

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К 784

1-88-101

УДК 539.126.4

КРАСТЕВ

Ванко Русев

**РОЖДЕНИЕ Δ (1520)-РЕЗОНАНСА
В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА СПЕКТРОМЕТРЕ БИС-2
И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ УСТАНОВКИ**

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук**

Дубна 1988

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий
Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

ЛИХАЧЕВ
Михаил Федорович

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

ГУСЬКОВ
Борис Николаевич

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

АКИРЕН
Леонид Степанович

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

ЗАЙМИДОРГА
ОЛЕГ АНТОНОВИЧ

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Физический
институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, Москва.

Защита диссертации состоится "24" 3 1988 г.
в 10 час. на заседании специализированного совета Д-047.01.02
при Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных
исследований, Дубна, Московская область, конференц-зал ЛВЭ ОИЯИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Автореферат разслан "12" 2 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета

М.Ф.Лихачев

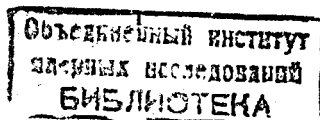
М.Ф.Лихачев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Поиск и изучение странных частиц и резонансов является самостоятельным и важным направлением в физике элементарных частиц. Со времени их открытия (1947 г.) и до сих пор было поставлено много экспериментов, главной или побочной целью которых было обнаружение и исследование странных частиц и резонансов. Особый интерес представляют исследования рождения резонансов, поскольку в отличие от стабильных и квазистабильных частиц большинство их являются первичным продуктом взаимодействия, и характеристики их рождения непосредственно определяются механизмом взаимодействия. Именно к рождению резонансов относятся, чаще всего, теоретические расчеты, а не к рождению конечных частиц.

Рождение странных частиц и резонансов происходит в т.н. "мягких" процессах с небольшим поперечным импульсом (соответственно большая константа связи), и к ним нельзя применить чисто пертурбативный подход, т.е. пользоваться квантовой хромодинамикой. Поэтому чаще всего теоретические подходы к ним имеют феноменологический или полупеноменологический характер. Конечные характеристики рождения странных частиц и резонансов определяются двумя процессами - процессом рождения странного кварка и процессом адронизации - объединение его с другими кварками (антикварками) в реальный адрон. Механизм адронизации связан с распространением кварка в ядерном веществе - таким образом представляют интерес исследования рождения частиц в адрон-ядерных взаимодействиях.

Расчетные значения поперечных сечений рождения странных частиц, вообще, сильно зависят от модели рождения и существенно различаются между собой. Аналогичная ситуация наблюдается и при анализе экспериментальных результатов - различия достигают больше порядка величины, даже в практически одинаковых областях энергии. Следует отметить, что основные данные, особенно о рождении частиц со странностью $S = -1$, были получены в пучках странных частиц, как правило, K^+ -мезонов. С этой точки зрения данная работа по изучению одного из относительно мало исследуемых резонансов - возбужденного SU_3 -синглета $\Lambda(1520)$, обладающего квантовыми числами $J^P = 3/2^-$ является актуальной.



В связи с этим важно получить новые данные о рождении и распаде странного резонанса $\Lambda(1520)$ на нуклонных пучках и в широком диапазоне энергий, в том числе и в области энергий серпуховского ускорителя. Успешное проведение подобных измерений связано с совершенствованием методики электронных экспериментов. Решению этих задач и посвящена настоящая диссертационная работа.

Целью работы является: экспериментальное определение сечения рождения $\Lambda(1520)$ -резонанса во взаимодействиях нейтронов со средней энергией около 40 ГэВ с ядрами углерода, алюминия и меди; исследование кинематических и динамических характеристик рождения резонанса; дальнейшее развитие и совершенствование многочастичного и многоцелевого спектрометра БИС-2 для исследования странных частиц, поиска и изучения очарованных частиц и узких тяжелых резонансов.

Новизна работы определяется тем, что:

- впервые получены экспериментальные данные о сечении рождения $\Lambda(1520)$ на нуклонном пучке при энергиях серпуховского ускорителя;
- впервые определена зависимость этого сечения от атомного веса ядра-мишени; исследованы динамические и кинематические характеристики резонанса;
- на базе анализа работы спектрометра БИС-2 создана и исследована модификация многопроволочной пропорциональной камеры, а также набор новых электронных устройств для системы предварительного отбора ("триггерной" системы) событий спектрометром БИС-2, позволяющие поднять на более высокий уровень работу триггерной системы и спектрометра в целом в экспериментальных исследованиях адронных взаимодействий, сопровождаемых рождением странных, очарованных и экзотических частиц и резонансов.

