

Курочкин. В. П. и др.
Б 1-10-8887.

Ц 8408 + СЗ46.418
К-935



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2551/75

Б 1-10-8887^u

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19 75

Объединенный институт ядерных исследований

Лаборатория ядерных проблем

Б1-10-8887

В.П.Курочкин, Ж.П.Пустельник, Г.И.Смирнов

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ,
ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ПРОЦЕССА $\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n$

Рукопись поступила
в редакционный отдел
16 мая 1975 г.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

- Дубна, 1975 г. -

А Н Н О Т А Ц И Я

Описана система обработки экспериментальных данных по процессу $\pi^- + p \rightarrow e^+ + e^- + n$ на электронно-вычислительных машинах МИНСК-22 и БЭСМ-4. Обмен информацией между ЭВМ МИНСК-22 и БЭСМ-4, необходимой в процессе обработки, осуществляется с помощью перфокарт.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс $\pi^-p \rightarrow e^+e^-n$, исследование которого проводится в окрестности $\Delta(1232)$ -резонанса⁽¹⁾, сопровождается интенсивным потоком реакций упругого и неупругих взаимодействий пионов с протонами. Число событий, подвергающихся обработке, достигает нескольких сот тысяч, а фактор подавления при выделении событий исследуемого процесса достигает величины ~ 300 . Для решения задачи быстрой и эффективной обработки такого количества материала была создана система обработки данных на электронно-вычислительных машинах МИНСК-22 и БЭСМ-4. Эта система обеспечивает строгую последовательность обработки फिल्मовой информации, надежную взаимную связь машин МИНСК-22 и БЭСМ-4 с помощью перфокарт, быстрое вычисление эффективности обработки экспериментальных данных.

I. Предварительный отбор событий.

Просмотр пленок

В процессе накопления статистического материала регистрация событий производилась как на кинопленке, так и на магнитной ленте ЭВМ МИНСК-22⁽²⁾. После окончания сеанса измерений на синхроциклотроне анализировались результаты калибровок временных каналов по событиям реакции упругого рассеяния пионов на протоне, а также результаты амплитудных калибровок черенковских спектрометров полного поглощения на электронном пучке. Определялись средние значения t_{cp} и дисперсии σ^2 временных параметров, а также дрейф средних значений за время измерений на синхроциклотроне. Калибровки спектрометров использовались для введения критериев при предварительном отборе событий по энергиям регистрируемых электронов: $E_1, E_2 > 50$ МэВ,

$E_1 + E_2 > 170$ МэВ. Предварительный отбор событий по энергиям частиц и временам, зарегистрированным сцинтилляционными и черенковскими счетчиками, искровыми камерами⁽³⁾ и спектрометрами, проводился на ЭВМ МИНСК-22. При этом отбирались события с временами T_{ij} , зарегистрированными счетчиками, искровыми камерами и спектрометрами, которые удовлетворяли следующему требованию:*/

$$(t_{cp} - 3\sigma)_{ij} < T_{ij} < (t_{cp} + 3\sigma)_{ij}$$

Здесь $i = 1, 2$ - номер телескопа, $j = 1, 2, 3, 4$ - номер детектора в телескопе.

Номера событий, оставшихся после введения критериев, печатались на бланках с помощью цифрпечатающего устройства АЦПУ-128 на ЭВМ МИНСК-22. Бланки передавались вместе с киноплёнкой на просмотр. Такой процесс обработки будем называть "обычным" ("О"). Процесс "экспрессной" обработки ("Э"), отличающийся введением на этапе предварительного отбора событий критерия по суммарному энерговыделению электронов в спектрометрах $E_1 + E_2 > 250$ МэВ, проводился параллельно с "О" процессом. Такой отбор уменьшает количество просматриваемых событий в 2,5-3 раза, практически не подавляя события исследуемой реакции. Сравнивая события, полученные в результате этих двух процессов обработки, можно определить эффективность просмотра, выявить грубые ошибки измерений, допущенные на сканирующих приборах.

При просмотре киноплёнок отбирались события с одним треком в каждой искровой камере. Допускалось наличие помимо трека пробоя вблизи стенки камеры. Номера событий, отобранных при просмотре,

*/ При обнаружении дрейфа средних значений границы отбора расширялись.

пробивались с помощью телетайпа на перфоленте. После этого проводилась перепись номеров кадров с перфолент на магнитную ленту ЭВМ БЭСМ-4 в порядке возрастания этих номеров.

