с кривой Брейта-Вигнера составляет $P(B.-W.) = 2,3\%$, а для кривых с учетом ρ - и ω -мезонов $P(+)=9\%$ и $P(-)=0,4\%$ соответственно для знаков "+" и "-". Таким образом, можно считать знак "-" исключенным.

Обращает на себя внимание тот факт, что экспериментальные значения формфакторов как для пионов и так и для каонов лежат выше соответствующих экстраполяций из области ρ - и ϕ -мезонов.

Во Фраскати проводятся аналогичные эксперименты в области энергии 1,5 - 2,4 Гэв. К сожалению, их аппаратура не разделяет π - и K -мезоны и в эксперименте измеряется сумма квадратов формфакторов пионов и каонов. Предварительные данные этих экспериментов /14/ также показывают заметное превышение экспериментальных значений над кривой Брейта-Вигнера.

Вопрос о причинах превышения экспериментальных данных над расчетными кривыми остается открытым. Может быть, этот эффект обязан существованию ρ' -мезона. Одним из объяснений этого эффекта может быть вклад промежуточных многоадронных состояний, как предлагают Байер и Фадин /15/.

В заключение авторы благодарят большой коллектив сотрудников за подготовку аппаратуры, участие в измерениях и обработке эксперимента, а также А.И.Вайнштейна и И.Б.Хрипловича за обсуждение.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. V.L. Auslander et al., Phys. Letters , 25B, 433 (1967).
В.Л.Ауслендер и др., Ядерная физика, 9, 114 (1969).
2. J.E. Augustin et al., Phys. Rev. Letters , 20,
126 (1968). J.E. Augustin et al., Phys. Lett., 28B, 508 (1969).
3. J.C. Bizot et al., Phys. Letters , 32B, 416 (1970).
4. V.E. Balakin et al., Phys. Lett. . 34B, 328 (1971).
5. V.E. Balakin et al., Experiments on electron-
positron colliding beams at 2 x 590, 2 x 630 2x670 MeV
Submitted to the XVth International Conference, Kiev,
1970, Preprint, Inst. of Nucl. Phys. 62-70, Novosibirsk, 1970
6. П.И.Голубничий и др. Атомная энергия, 22, 168 (1967).
7. V.E. Balakin et al., Phys. Lett. 34B, 663 (1971).
8. V.A. Sidoren, Proceedings 1971 International Symposium on
Electron and Photon Interactions at High Energies,
Cornell (1971)
9. V.E. Balakin et al., Phys. Letters 37B, 435 (1971).
10. G. Pancheri, Nuovo Cimento , 60A, 321 (1969).
11. G.I. Gouanaris, I. I. Sakurai, Phys. Rev. Letters
21, 224 (1968).
12. J. Lefrançois, Proceedings 1971 International
Symposium on Electron and Photon Interactions
at High Energies, Cornell (1971)
13. G. Parrouc, Thesis, LAL 1257, Orsay (1971)

14. C. Bernardini, Proceedings 1971 International Symposium on Electron and Photon Interactions at High Energies, Cornell (1971)
15. В.Н.Байер, В.С.Федин. Письма в ЖЭТФ, 15, 219 (1972).

Ответственный за выпуск Середняков С.И.
Подписано к печати 3.УП-72г., МН 10388
Усл. 0,7 печ.л., тираж 200 экз. Бесплатно.
Заказ № 51. ПРЕПРИНТ.

Отпечатано на ротапринте в ИЯФ СО АН СССР, вг

B.18

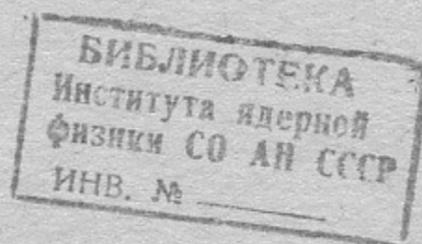
8

И Н С Т И Т У Т
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СОАН СССР

ИЯФ 51 - 72

V.E.Balakin, G.I.Budker, L.M.Kur'dadze, A.P.Onuchin,
E.V.Pakhtusova, S.I.Serednyakov, V.A.Sidorov, A.N.Skrinsky

MEASUREMENT OF THE ELECTRON-POSITRON ANNIHILATION
CROSS-SECTION INTO $\pi^+ \pi^-$ AND $K^+ K^-$ PAIRS
AT THE TOTAL ENERGY 1,18-1,34 GEV



