

Б.20

9

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

И Я Ф 62 - 70

**В.Е.Балакин, Г.И.Будкер, И.Б.Вассерман, О.С.Койфман,
Л.М.Курдадзе, С.И.Мишнев, А.П.Онучин, С.И.Середняков,
В.А.Сидоров, А.Н.Скринский, Г.М.Тумайкин, Т.Ф.Туркин,
А.Г.Хабахпашев, Ю.М.Шатунов**

**ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ВСТРЕЧНЫХ ПОЗИТРОН -
-ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКАХ ПРИ ЭНЕРГИИ**

2x590, 2x630 и 2x670 МэВ

Новосибирск

1970

В.Е.Балакин, Г.И.Будкер, И.Б.Вассерман, О.С.Койфман,
Л.М.Курдадзе, С.И.Мишнев, А.П.Онучин, С.И.Середняков,
В.А.Сидоров, А.Н.Скринский, Г.М.Тумайкин, Т.Ф.Туркин,
А.Г.Хабахпашев, Ю.М.Шатунов

ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ВСТРЕЧНЫХ ПОЗИТРОН-
-ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКАХ ПРИ ЭНЕРГИИ
2х590, 2х630 и 2х670 Мэв

А Н Н О Т А Ц И Я

На позитрон-электронном накопителе ВЭПП-2 были проведе-
ны эксперименты при трех значениях энергии 2х590, 2х630 и 2х670
Мэв. Светимость установки составляла 10^{28} см⁻² сек⁻¹. Регистри-
ровались заряженные частицы, возникающие в электрон-позитрон -
ных столкновениях. В работе приводятся предварительные результа-
ты обработки экспериментальных данных.



На электрон-позитронном накопителе ВЭПП-2 проведен эксперимент при трех значениях энергии 2×590 , 2×630 и 2×670 Мэв. В данной работе приводятся предварительные результаты обработки этого эксперимента.

Геометрическая схема эксперимента показана на рис.1. От предыдущего эксперимента по изучению Φ -мезонного резонанса /1/ эта система отличается тем, что часть оптических искровых камер заменена проволочными искровыми камерами и поставлены дополнительно водяные черенковские счётчики. Запуск искровых камер производился четырьмя сцинтилляционными счётчиками, включенными в схему совпадений. Полное количество вещества, которое проходит частица до второго счётчика, составляет около 10 г/см^2 .

Сцинтилляционные счётчики и искровые камеры имеют прямоугольную форму и охватывают угол $\pm 25^\circ$ вокруг вертикального направления. Телесный угол системы составляет $2 \times 0,8$ стерадиан.

Перед сцинтилляционными счётчиками с каждой стороны от пучка находится по три проволочных камеры с двумя координатами /2/. С помощью проволочных камер, работающих в режиме онлайн /3,4/, определялись геометрические характеристики событий. Те события, у которых верхний и нижний треки пересекаются в медианной плоскости накопителя и точка пересечения находится в области пучка, анализировались с помощью оптических камер и черенковских счётчиков. Полная толщина оптических камер составляет около 170 г/см^2 .

Состояние электрон-позитронного накопителя при проведении эксперимента (февраль-июль 1970 год) характеризуется следующими параметрами: начальный ток позитронов - 40 ма, электронов - 70 ма, среднее время жизни пучков около 5 часов, светимость, усредненная по времени измерений, $10^{28} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$. Среднеквадратичная длина месте встречи равна 8,5 см при энергии 2×630 Мэв.

Кроме основных измерений (эффект) проводились два типа фоновых измерений: с пучками, разведенными на 2 мм по вертикали, (фон) и без пучков (космика). В режиме космика система синхронизации с фазой ускоряющего напряжения выключалась, что давало увеличение эффективного времени измерений в 4 раза. Для контроля за светимостью использовалась регистрация процесса двойного тормозного излучения /5/.

В таблице 1 приведены основные результаты измерений.

Таблица 1.