2. Паспортная лента. Определение эффективности просмотра

Магнитные ленты ЭВМ БЭСМ-4, на которых расположены номера отобранных при просмотре событий, являются "паспортными лентами" ("ПЛ") событий. Эти "ПЛ" создаются как для процесса "0" обработки, так и для "Э" обработки. Помимо номеров кадров в каждой зоне "ПЛ" может быть размещено 149 чисел, представляющих собой как амплитудно-временные параметры событий, так и параметры, полученные при сканировании снимков и при геометрической реконструкции событий.

Сразу после создания "ПЛ" программным путем проводится сверка лент "0" и "Э" процессов обработки. При этом среди событий "0" процесса обработки отбираются события с суммарным энерговыделением $E_1 + E_2 > 250$ МэВ и сравниваются с событиями, расположенными на "ПЛ" "Э" процесса обработки. В том случае, если на "ПЛ" "0" ("Э") процесса обработки отсутствует событие, имеющееся на "ПЛ" "Э" ("0") процесса обработки, программа печатает на АЦПУ следующую информацию:

№ кадра	тип процесса обработки	№ зоны
---------	------------------------	--------

Разногласия, обнаруженные такой сверкой, обусловлены тем, что эффективность просмотра ниже 100%. Для определения эффективности просмотра проводился новый просмотр пленок в соответствии со списком разногласий. В ходе этого просмотра выбрасывались события, имеющие либо треки плохого качества, либо слабые вторые треки, на которые не обратили внимания при первоначальном просмотре. Оставшиеся в списке

разногласий события использовались для вычисления эффективностей просмотра для "О" и "Э" процессов обработки, а также для определения суммарной эффективности. В таблице I. приведены значения эффективностей просмотра в "О" процессе обработки - ϵ_0 , в "Э" процессе - ϵ_3 , а также суммарная ϵ_{Σ} , полученные при сверке части статистического материала.

Таблица I

N_0	N_3	N_{03}	N_0'	N_3'	ϵ_0	ϵ_3	ϵ_{Σ}
546	545	514	32	31	$0,942_{\pm}$ $0,010^{\wedge}$	$0,940_{\pm}$ $0,010^{\wedge}$	$0,9970_{\pm}$ $0,0008^{\wedge}$

Здесь N_0 (N_3) - количество событий, проходящих сверху из "О" ("Э") процесса обработки, N_{03} - количество совпадающих событий, N_0' (N_3') - количество разногласий. Выявленные при сверке события на "ПЛ" "О" процесса обработки N_0' заносятся на "ПЛ" "Э" процесса обработки и наоборот. Такое дополнение "ПЛ", эквивалентно увеличению эффективности просмотра, которая становится равной: $\epsilon_{\Sigma} = 1 - (1 - \epsilon_0)(1 - \epsilon_3)$. Помимо повышения эффективности просмотра достигается также абсолютное совпадение номеров событий с суммарным энерговыделением $E_1 + E_2 > 250$ МэВ на лентах "О" и "Э" процессов обработки. Это позволяет в дальнейшем провести сверку геометрических параметров всех обрабатываемых событий (при условии $E_1 + E_2 > 250$ МэВ).

После завершения работ по созданию "ПЛ" на эти ленты может заноситься как информация об амплитудно-временных параметрах событий, так и результаты сканирования соответствующих кадров киноплёнки.

3. Обмен информацией между ЭВМ МИНСК-22 и БЭСМ-4

Из всего массива данных, хранящихся на МЛ ЭВМ МИНСК-22, необходимо выбрать и передать на ЭВМ БЭСМ-4 амплитудно-временные параметры лишь тех событий, которые записаны на "ПЛ" "0" и "Э" процессорной обработки. С этой целью производится выдача номеров кадров событий с "ПЛ" на перфокарты. Для того, чтобы эти перфокарты можно было ввести в ЭВМ МИНСК-22, производится перевод из построчной пробивки, принятой на ЭВМ БЭСМ-4, в пробивку столбцами. Пробивка информации на ЭВМ БЭСМ-4 ведется начиная с 26-го столбца. Для введения таких перфокарт в ЭВМ МИНСК-22 используется особая форматная карта, подкладываемая перед массивом данных при вводе его в МИНСК-22. Читая номера событий с этих перфокарт, ЭВМ МИНСК-22 выбирает с магнитных лент параметры нужных событий и выдает их на перфокарты. При этом перфорация производится в формате ЭВМ БЭСМ-4. Перфорация чисел осуществляется в упакованном виде так, что 4 числа располагаются в одной ячейке ЭВМ БЭСМ-4.