Новосибирск

1972

USSR ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN DIVISION
INSTITUTE OF NUCLEAR PHYSICS

Preprint

V.E.Balakin, G.I.Budker, L.M.Kurdadze, A.P.Onuchin,
E.V.Pakhtusova, S.I.Serednyakov, V.A.Sidorov, A.N.Skrinsky

MEASUREMENT OF THE ELECTRON-POSITRON ANNIHILATION CROSS
SECTION INTO $\pi^+\pi^-$ AND K^+K^- PAIRS AT THE TOTAL ENERGY
1.18-1.34 GEV

A B S T R A C T

Using the electron-positron colliding beam machine VEPP-2 the experiment has been performed in which the cross-sections of the reactions $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$ and $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ were measured in the energy region 1.18-1.34 Gev. The experimental values of the formfactors lie higher than curves extrapolated from the ρ^- and ϕ -meson region.

Novosibirsk

1972

Investigation of the electromagnetic formfactors of charged π -mesons and K-mesons in the region of timelike momentum transfers in experiments with colliding positron-electron beams started with the works in which vector mesons were studied /1-4/. These experiments were naturally facilitated by the large value of cross-sections in the resonance region.

In this work we present the results of the measurements in the beyond-resonance region of energy accessible for the storage ring VEPP-2. The experiment has been performed in 1970 /5/ at three values of the total energy: 1,18, 1,26 and 1,34 GeV.

The working conditions of the machine during the experiment were characterized by the following parameters: the initial currents were 70 mA and 40 mA for electrons and positrons, respectively, the mean lifetime was about 5 hours, the luminosity averaged over the measurement time was $10^{28} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$.

The luminosity monitoring has been carried out by detecting the double bremsstrahlung events /6/. The luminosity integral was determined by the process of elastic scattering.

Besides the main measurements - the effect, two kinds of background measurements have been performed: with the beams vertically displaced from each other by a distance of 2 mm and without the beams. In the latter case the system of the synchronization with the r.f. phase was switched off that increased the effective measurement time by a factor of 4.

The detection system used in the experiment (Fig.1) consisted of the optical and wire spark chambers, the scintillation counters and the water Cerenkov counters. The chambers