Энергия 2E, Мэв	2x590		2x630		2x670		Космика
	эффект	фон	эффект	фон	эффект	фон	
Время измерений, 10 ³ сек.	582	251	704	230	226	78	2658
Интегральная светимость, 10 ³³ см ²	6,2	-	5,0	-	2,3	-	-
$e^-e^+ \rightarrow e^-e^+$	243	0	174	0	67	0	0
$e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+$	16	1	14	0	5	0	14
$e^-e^+ \rightarrow K^-K^+$	0	0	0	0	1	0	0
Неколлинеарные события	34	5	40	7	20	3	0

События, принятые для анализа, делятся на пять типов процессов следующим образом.

- e^-e^+ . Коллинеарные события с характерной картиной ливней в верхних и нижних оптических камерах.
- $\mu^-\mu^+$. Коллинеарные события ($\Delta\omega < 5^\circ$), имеющие пробег с обеих сторон до конца оптических камер. Основной фон для этого процесса дают космические частицы. Для уменьшения фона при обработке μ -мезонных событий телесный угол системы был уменьшен на 25%. Подробный анализ процесса рождения μ -мезонных пар приведен в отдельной работе [8].
- $\pi^-\pi^+$. Коллинеарные события с пробегом частиц, заканчивающимся в любом месте оптических камер. Распределение по пробегам определяется ядерным поглощением. Наиболее опасную примесь в этот процесс могут дать космические частицы и электрон-позитронные пары упругого рассеяния. Обработка экспериментальных данных еще не окончена.

4. K^-K^+ . Коллинеарные события ($\Delta\omega < 5^\circ$) с определенными требованиями на срабатывание черенковских счётчиков и длину пробега в оптических камерах. При энергии 590 Мэв пробег K^- -мезона должен заканчиваться во втором спинтиллиационном счётчике, поэтому ионизационные потери в этом счётчике должны в 15 раз превышать потери частицы с минимальной ионизацией. Данные об амплитуде импульсов счётчиков использовались при анализе событий. Эффективность черенковского счётчика для электрон-позитронных пар составляет 99%, расчётное значение эффективности для K^- -мезонов с полной энергией 670 Мэв равно 7%.

В таблице II приведено ожидаемое количество K^-K^+ -пар.

Таблица 2.

Энергия 2E, Мэв	2x590	2x630	2x670
$ F_{KK}(s) ^2$	2,2	1,09	0,64
K^-K^+ , расчёт	$2,15 \pm 0,16$	$1,02 \pm 0,09$	$0,35 \pm 0,05$
K^-K^+ , эксперимент	0	0	1

При расчёте ожидаемого числа событий использовался форм-фактор K^- -мезонов в виде

$$F_{KK}(s) = \frac{g_{eKK} M_e^2}{g_e M_e^2 - s} + \frac{g_{\omega KK} M_\omega^2}{g_\omega M_\omega^2 - s} + \frac{g_{\phi KK} M_\phi^2}{g_\phi M_\phi^2 - s}$$

Принимая $M_e \approx M_\omega$ и используя условие нормировки

$$F(0) = 1, \text{ можно исключить неизвестные константы } g_{eKK} \text{ и } g_{\omega KK}.$$

Расчёт и полученные экспериментальные данные не противоречат друг другу со статистической достоверностью 9%.

5. Неколлинеарные события. В этот класс вошли события с большими углами отклонения от коллинеарности $\Delta\omega > 10^\circ$. Полное количество этих событий, примерно, в 2 раза превышает число μ -мезонных пар.

С помощью черенковских счётчиков эти события можно разделить на 3 типа: не сработали оба счётчика, сработал один счётчик, сработали оба счётчика. Доля частиц, вызывающих срабатывание черенковского счётчика, составляет при энергии 2×590 Мэв - 35%, 2×630 Мэв - 70%, 2×670 Мэв - 70%.

На рис.2 показано полное число событий после вычитания фона. Нормировка проведена на интегральную светимость, полученную при энергии 2×590 Мэв.

