

С346,5Г
А-564

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



1 - 7427

4440/2-73

РЕГЕНЕРАЦИЯ $K_L^0 - K_S^0$ НА ДЕЙТЕРИИ

Сотрудничество Берлин - Будапешт - Дубна -
Прага - Серпухов - София

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1 - 7427

РЕГЕНЕРАЦИЯ $K^0_L - K^0_S$ НА ДЕЙТЕРИИ *

Сотрудничество Берлин - Будапешт - Дубна -
Прага - Серпухов - София

Доклад на международной конференции
по физике элементарных частиц
(Экс-ан-Прованс, Франция, сентябрь 1973 г.)

* Перечень авторов см. на обороте титула.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

К.-Ф. Альбрехт, В.К. Бирулев, Ф. Деак, Н.Н. Говорун, В. Генчев,
Т.С. Григалашвили, Л.Б. Голованов, Б.Н. Гуськов, Я. Гладки, И.М. Иванченко,
Х. Кайзер, В.Д. Кекелидзе, Д. Киш, В.Г. Кривохижин, В.В. Кухтин, М.Ф. Лихачев,
А.Л. Любимов, В.Л. Мазарский, А. Майер, И. Манно, Э. Надь, З. Новак,
М. Новак, А. Прокеш, Х.-Э. Рызек, Ю.И. Саломатин, И.А. Савин, М.Д. Шафранов,
Л.В. Сильвестров, В.Е. Симонов, А.Е. Сеннер, Г.Г. Тахтамышев, П. Тодоров,
Л. Урбан, А.С. Вовенко, Г. Вестергомби, Я. Вотруба

Эксперимент по изучению энергетической зависимости амплитуды
трансмиссионной регенерации $K_L^0 - K_S^0$ на дейтерии в области им-
пульсов 10-50 Гэв/с является естественным продолжением экспери-
ментов /I-4/ по изучению регенерации на водороде.

Как хорошо известно /5/, амплитуда трансмиссионной регенера-
ции выражается через разность амплитуд упругого рассеяния вперед
 K^0 и \bar{K}^0 на данном ядре, а оптическая теорема связывает её мнимую
часть с разностью полных сечений тех же частиц. Поскольку дейт-
роны имеют изоспин 0, сечение регенерации на дейтерии может быть
сопоставлено с полными сечениями $K^{\pm}d$ - взаимодействий.

Из данных по регенерации на водороде и дейтерии можно извлечь
сведения об энергетической зависимости амплитуды регенерации на
нейтронах и сопоставить их с имеющимися данными по полным сече-
ниям K^+p и K^+n - взаимодействий.

Совокупность всех данных по регенерации на дейтерии и нук-
лонах позволяет более точно, чем в отдельных измерениях, прове-
рять выполнимость теоремы Померанчука и различные предсказания,
основанные на применении моделей комплексных угловых моментов /6/,
дисперсионных соотношений /7-9/, кварковых моделей /10/ и т.д.

Эксперимент был выполнен на ускорителе 70 Гэв в Серпухове
с той же аппаратурой (см.рис.1), что и эксперименты по регене-
рации на водороде /I-4/. В качестве регенератора использовалась
Эм жидкодейтериевая мишень /II/. Измерения были выполнены в тече-
ние двух сеансов работы ускорителя. Каждый из сеансов опти-
мизирован по положению мишени и тока в магните для интервалов
импульсов K_L^0 10-30 Гэв/с (геометрия 1) и 20-50 Гэв/с (геомет-
рия 2). В первом из них было зарегистрировано около $0,5 \cdot 10^6$ со-
бытий, во втором - $1,1 \cdot 10^6$.

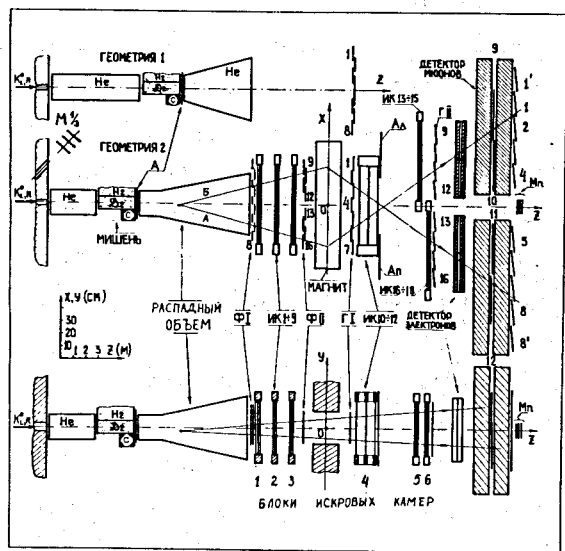


Рис.1. Схема спектрометра.