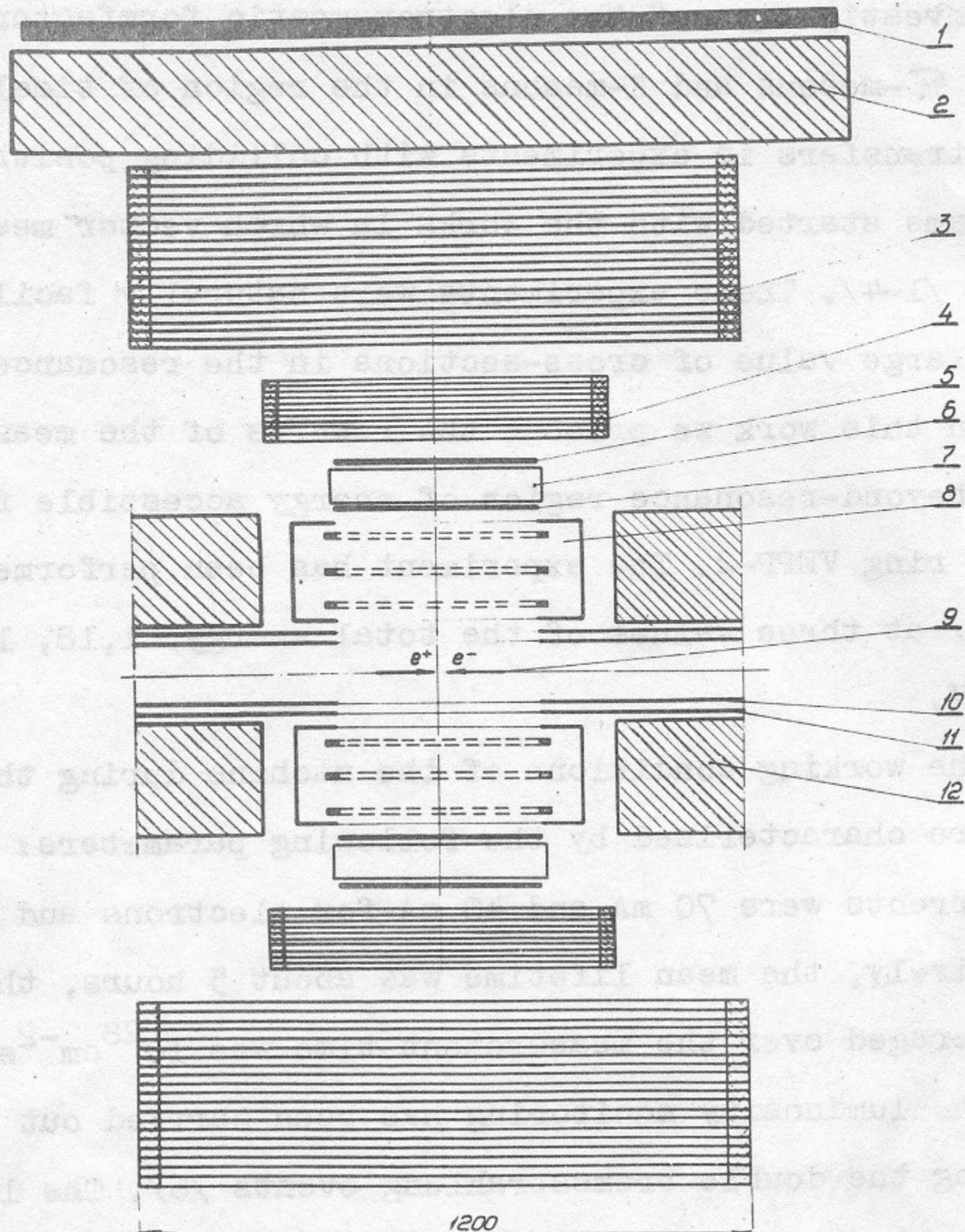


Fig.1. General view of the experimental set-up: 1-anticoincidence scintillation counter; 2-lead; 3-optical "range" spark chamber; 4-optical "shower" spark chamber; 5,7-scintillation counters; 6-water Cerenkov counter; 8-coordinate wire spark chambers; 9-interaction region; 10 and 11-inner and outer vacuum chambers; 12-storage ring magnet.

and the counters were rectangular and they covered an angle of $\pm 25^\circ$ near the vertical direction. The solid angle of the system was $2 \times 0,8$ steradian.

The scintillation counters, the optical "shower" and "range" spark chambers were the same as in the Φ -meson experiment /4/. The total matter thickness of the optical spark chambers was 170 g/cm^2 . With their help the range of the particles has been determined as well as the presence of showers in the case of electron detection. The geometrical characteristics of the events have been determined using the wire chambers. From each side of the interaction region three two-coordinate chambers with the ferrite cores were placed. The wire chambers operated on-line with the computer "Minsk-22", all the information being simultaneously recorded on the magnetic tape. For events selected with the aid of the wire chambers the photographs from the optical spark chambers were scanned.

Threshold water Cerenkov counters were used to separate π - and K-mesons. Their efficiency measured in the same experiment with the events of electron-positron elastic scattering was 99 %. The detection efficiency for the π -mesons of interest was the same as for electrons. The calculated value of the detection efficiency for K-mesons with a total energy of 670 MeV was 7 %, for 590 and 630 MeV being less than 1 %.

The summary results of the experiment are presented in Table 1.

Table 1

Energy $2E$, GeV	1,18	1,26	1,34	background
Measurement time, 10^3 sec	558	706	226	3214
Number of detection system triggerings, 10^3	12,7	10,5	7,3	21,8
Luminosity integral 10^{33}cm^{-2}	6,0	5,1	2,4	-
Number of events $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$	239	174	67	-

The experimental data have been handled as follows: with the help of the coordinate chambers those events were selected for which the upper and lower tracks intersected in the median plane of the storage ring and the intersection point was in the beam region. For those events the photographs from the optical spark chambers were scanned.

Using the restriction on the spacial non-collinearity angle $\Delta\omega < 5^\circ$ the events have been selected corresponding to the production of 2 particles in the final state. The part of non-collinear-manybody events observed in this experiment was due to the process of double electron-positron pair electroproduction /7,8/. The rest can perhaps be ascribed to the hadronic processes /5,8/.