Можно отметить, что все события без срабатывания черенковских счётчиков имеют пробег не превышающий 20 г/см^2 . Если это π -мезоны, то их кинетическая энергия меньше 50 Мэв, что не противоречит данным черенковских счётчиков. Эффективность черенковских счётчиков составляет 50% для π -мезонов с энергией 70 Мэв.

Распределение частиц по пробегам при трёх значениях энергии начальных частиц выглядит, примерно, одинаково. Около 50% частиц имеют пробег меньше 20 г/см^2 .

Распределение событий по углам отклонения от коллинеарности также не показывает зависимости от энергии начальных частиц, поэтому мы приводим только суммарную гистограмму (рис.3). Углы θ и ψ соответственно полярный и азимутальный угол в сферической системе координат с полярной осью, направленной вдоль движения пучков.

Природа этих неколлинеарных событий неясна. Эти события не могут вызываться заряженными K -мезонами, так как большое число частиц вызывает срабатывание черенковских счётчиков. К тому же при энергии 590 Мэв у неколлинеарных K -мезонов пробег был бы меньше, чем толщина материала между местом встречи и вторым сцинтилляционным счётчиком.

Процессы тормозного излучения начальных электронов с возвращением на ρ и Φ -резонансы [7] также не могут дать такой картины. π -мезоны от распада этих резонансов должны иметь энергию выше порога черенковского счётчика, а 2-х частичные распады к тому же должны иметь $\Delta\psi = 0$.

Интересно отметить 12 событий, зарегистрированных при энергии 2×590 Мэв, в которых не сработали оба черенковских счётчика. Если эти события вызваны π -мезонами, то полная энергия

каждого из них меньше 250 Мэв. По кинематике это означает, что такое событие должно содержать больше трех π -мезонов. Однако нам не удалось найти событий с числом частиц, большим двух. По-видимому, это является следствием малости телесного угла системы регистрации.

В заключение авторы благодарят большой коллектив сотрудников за подготовку аппаратуры, участие в измерениях и обработку экспериментального материала, а также А.И.Вайнштейна и И.Б.Хрипловича за дискуссии.

Л и т е р а т у р а

1. В.Е.Балакин, и др. Исследование Φ -мезонного резонанса на встречных электрон-позитронных пучках. Представлено на XV Международную конференцию, Киев, 1970.
2. С.Е.Бару и др. Совещание по бесфильмовым искровым и стримерным камерам, Дубна, 1969 г., стр.164.
3. С.Е.Бару и др. Совещание по бесфильмовым искровым и стримерным камерам, Дубна, 1969 г., стр.168.
4. В.М.Попов и др. X Всесоюзная конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений, Новосибирск, 1969.
5. P.I.Golubnichiy et al. Proceedings of the International Symposium on Electron and Positron Storage Rings, Saclay, 1966.
П.И.Голубничий и др. Атомная энергия, 22, 167, 1967.
6. В.Е.Балакин и др. "Эксперименты по рождению пар μ -мезонов на ВЭПП-2". Представлено на XV Международную конференцию, Киев, 1970 г.
7. V.N.Baier, V.S.Fadin. Phys.Lett. 27B, 223, 1968.