Записанные на магнитные ленты события были обработаны на ЭВМ с помощью тех же программ и методов, что и в случае регенерации на водороде /12-14/.

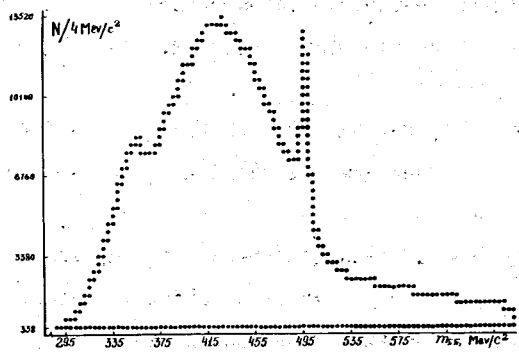
Явление регенерации на дейтерии изучалось путем наблюдения интерференции в двухпионных распадах $K_{L,S}^0$ - мезонов, происшедших в пространстве за мишенью.

Отбор двухпионных распадов среди всех зарегистрированных установкой, проводился с помощью процедуры, аналогичной /3/. Он иллюстрируется следующими распределениями.

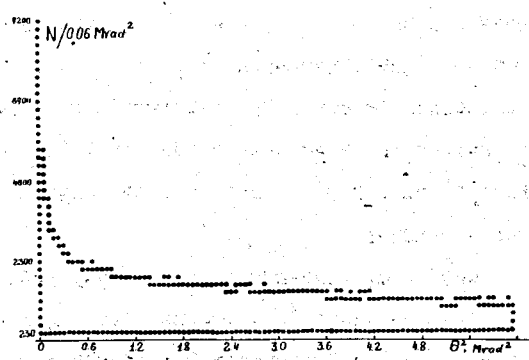
На рис.2 представлены распределения всех полученных событий по инвариантной массе и Θ^2 , где Θ (угол рассеяния) - угол между направлениями падающего $K_{L,S}^0$ и суммарного вектора-импульса двух заряженных частиц. На этих рисунках, несмотря на значительный фон, четко видны пики в области массы каона и при углах рассеяния, близких к 0° , соответствующие двухпионным распадам нейтральных каонов.

Применяя к событиям, вошедшим в гистограмму рис.2А, критерий отбора по углу рассеяния $\Theta^2 < 9\sigma_\Theta^2(p)$, где $\sigma_\Theta(p)$ - угловая разрешающая способность спектрометра для каонов данного импульса, получим распределения, представленные на рис.3А-В, если одновременно вычесть события, идентифицированные с помощью детекторов лептонов /15,16/, как $K_{\mu 3}^0$ или $K_{e 3}^0$ - распады.

Если к событиям, вошедшим в гистограмму рис.2Б, применить критерий отбора по инвариантной массе $|m_{\pi\pi} - M_K| \leq 3\sigma_m(p)$, где $\sigma_m(p)$ - соответствующая разрешающая способность спектрометра, а M_K - масса каона, то угловое распределение всех событий будет