The collinear events were divided into 4 types of the processes.

1. $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$. The events were selected by the typical shower picture in the upper and lower optical chambers. No events of this type have been discovered during the background measurements.

2. $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$. The range for both particles exceeds the thickness of the optical chambers. The analysis of the process of the μ -meson pair production is given in the separate work /9/.

3. $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$. The particles range due to nuclear absorption ends in any place of the optical chamber. The additional requirement for the selection of these events was the triggering of both Cerenkov counters.

The background measurements showed that the main background to this process was due to the cosmic particles.

Therefore, the background was normalized by the ratio of the measurement time spent on the effect and on the background. To reduce the background of the cosmic particles those events were excluded for which the track in the upper chambers continued up to the end of the range chamber.

Besides that the solid angle was reduced by 10 %. Under these conditions 5 background events remained.

The main difficulty during the selection of pion pair production events consisted in separation of π -mesons and electrons when the photographs from the optical spark chambers were scanned. The separation requirements were rather high because the number of elastic scattering events was almost two orders greater than that of pion pairs (the separation had been performed by the correlation analysis method described in /1/).

In Table 2 the number of events detected is given as well as the values of the total cross-section of the π -meson pair production and the electromagnetic formfactor of the π -meson.

Table 2.

Energy $2E$, GeV	1,18	1,26	1,34
Number of events, $\pi^+\pi^-$	5,5 $\begin{smallmatrix} +3,2 \\ -2,5 \end{smallmatrix}$	6,1 $\begin{smallmatrix} +4,0 \\ -2,7 \end{smallmatrix}$	1,1 $\begin{smallmatrix} +3,8 \\ -1,0 \end{smallmatrix}$
σ_{π} , 10^{-33}cm^2	22 $\begin{smallmatrix} +13 \\ -10 \end{smallmatrix}$	33 $\begin{smallmatrix} +21 \\ -15 \end{smallmatrix}$	12 $\begin{smallmatrix} +37 \\ -11 \end{smallmatrix}$
$ F_{\pi} ^2$	1,6 $\begin{smallmatrix} +1,0 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$	2,8 $\begin{smallmatrix} +1,9 \\ -1,2 \end{smallmatrix}$	1,1 $\begin{smallmatrix} +3,3 \\ -1,0 \end{smallmatrix}$

To determine the total cross-section the monitoring process of electron-positron elastic scattering was used the events of it being selected by the same geometrical criteria as those of the π -meson pairs. In this case the problems of determination of the π -meson events selection efficiency should not be considered and the radiative corrections are highly compensated /10/.

The error in the value of σ_{π} includes besides the statistical errors the possible errors connected with the mixing of the events of elastic scattering and those of the π -meson pair production as well as the erroneous determination of the probability of the π -meson nuclear absorption in the chambers. The contribution of the manybody events /5,8/ was estimated to be negligible.

Fig.2 gives the experimental values of the formfactor. The curve in the Figure was extrapolated from the Gounaris-Sakurai curve in the ρ -meson region /11/, its parameters being determined by averaging the results of Novosibirsk and new Orsay experiments /12, 13/.

In the Figure all the experimental points lie higher than those of the calculated curve. The probability of statistical consistency of the experimental data with the theoretical curve is 1 %.

4. $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$. The events were selected by the absence of the Cerenkov counter triggerings, by the calculated particle range and the typical decay picture for the K-mesons stopped. At the energy of 1,18 GeV the K-meson must stop in the second scintillation counter with the energy release higher by an order than that for the minimum ionization particle. The data concerning the pulse height in these counters were used during the analysis of the events.

In Table 3 the number of detected events is presented. No events of such a type were discovered in the background.