Полученные таким способом перфокарты вводятся в ЭВМ БЭСМ-4, производится распаковка и запись на "ПЛ" чисел, несущих информацию об амплитудно-временных параметрах событий процесса $\pi^-p \rightarrow e^+e^-n$.

4. Обработка фильмовой информации на сканирующих приборах

Вследствие того, что ряд событий, отобранных для измерений на сканирующих приборах, имеют треки с низкой контрастностью, эффективность обработки фильмовой информации значительно ниже 100%. В ряде случаев эффективность снижалась из-за наличия дефектов на кино-

пленке. Для того, чтобы свести к минимуму потери событий на этой стадии обработки, сканирование фильмовой информации осуществлялось в три этапа. Первые два этапа выполнялись на сканирующем автомате на электронно-лучевой трубке АЭЛТ-1⁽⁴⁾. Результаты сканирования вносились на "ПЛ". Целью второго этапа является: 1) ликвидация погрешностей, допущенных операторами на первом этапе; 2) обработка треков с низкой контрастностью на пределе возможностей автомата. Эффективность обработки снимков на этих двух этапах составляла, в среднем, 80%. Оставшиеся 20% событий отправлялись на третий этап обработки - на полуавтоматическое сканирующее устройство ПУОС-50⁽⁵⁾. Полуавтоматы работали как в режиме "on-line" с ЭВМ БЭСМ-4, так и в режиме выдачи информации на перфоленду. В обоих случаях информация, получаемая при сканировании, передавалась для записи на "ПЛ" соответствующего процесса обработки. Эффективность обработки на третьем этапе составляла 60-70%.

После завершения трех этапов сканирования необработанными оставались 6-8% событий, находящихся на "ПЛ". Номера этих событий выдавались на печать. В соответствии с полученными списками проводился дополнительный просмотр пленок. Обнаруженные в ходе просмотра события с плохими треками помечались на "ПЛ" признаком "плохого" события и в дальнейшей обработке не участвовали. События с хорошими треками, обнаруженные при этом просмотре, помечались на "ПЛ" признаком "трудного" события и отправлялись на четвертый этап сканирования.

Итак, перед четвертым этапом сканирования имеется лишь 2-3% событий, не прошедших обработку на сканирующих устройствах. Непосредственно перед выполнением этого последнего этапа сканирования события, расположенные на "ПЛ" как "0", так и "Э" процессов обработки,

обсчитываются на ЭВМ БЭСМ-4 по программе геометрической реконструкции^{ж/}. Результаты вычислений, определяющие геометрию события, записываются на "ПЛ" в ту же самую зону, где хранится амплитудно-временная информация и результаты сканирования треков события.

5. Выявление грубых ошибок измерений. Определение эффективности обработки

Для выявления грубых ошибок измерений мы воспользовались результатами определения точности сканирующих приборов ПУОС-50 и АЭЛТ-1⁽⁶⁾. Точность измерения угла входа частицы в искровую камеру одинакова для обоих приборов и составляет 1° для каждой из проекций. Точность определения координаты входа частицы в искровую камеру составляет 1 мм для каждой проекции. Приведенные точности представляют собой стандартное отклонение, характеризующее распределение по разностям между результатами многократных измерений. Благодаря двум системам обработки - "Обычной" и "экспрессной", у нас имеются практически для всех событий дважды измеренные координаты точек и углы входа частиц в искровую камеру. Выявление грубых ошибок измерений производилось с помощью программы сверки, считывающей и сравнивающей данные с "ПЛ" "О" и "Э" процессов обработки. Программа вычисляла пространственный угол между треками, принадлежащими одному и тому же событию в "О" и "Э" процессах обработки и сравнивала его с величиной стандартного отклонения. Если полученный угол ($\Delta \theta_i$, $i = 1, 2$) превышал три стандартных отклонения, считалось, что допущена грубая ошибка при измерении на сканирующем приборе. Аналогично проводилось

^{ж/} Обсчет событий на этом этапе является наиболее оптимальным, хотя, в принципе, может осуществляться на любом этапе сканирования.

сравнение разности координат $(\Delta r_i, i=1,2)$ точек входа частицы в искровую камеру с величиной стандартного отклонения, характеризующей точность измерений.