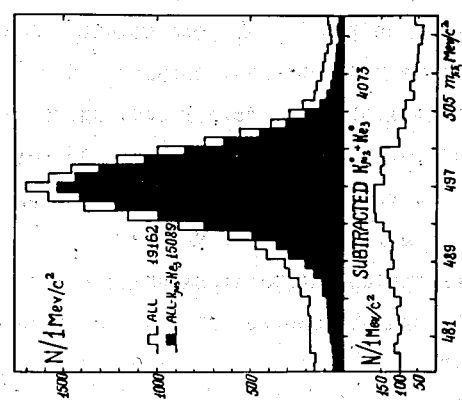


A

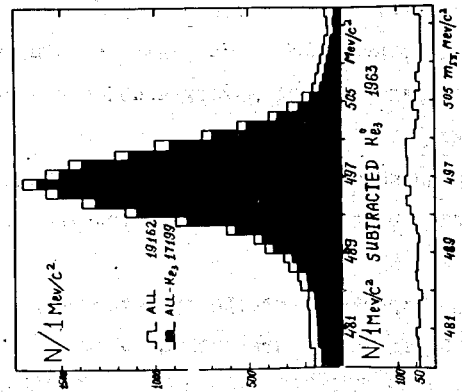


B

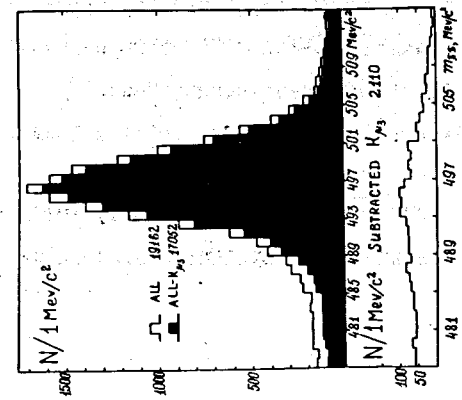
Рис.2. Распределения всех событий, восстановленных геометрической программой, по инвариантной массе $m_{\pi\pi}$ (А) и квадрату угла рассеяния θ^2 (Б) (геометрия 2).



B



B



A

Рис.3. Распределения по инвариантной массе всех событий, удовлетворяющих тесту по углу рассеяния (ALL), а также те же события за вычетом идентифицированных $K_{\pi 3}^0$ (А), идентифицированных $K_{\pi 3}^0$ (Б), $K_{\pi 3}^0 + K_{\pi 3}^0$ (В) (геометрия 2).

иметь вид, представленный на рис.4, где тоже показан эффект вычитания идентифицированных полуплептонных распадов. Пик среди вычитенных K_{e3}^0 в области малых углов рассеяния есть идентифицированные как K_{e3}^0 двухпионные распады, доля которых составляет около 2,5% от полного числа чистых двухпионных распадов. Поправки, связанные с потерей этих событий, могут быть учтены.

Разрешения спектрометра по инвариантной массе и углу рассеяния были получены путем анализа соответствующих распределений, представленных на рис.5,6.

Показанные распределения характеризуют явление трансмиссионной регенерации на дейтерии. Вместе с тем было наблюдеено значительное число случаев дифракционной регенерации, которая иллюстрируется, например, распределениями по инвариантной массе событий, не попавших в пик (рис.7).

В эти распределения вошли события, не являющиеся случаями трехчастичных распадов. Пик в районе массы каона обусловлен дифракционной регенерацией на дейтерии.

Отобранные с помощью критериев отбора двухпионные распады были использованы для определения известным методом ^{13/} энергетической зависимости модуля $|f^0(K^0d) - \bar{f}^0(\bar{K}^0d)|$ и фазы $\arg[f^0(K^0d) - \bar{f}^0(\bar{K}^0d)]$ амплитуды регенерации на дейтерии. Обработка экспериментальных данных, полученных в условиях геометрии 1 (7500 событий) и геометрии 2 (12500 событий), велась независимо. Найденные в обоих случаях величины модуля и фазы согласуются в пределах статистических и возможных систематических ошибок.

Значения величин $|f^0(K^0d) - \bar{f}^0(\bar{K}^0d)|/k$, $\arg[f^0(K^0d) - \bar{f}^0(\bar{K}^0d)]$ и $\sigma_{tot}(\bar{K}^0d) - \sigma_{tot}(K^0d)$, вычисленные по результатам анализа эксперимен-