Table 3

Energy $2E$, GeV	1,18	1,26	1,34
Number of events, K^+K^-	1	1	2
$\sigma_K \cdot 10^{-33} \text{cm}^2$	2,9 $^{+6,6}_{-2,4}$	3,4 $^{+7,8}_{-2,9}$	12 $^{+16}_{-8}$
$ F_K ^2$	1,2 $^{+2,8}_{-1,0}$	1,1 $^{+2,5}_{-1,0}$	3,4 $^{+4,4}_{-2,2}$

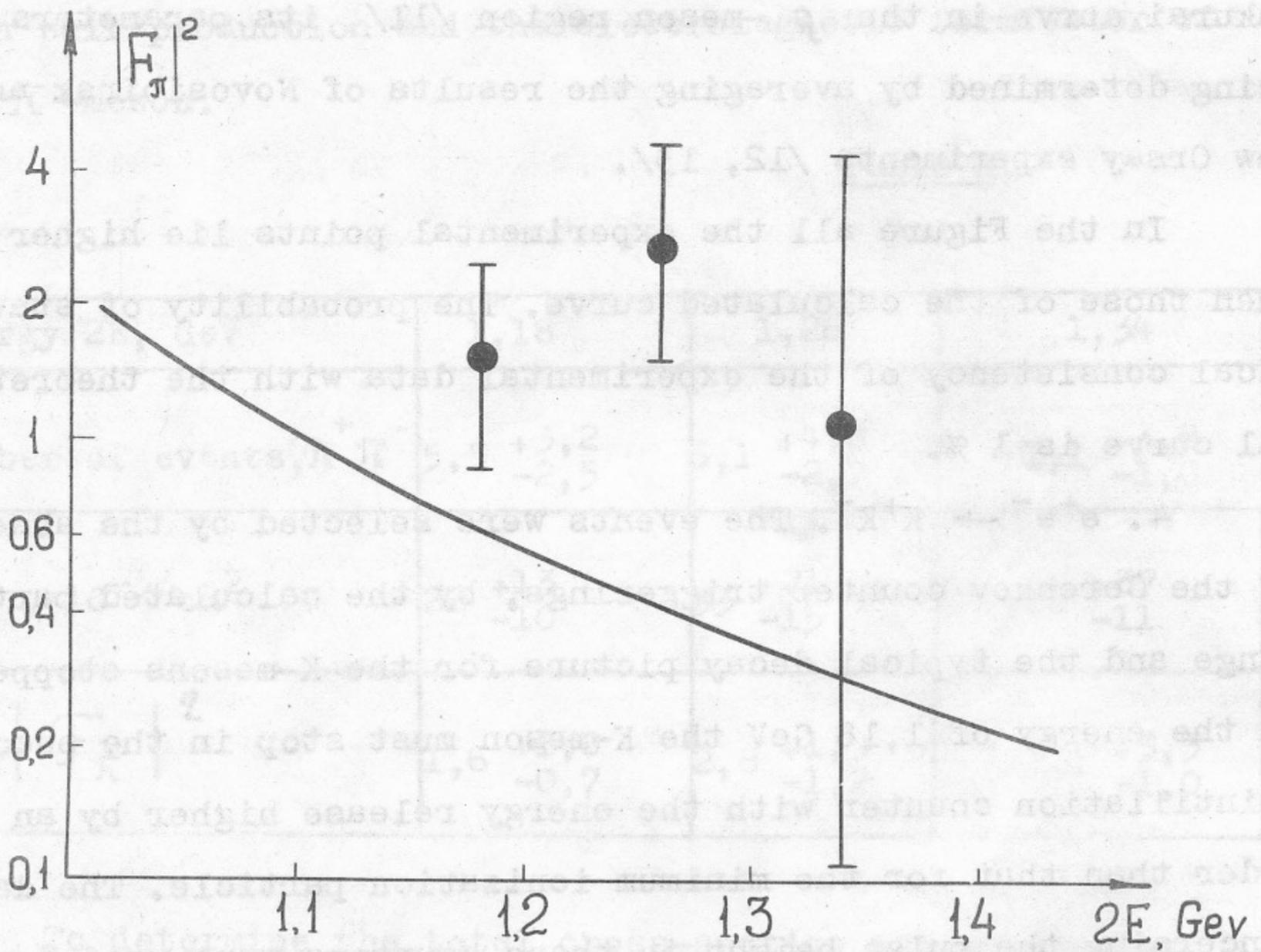


Fig.2. Experimental values of the π -meson formfactor squared. A solid curve corresponds to the Gounaris-Sakurai formula extrapolated from the ρ -meson region /1,14,15/.