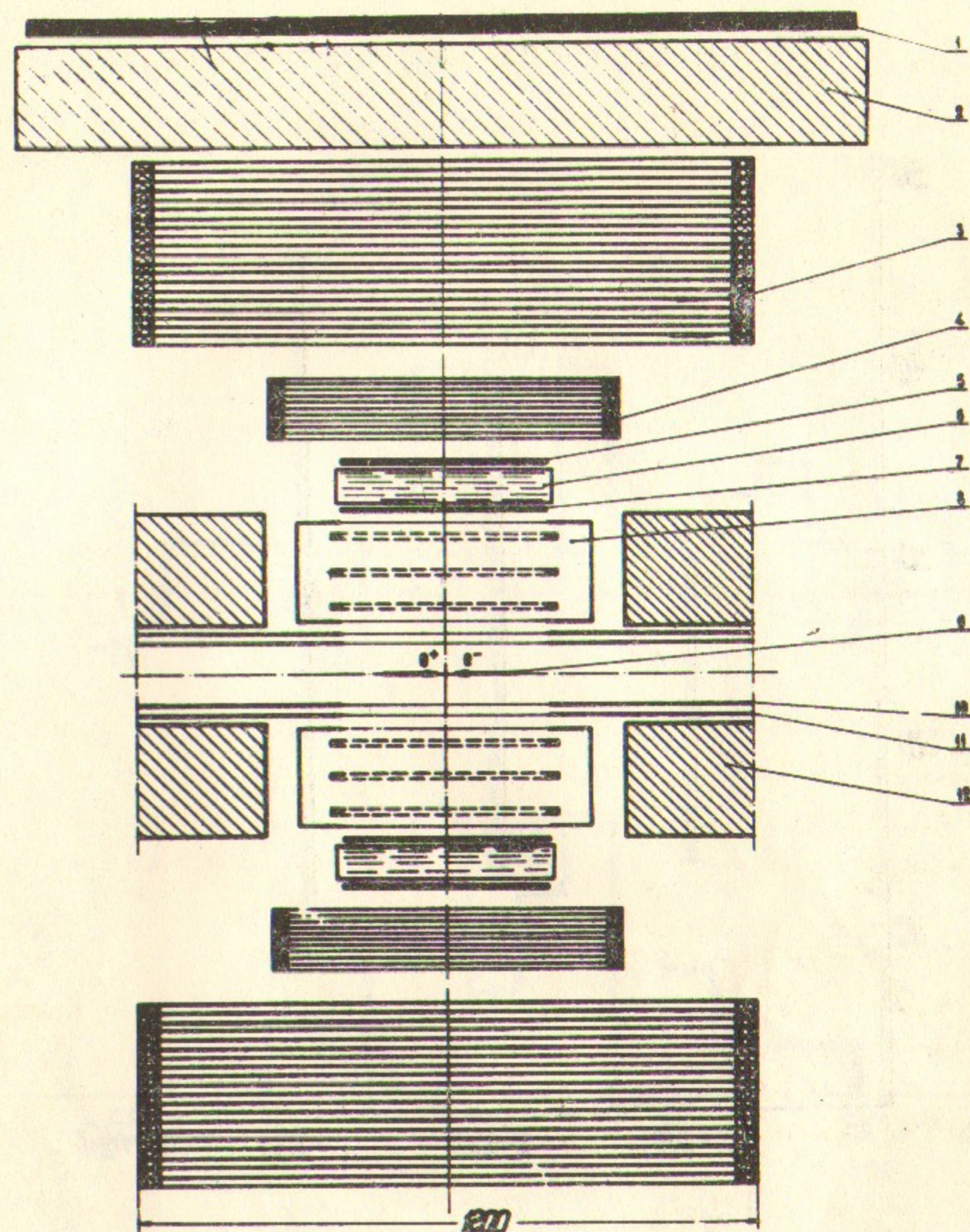


Рис.1. Геометрическая схема эксперимента: 1 - сцинтилляционный счётчик антисовпадений; 2 - свинец; 3 - пробежная искровая камера; 4 - ливневая искровая камера; 5,7 - сцинтилляционные счётчики; 6 - водяной черенковский счётчик; 8 - проволочные искровые камеры; 9 - область встречи; 10,11 - внутренняя и наружная вакуумные камеры; 12 - магнит накопителя.