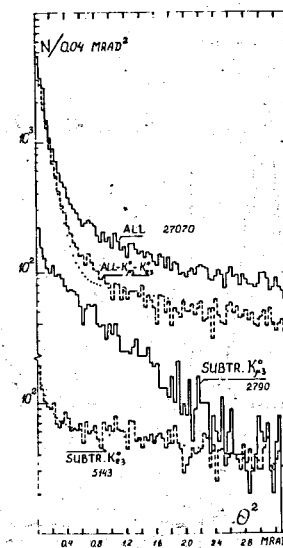
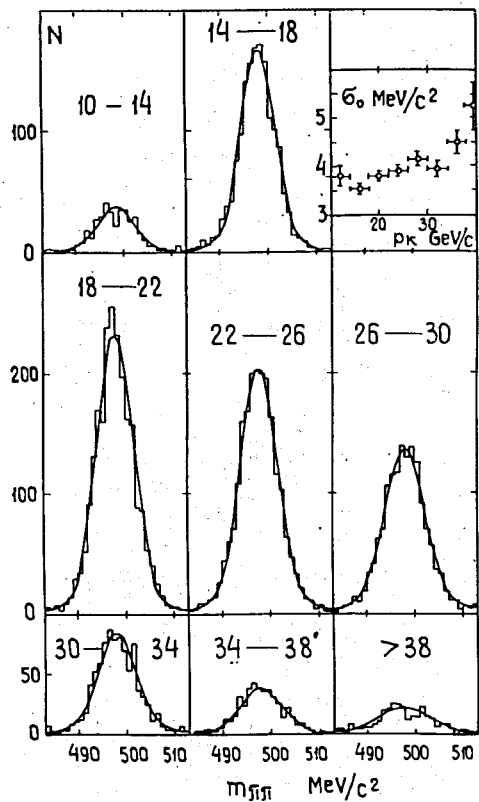
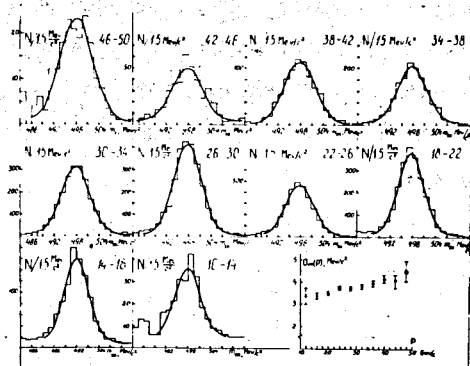


Рис.4. Распределения по квадрату угла рассеяния всех событий, удовлетворяющих тесту по массе (ALL), а также тех же событий за вычетом идентифицированных $K_{\mu 3}^0 + K_{e 3}^0$. Показаны также угловые распределения вычитенных $K_{\mu 3}^0$ и $K_{e 3}^0$ - событий (геометрия 2).



A



Б

Рис.5. Распределения по инвариантной массе $m_{\pi\pi}$ событий - кандидатов в двухпионные распады, удовлетворяющих тесту по углу рассеяния и тесту по импульсу в пределах определенного интервала: А - геометрия-1, Б - геометрия-2.

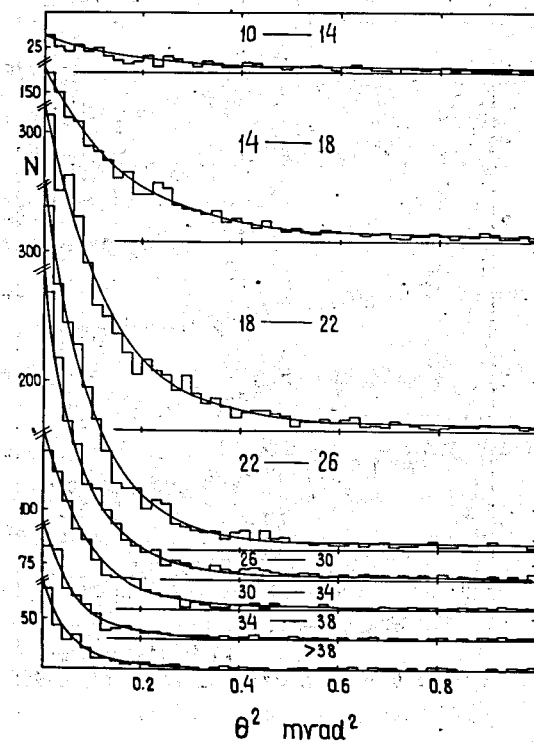


Рис.6. Распределения по углу рассеяния событий - кандидатов в двухпионные распады, удовлетворяющих тесту по массе и тесту по импульсу в пределах определенного интервала: А - геометрия I, Б - геометрия 2.

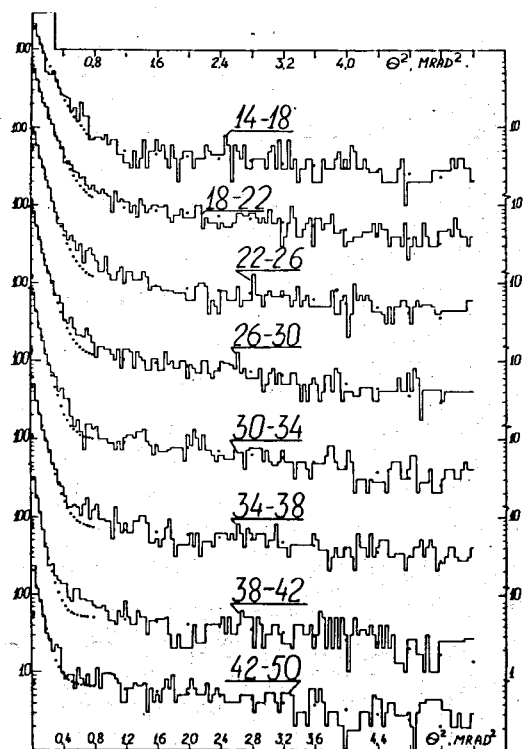


Рис. 6 Б.