Energy $2E$ (GeV)	Number of events N	Experimental $ F_\pi ^2$	Theoretical $ F_\pi ^2$ (Gounaris-Sakurai)
1.18	12	1.6 ± 0.5	~1.2
1.26	12	2.8 ± 0.8	~0.6
1.35	12	1.1 ± 1.5	~0.3

For comparison with the experiment the K-meson formfactor was used in the form of the sum of the ρ -, ω - and ϕ -meson contributions. Taking into account $m_\rho \approx m_\omega$ the formfactor can be conveniently written as

$$F_K(s) = \frac{g_{\phi KK}}{g_\phi} \frac{m_\phi^2}{s - m_\phi^2} \pm \left| \frac{g_{\omega KK}}{g_\omega} + \frac{g_{\rho KK}}{g_\rho} \right| \frac{m_\rho^2}{s - m_\rho^2}$$

Using the normalization condition $F_K(0) = 1$ one can exclude the unknown constants $g_{\omega KK}$ and $g_{\rho KK}$. In Fig. 3 there are presented the experimental values of the formfactor squared as well as 3 calculated curves. One of them is the extrapolation of the Breit-Wigner curve from the ϕ -meson region and the other two correspond to the ρ - and ω -contribution with the sign "+" or "-".

To draw the curves we have used the value $g_{\phi KK} / g_\phi$ obtained by averaging the experimental data of Orsay /3/ and Novosibirsk /4/.

The probability of statistical consistency of the experimental data with the Breit-Wigner curve is $P(B.-W.) = 2,3\%$ and for the curves accounting for ρ - and ω -mesons $P(+)$ = 9% and $P(-)$ = 0,4% for the sign "+" and "-", respectively. Thus, the sign "-" is excluded.

It is interesting that the experimental values of the formfactors both for π - and K-mesons lie higher than the corresponding extrapolations from the ρ - and ϕ -regions.

Similar experiments are being performed in Frascati in the energy range 1,5 - 2,4 GeV. Unfortunately, their detection system doesn't separate π - and K-mesons, thus, they measure in the experiment the sum of the π - and K-formfactors