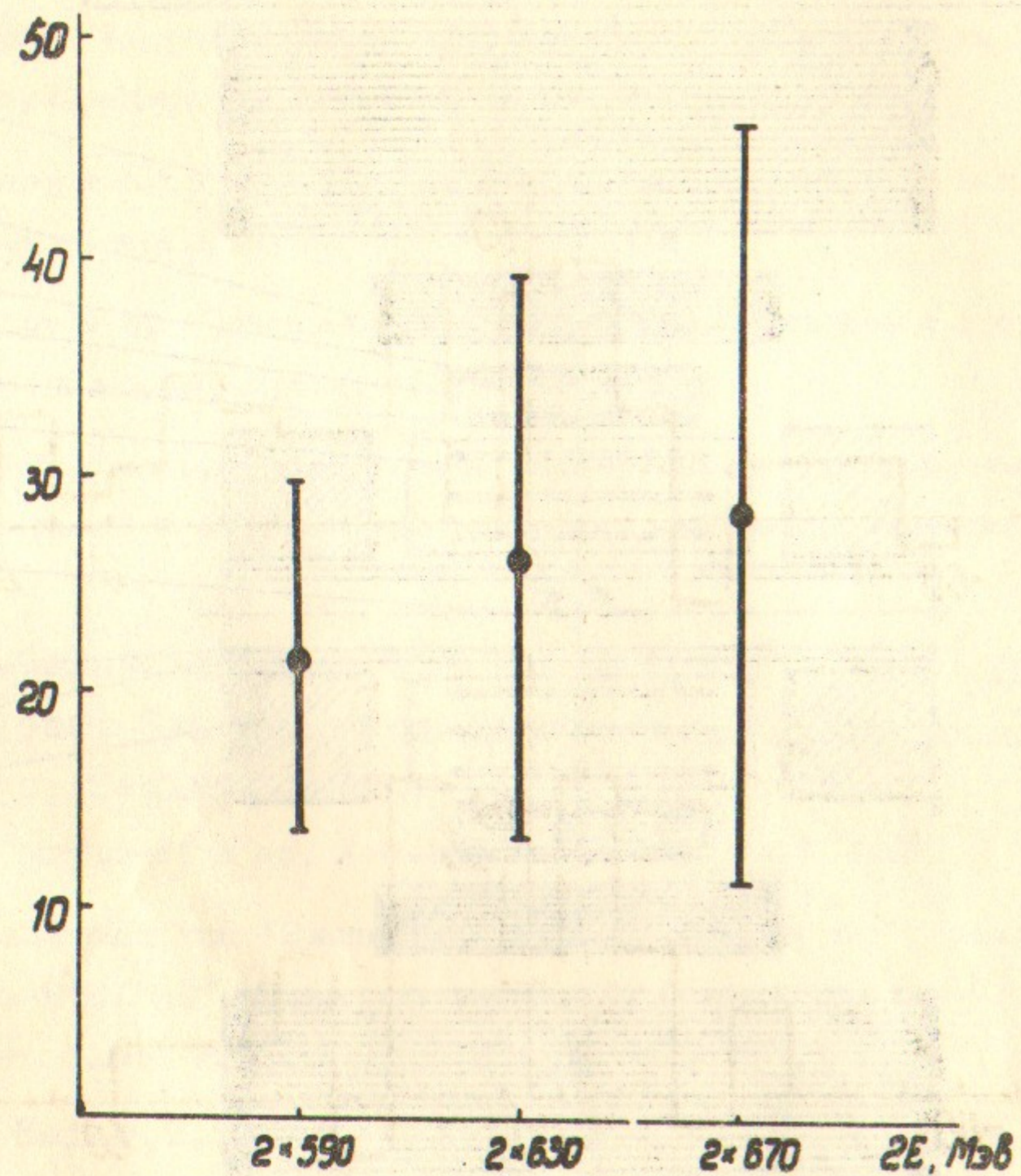


Рис.2. Полное число неколлинеарных событий, нормированное на интегральную светимость при энергии 590 Мэв.