тальных данных в условиях геометрии 2, приведены на рис.8.

При получении этих данных были использованы параметры слабых взаимодействий $\tau_S = 0,905 \cdot 10^{-10}$ сек, $\Delta m/\hbar = 0,56 \cdot 10^{10}$ сек $^{-1}$, $|\eta_{\pm}| = 2,35 \cdot 10^{-3}$, $\Phi_{\pm} = 42^\circ$, имеющиеся в литературе /17/ и лучше согласующиеся с экспериментом, чем параметры в таблицах /18/.

Результаты, приведенные на рис.8, показывают следующее.

1). Фаза амплитуды регенерации на дейтерии не зависит от энергии и ее средняя величина в пределах ошибок согласуется с величиной, предсказываемой моделью комплексных угловых моментов для случая обмена омега-полусом.

2). Модуль амплитуды регенерации, точнее $|f^+(K^0d) - f^-(\bar{K}^0d)|/k$ в интервале импульсов 18-50 Гэв/с, уменьшается с увеличением импульса падающих каонов.

3). Разность полных сечений взаимодействий K^0d и \bar{K}^0d убывает с увеличением импульса каонов, что является независимым подтверждением результатов, полученных на заряженных пучках /19/ и показывающих постоянство полных K^0d и увеличение полных K^+d сечений взаимодействий в интервале импульсов 15-65 Гэв/с.

4). Из данных по регенерации на дейтерии и водороде /3/ получена с учётом Глауберовских поправок /20/ энергетическая зависимость модуля амплитуды регенерации на нейтронах (см.рис.8). Соответствующие величины разности полных сечений $\sigma_{tot}(K^0n) - \sigma_{tot}(K^+p) - \sigma_{tot}(K^0p) - \sigma_{tot}(K^+n)$ согласуются с измерениями на заряженных пучках для /19/.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность чл.корр. АН СССР А.М.БАЛДИНУ и академику А.А.ЛОГУНОВУ за постоянную поддержку и интерес к работе.

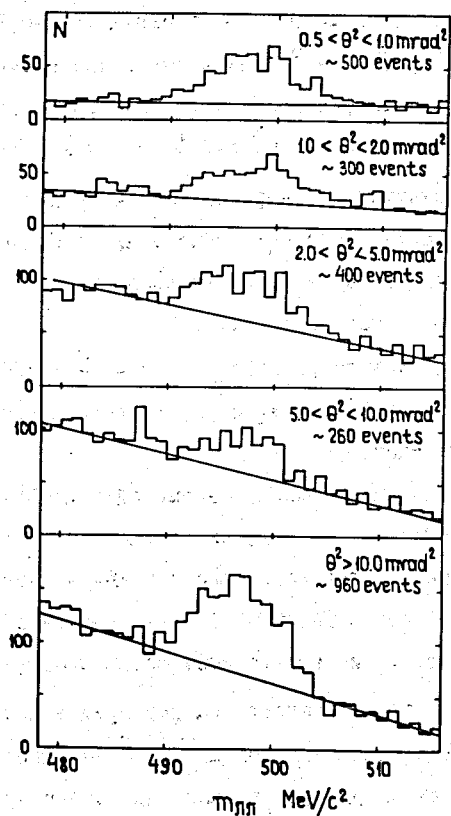


Рис.7. Распределения по инвариантной массе событий - кандидатов в двухпионные распады, квадрат угла рассеяния которых больше $0,5 \text{ мрад}^2$. Пик в области массы каона - случаи дифракционной $K_L^0 - K_S^0$ - регенерации на дейтерии.