Сверка углов и координат трека проводилась в том случае, когда хотя бы в одном из процессов обработки событие удовлетворяет всем геометрическим критериям отбора. При обнаружении грубых ошибок программа выдвала на печать следующую информацию:

№ кадра	Тип ошибки (угол или коорд.)	$\Delta \theta_1$	$\Delta \theta_2$	Δr_1	Δr_2	Признак браковки	
						по геометр.	крит.

Здесь индексы 1 и 2 соответствуют номерам искровых камер. Признак браковки позволяет узнать, в каком из процессов обработки грубые ошибки измерений привели к выбрасыванию события по геометрическим критериям, что определяет эффективность каждого из процессов.

На рис. I приведены распределения событий по углу между треками $\Delta \theta_i$ и разности координат Δr_i , вычисленные для событий, в которых при сканировании были допущены грубые ошибки измерений.

Если в ходе работы программы сверки встречается событие, помеченное на одной из "ПЛ" признаком "трудного" события, то на печать выдается следующая информация:

№ кадра	Тип процесса обработки	Признак события
---------	---------------------------	--------------------

Так же как и при определении эффективности просмотра, проводился дополнительный просмотр пленки в соответствии со списком разногласий. Обнаруженные при просмотре события с треками плохого качества помечались на "ПЛ" признаком "плохого" события.

В таблице II приведены значения эффективностей обработки для "0" и "Э" процессов, определенные при сверке части статистического

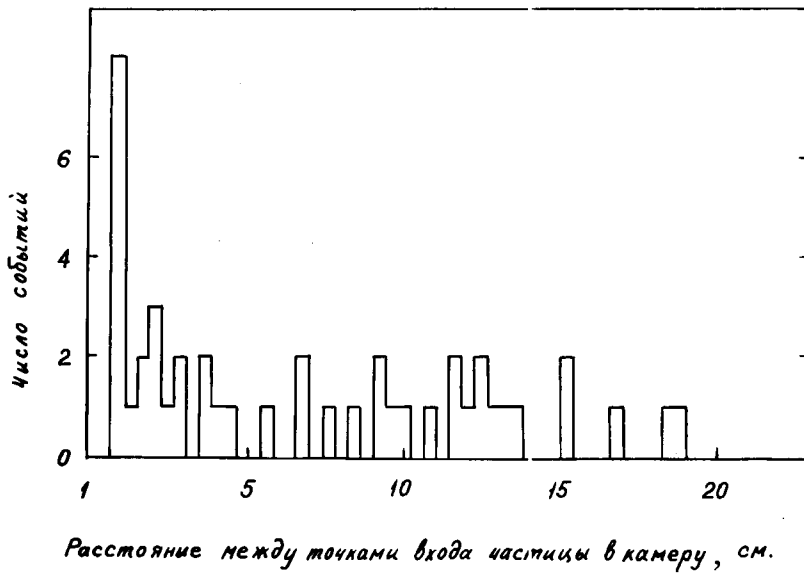
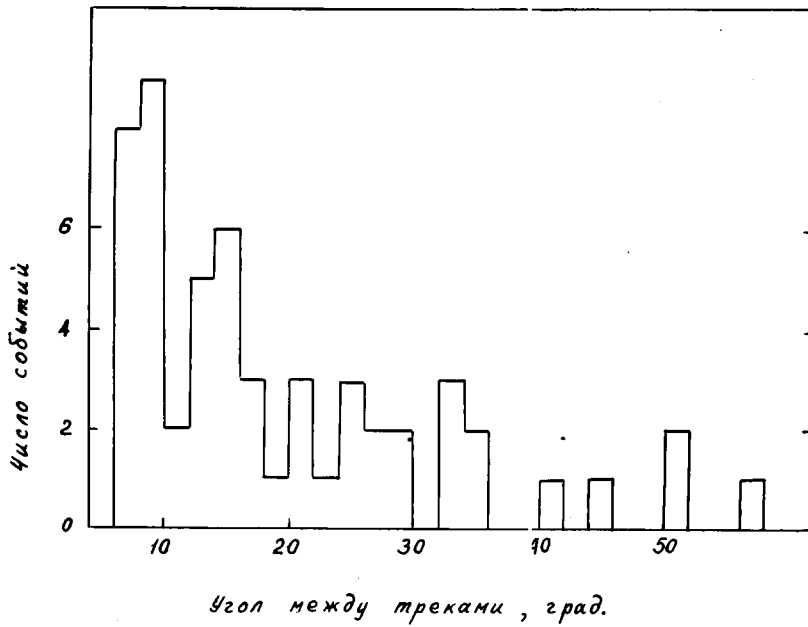


Рис. I Распределения по углу между треками $\Delta \theta_i$ и по разности координат Δr_i для тех событий, в которых эти разности превышают 3 стандартных отклонения.