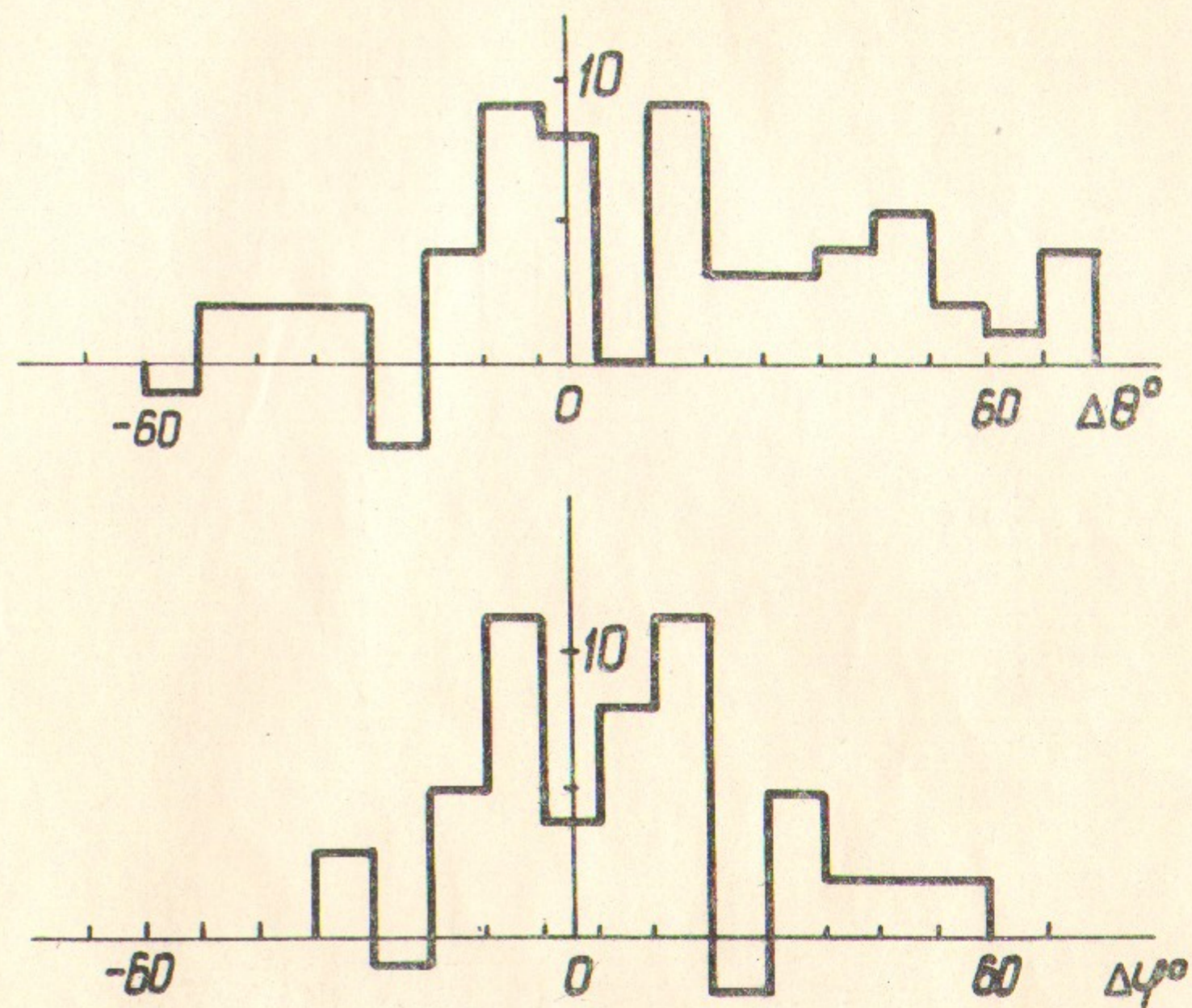
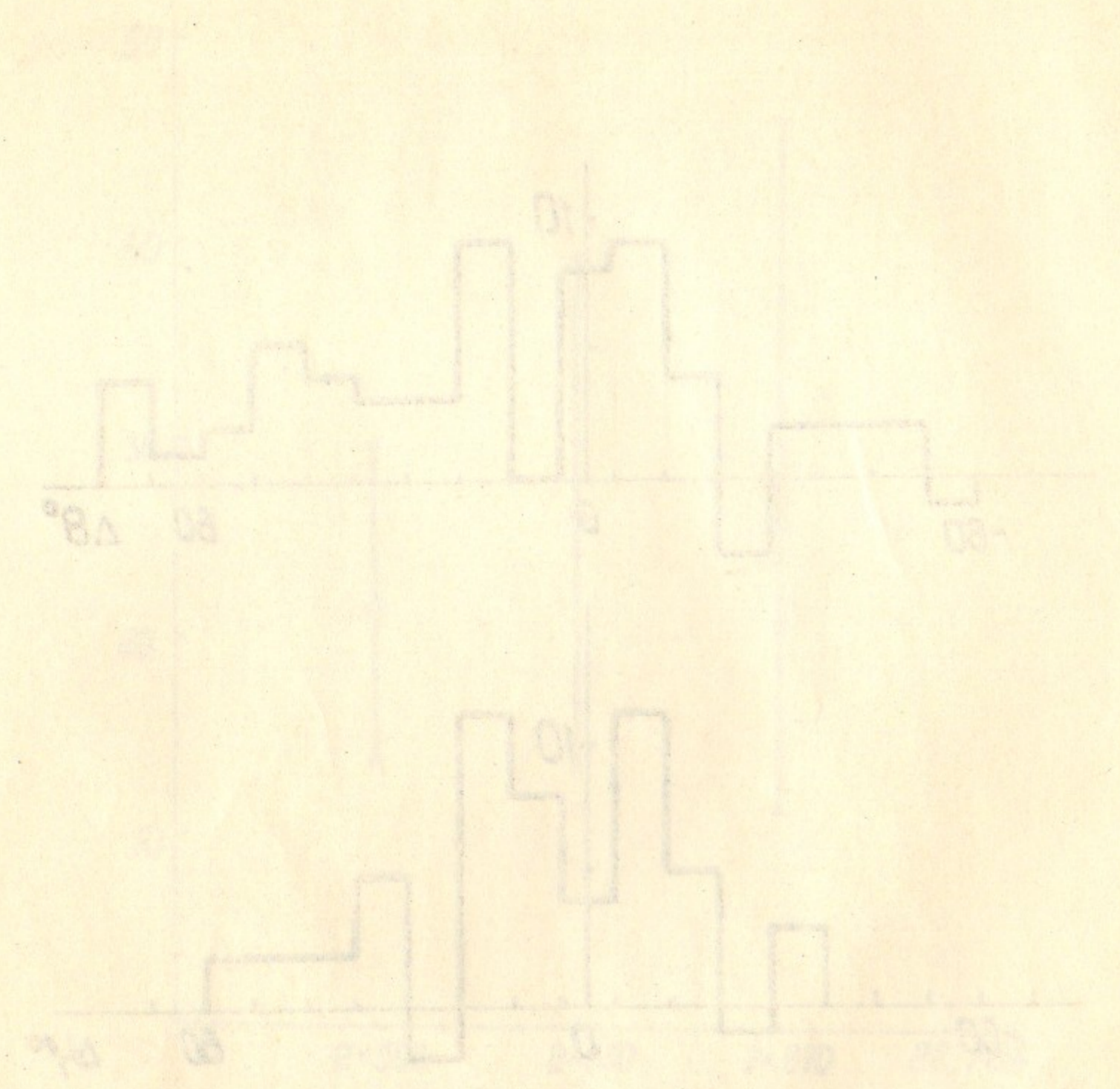


Рис.3. Гистограмма распределения событий по углам отклонения от коллинеарности $\Delta\theta$ и $\Delta\varphi$ (сумма трех энергий).



Ответственный за выпуск А.П.Онучин

Подписано к печати 13. VIII. 70г

Усл. 0,5 печл., тираж 200 экз. Бесплатно.

Заказ № 62 . ПРЕПРИНТ

Отпечатано на ротационной машине в ИЯФ СО АН СССР, нв.