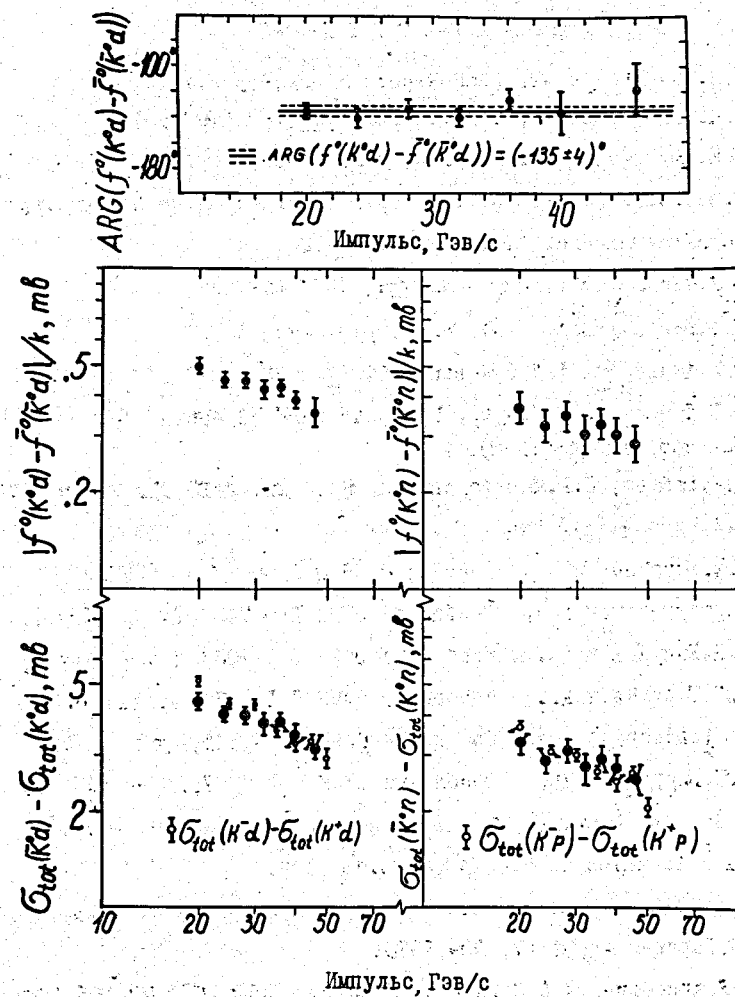


Рис.8. Результаты измерения амплитуды трансмиссионной $K_L^0 - K_S^0$ регенерации на дейтерии и нейтронах в зависимости от импульса каонов: ϕ - данная работа; ϕ - результаты работы /19/.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. A.S.Vovenko et al. JINR Report N B2-1-5362, 1970.
2. V.K.Birulev et al. Phys.Letters 38B, 452 (1972)
3. V.K.Birulev et al. Preprint JINR E1-6851, 1972.
4. G.Giacomelli, Proc.of XVI Intern.Conf. on High Energy Phys. Batavia-Chicago, v.3, 1972, p.219-320.
5. R.H.Good et al. Phys.Rev. 124, 1223 (1961).
6. V.I.Lysin et al. Nucl. Phys. В40, 298 (1972)
7. И.Г.Азнаурян, Л.Д.Соловьев, ЯФ I2, 638 (1970).
8. О.В.Думбрайс, Н.М.Куин, Препринт ОИЯИ P2-4962, Дубна (1970), E2-4965, Дубна (1970).
9. З.Р.Бабаев, П.И.Маргвелашвили, Препринт ИФВЭ СФ 70-69, 1970.
10. Н.И.Lipkin, F.Scheck, Phys.Rev. Lett. 16, 71 (1966).
11. Д.Т.Борзунов и др. Препринт ОИЯИ В-6598, Дубна (1973).
12. Г.Вестергомби и др. Сообщение ОИЯИ P10-7284, Дубна (1973).
13. В.К.Бирулёв и др. Сообщение ОИЯИ P I-7083, Дубна (1973).
14. В.К.Бирулёв и др. Сообщение ОИЯИ P I-6878, Дубна (1973).
15. К.-Ф.Альбрехт и др. Сообщение ОИЯИ I-7305, Дубна (1973).
16. В.К.Бирулёв и др. Сообщение ОИЯИ I-7307, Дубна (1973).
17. C.Rubbia, Proc. of XVI Int. Conf. on High Energy Physics, Batavia-Chicago, v.4, 1972, p.157-189.
18. Particle data group, Rev. of Mod. Phys. 45, n 2, 1973.
19. Д.П.Горин и др. ЯФ I7, 309, 1973.
20. В.В.Анисович, Д.А.Стойнова. Препринт ИФВЭ, СЭФ, 72-106, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 августа 1973 года.