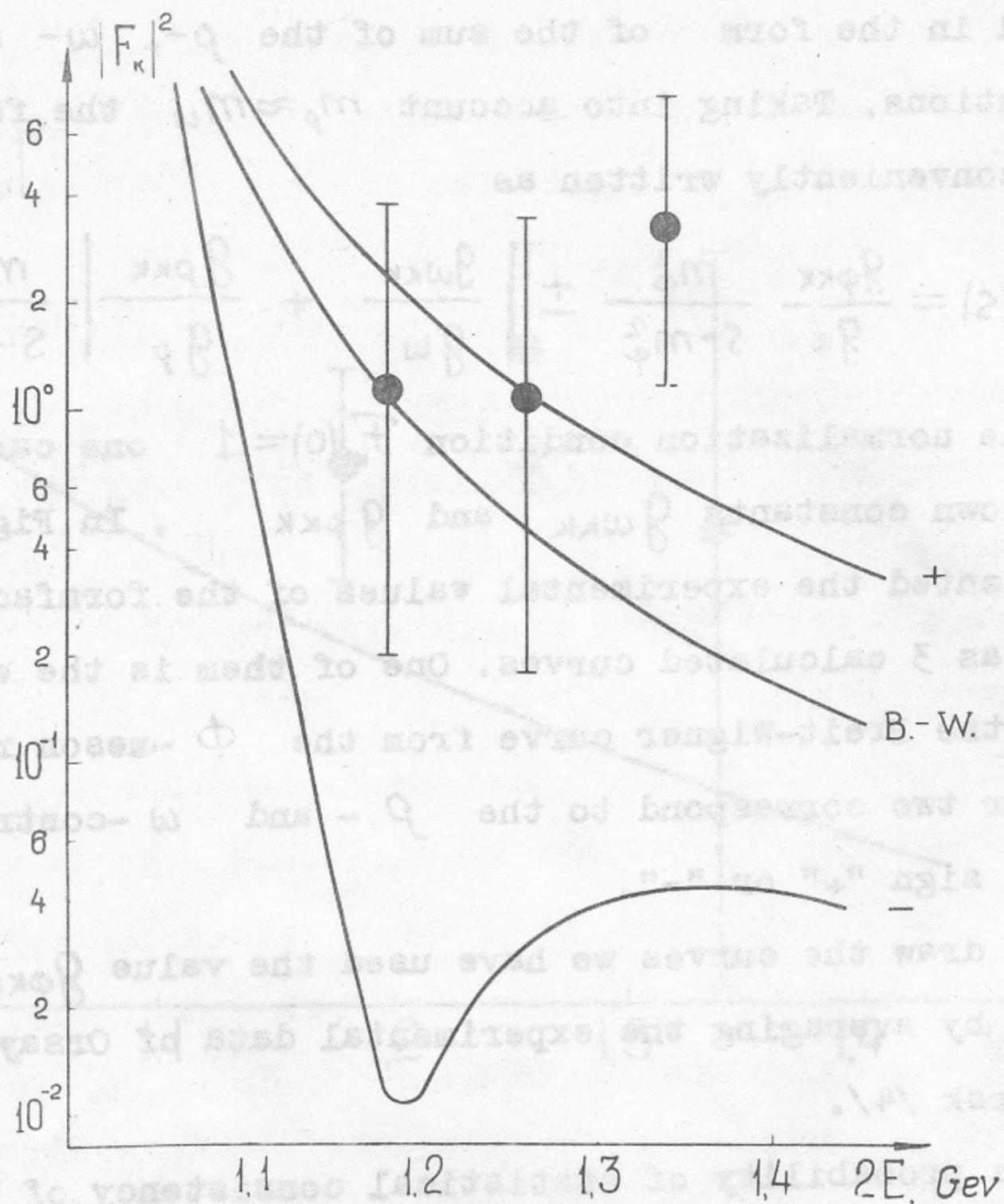


Fig.3. Experimental values of the K-meson formfactor squared. The curve B.W. corresponds to the Breit-Wigner formula extrapolated from the ϕ -meson region. In curves "+" and "-" the contribution of the ρ - and ω -mesons is taken into account with the sign "+" or "-", respectively.

squared. The preliminary results of these experiments /14/ also indicate that the experimental values lie higher than the Breit-Wigner curve. The reasons for this exceeding are yet not clear. This effect can be probably due to the existence of the ρ' -meson. Another explanation is provided by the contribution of the intermediate multihadronic states suggested by Baier and Fadin /15/.

In conclusion the authors are grateful to the large group of co-workers who participated in the preparing of the apparatus, data recording and data handling and to A.I.Vainshtein and I.B.Khriplovich for discussions.

R e f e r e n c e s

1. V.L.Auslander et al., Phys.Letters, 25B, 433 (1967).
V.L.Auslander et al., Yadernaya Fizika, 9, 114 (1969).
2. J.E.Augustin et al., Phys.Rev.Letters, 20, 126 (1968).
J.E.Augustin et al., Phys.Letters, 28B, 508 (1969).
3. J.C.Bizot et al., Phys.Letters, 32B, 416 (1970).
4. V.E.Balakin et al., Phys.Letters 34B, 328 (1971).
5. V.E.Balakin et al., Experiments on electron-positron colliding beams at 2x590, 2x630 and 2x670 MeV. Submitted to the XVth International Conference, Kiev, 1970, Preprint, Inst. of Nucl.Phys. 62-70, Novosibirsk, 1970.
6. P.I.Golubnichy et al., Atomnaya Energiya, 22, 168 (1967).
7. V.E.Balakin et al., Phys.Lett., 34B, 663 (1971).
8. V.A.Sidorov, Proceedings 1971 International Symposium on Electron and Photon Interactions at High Energies, Cornell (1971).
9. V.E.Balakin et al, Phys.Lett., 37B, 435 (1971).
10. G.Pancheri, Nuovo Cim., 60A, 321 (1969).
11. G.I.Gounaris, I.I.Sakurai, Phys.Rev.Letters, 21, 224 (1968).
12. J.Lefrancois, Proceedings 1971 International Symposium on Electron and Photon Interactions at High Energies, Cornell (1971).
13. G.Parrour, Thesis, LAL 1257, Orsay (1971).
14. C.Bernardini, Proceedings 1971 International Symposium on Electron and Photon Interactions at High Energies, Cornell (1971).
15. V.N.Baier, V.S.Fadin, Pisma JETP 15, 219 (1972).

Ответственный за выпуск Середняков С.И.
Подписано к печати 3.УП-72г., МН 10388
Усл. 0,7 печ.л., тираж 200 экз. Бесплатно.
Заказ № 51. ПРЕПРИНТ.

Отпечатано на ротапринте в ИЯФ СО АН СССР, вг