частицы попадают в сцинтилляционный счетчик с различными временными задержками по отношению к мониторинговому счетчику. Кроме того, амплитуда сигнала со сцинтилляционного счетчика сильно зависит от угла входа частицы в счетчик, а также от координаты попадания в счетчик. Эти факторы приводят к ухудшению разрешения экспериментальной установки по временным и амплитудным параметрам событий исследуемого процесса, что затрудняет проведение разделения фона и эффекта.

Используя информацию как об амплитудно-временных параметрах, так и о геометрии событий, программа коррекции вносила исправления в амплитудные параметры в соответствии со значениями угла и координаты точки входа частицы в сцинтилляционный счетчик, а также исправления во временные параметры в соответствии с траекторией движения частицы между мониторинговым счетчиком и счетчиком бокового телескопа, с координатой точки попадания в сцинтилляционный счетчик и с амплитудой сигнала этого счетчика. Коррекция временных параметров, регистрируемых черенковским спектрометром полного поглощения, выполнялась в соответствии с траекторией движения частицы между мониторинговым счетчиком и спектрометром, а также в соответствии с амплитудой сигнала спектрометра.

На рис. 2а,в приведены распределения событий до коррекции по времени пролета между счетчиком мониторингового телескопа и счетчиком бокового телескопа, а также по величине ионизационных потерь в счетчике бокового телескопа. Те же распределения после коррекции показаны на рис. 2 б,г.

Для удобства анализа амплитудно-временных распределений, полученных в разных экспозициях, подбирались масштабные коэффициенты,

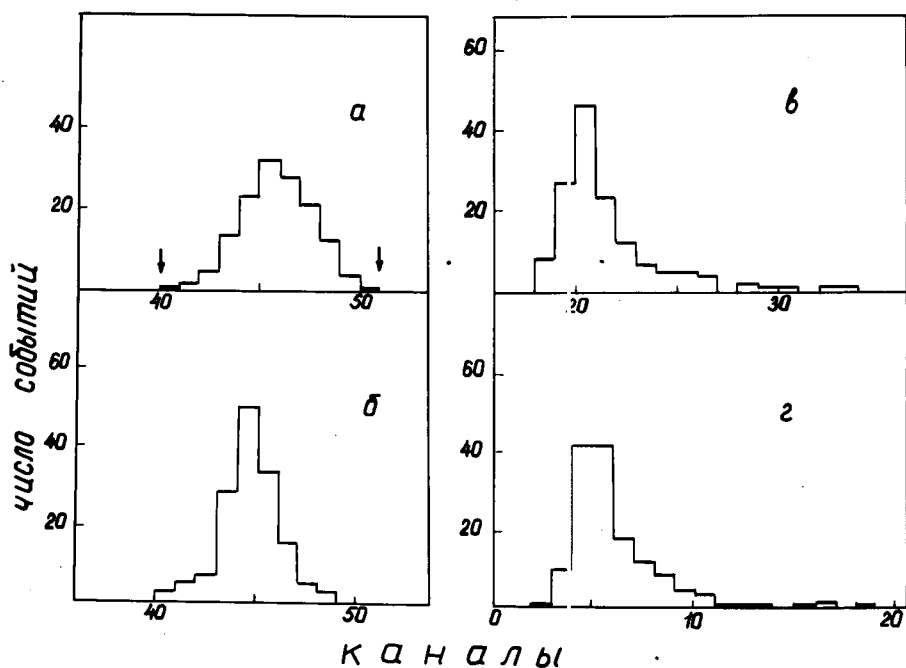


Рис. 2 Распределения событий по времени пролета между счетчиком мониторингового телескопа и счетчиком бокового телескопа - 2а и по величине ионизационных потерь в счетчике бокового телескопа - 2в до коррекции.

Распределения тех же событий после коррекции амплитудно-временных параметров показаны на рис. 2б и 2г.

Ширина распределения на рис. 2а составляет 3,2 нсек, на рис. 2б - 2,4 нсек.

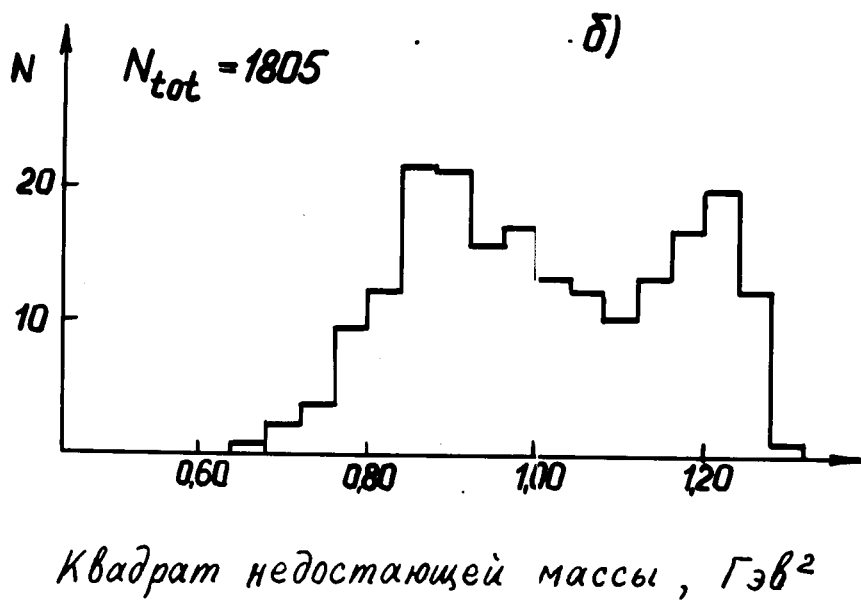


Рис. 3 Распределение кандидатов в события реакции $\pi^-p \rightarrow e^+e^-n$ по квадрату недостающей массы.

позволяющие "привязать" эти распределения к единой шкале. Так, максимумы всех амплитудных распределений, соответствующие наиболее вероятному значению ионизационных потерь электрона, помещались в 50-й канал, а максимумы временных распределений - в 32-й канал, условно принимаемый за нулевой.

Одновременно с выполнением коррекции амплитудно-временных параметров, программа коррекции проводит построение гистограмм по этим параметрам, по ряду геометрических параметров, а также по квадрату недостающей массы, вычисляемой по параметрам зарегистрированных частиц (в предположении, что эти частицы - электроны). В программе существует возможность введения критериев с пульта БЭСМ-4 по семи параметрам. Это позволяет быстро проводить предварительное выделение событий по данным, расположенным на "ПЛ". На рис.3 приведено распределение событий по квадрату недостающей массы, полученное на этой стадии обработки. Среди событий, попавших в эту гистограмму, имеются и фоновые события. Для проведения вычитания фона, вычисления сечений и сравнения их с результатами теоретических моделей, события передаются на ЭВМ БЭСМ-6.

В заключение авторы выражают благодарность Л.Л.Неменову за внимание к настоящей работе, а также В.В.Ализаде и А.В.Демьянову за большую помощь, оказанную при обсчете статистического материала.

*Смирнов
Яцетильник
Курочкин*

ЛИТЕРАТУРА

1. С.Ф.Бережнев, А.В.Демьянов, А.Е.Куликов, А.В.Купцов, В.П.Курочкин, Г.Г.Мкртчян, Л.Л.Неменов, Ж.П.Пустыльник, Г.И.Смирнов, А.Г.Федунов, Д.М.Хазинс, ЯФ, 17, 85 (1973).
2. А.В.Демьянов, А.В.Купцов, В.П.Курочкин, Л.Л.Неменов, В.И.Сидорова, Г.И.Смирнов, В.Л.Трифонов, Д.М.Хазинс, ОИЯИ, 13-7683, Дубна, 1974.
3. В.В.Ализаде, А.В.Демьянов, Д.М.Хазинс, ОИЯИ, 13-8332, Дубна, 1974.
4. В.Ф.Борисовский, А.С.Буров, Н.Д.Дикуссар, В.В.Ермолаев, А.Д.Злобин, И.Н.Кухтина, И.И.Сврьль, А.А.Олейник, В.А.Уткин, А.И.Филиппов, В.Н.Шигаев, В.Н.Шкунденков, ОИЯИ, Р10-3631, Дубна, 1967.
5. В.Я.Алмазов, И.Г.Голутвин, В.Д.Инкин, Ю.А.Каржавин, В.Д.Неустро, В.Д.Степанов, ОИЯИ, 1352, Дубна, 1963.
6. Э.Д.Лапчик, Ж.П.Пустыльник, Л.Е.Тутышкина, Д.М.Хазинс, Э.В.Шарапова, В.Н.Шкунденков, 10-8172, Дубна, 1974.