Научная значимость и практическая ценность работы. Полученные новые экспериментальные данные о поперечном сечении рождения $\Lambda(1520)$ -резонанса на нуклонном пучке при энергиях около 40 ГэВ ^{/1/}, а также о кинематических и динамических характеристиках рождения этого резонанса, могут быть использованы для уточнения теоретических моделей, описывающих поведение резонансов, а также при планировании и проведении новых экспериментов.

Созданные математические программы обработки и анализа экспериментальных данных на ЭВМ, а также программы для анализа работы триггерной системы спектрометра, в том числе результаты моделирования исследуемых процессов методом Монте-Карло, оказались весьма полезными для Сотрудничества БИС-2 при анализе всей совокупности экспериментального материала.

Разработанная и внедренная в состав спектрометра БИС-2 трехкоординатная пропорциональная камера с шагом намотки сигнальных проволок 1 и 2 мм ^{/2/} позволила повысить координатную точность определения вершин образования многотрековых событий.

Исследование работы системы предварительного отбора событий спектрометра БИС-2, разработка и введение в ее состав новых логических блоков ^{/3-7/} позволили более оперативно модифицировать логику работы триггерной системы (в частности, реализовать более сложные алгоритмы отбора событий), а также поднять коэффициент отбора событий. В результате уменьшилась доля фоновых событий в записанном первичном экспериментальном материале, что приводит:

- к сокращению количества магнитных лент и времени на ЭВМ, необходимых для записи и обработки экспериментальной информации;
- к повышению скорости набора экспериментальных данных и эффективности работы спектрометра на ускорителе ИФВЭ (Серпухов).

Апробация и публикации. Результаты, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на рабочих совещаниях Сотрудничества БИС-2, на научных и методических семинарах ЛВЭ ОИЯИ и ИЛИЯЭ БАН, на всесоюзном семинаре по автоматизации научных исследований в Новосибирске (1982 г.).

Основные результаты диссертации опубликованы в работах ^{/1-7/}.

Автор защищает:

1. Экспериментальные данные о рождении $\Lambda(1520)$ -резонанса в нейтрон-ядерных взаимодействиях при энергии нейтронов ~ 40 ГэВ.
2. Комплекс математических программ для обработки и анализа этих экспериментальных данных, а также для исследования работы спектрометра.
3. Создание и результаты исследования работы пропорциональной камеры с шагом сигнальных проволок 1 мм.
4. Решение некоторых общих вопросов анализа работы системы предварительного отбора (СПО) событий; разработка и исследование ряда устройств, предназначенных для улучшения работы СПО.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и трех приложений.

Во введении кратко рассматриваются существующие теоретические представления о странных частицах и резонансах, основанные на кварковой модели. Приводится краткий обзор основных экспериментальных данных по поиску и изучению возбужденного странного резонанса $\Lambda(1520)$. Особое внимание уделено вопросу рождения этих резонансов в адрон-адронных взаимодействиях. Отмечается скудость экспериментальных данных, полученных на нуклонных пучках, их отсутствие в области энергий серпуховского ускорителя и при энергиях выше энергии ISR, а также существование некоторого противоречия между теоретическими предсказаниями и экспериментальными данными. Обосновывается актуальность диссертационной работы и сформулированы основные ее цели. Здесь же показана структура диссертационной работы и ее содержание по главам.

В первой главе конкретизированы основные характеристики, которыми должна обладать экспериментальная установка для исследования странных частиц и резонансов. Дано описание спектрометра БИС-2. Рассмотрены детекторы, электронная аппаратура, работа системы предварительного отбора событий, системы сбора данных, системы контроля и управления.

Эксперимент выполнялся на нейтральном пучке канала 4Н серпуховского ускорителя. На рис. I приведена блок-схема расположения экспериментальной аппаратуры на канале. Основу спектрометра составляли: спектрометрический магнит СП-40; система пропорциональных камер (PC), являющихся координатными детекторами спектрометра; годоскопы сцинтилляционных счетчиков (Н1, Н2). Поток нейтронов контролировался нейтронным монитором (М0). Кроме того, в спектрометр входили черенковские счетчики полного поглощения и система многоканальных пороговых газовых черенковских счетчиков, информация с которых в данной работе не использовалась.

Небольшая примесь (около 2%) заряженных частиц в пучке нейтронов исключалась из эксперимента с помощью счетчика антисовпадений (А). Импульсный спектр нейтронов пучка по форме близок к гауссовому со средним значением ~ 40 ГэВ/с и $\sigma \approx 15$ ГэВ/с. Средняя интенсивность пучка составляла $\sim (2+5) \cdot 10^6$ нейтронов/цикл. Интеграл магнитного поля соответствовал изменению поперечной компоненты импульса заряженных частиц на 0,64 ГэВ/с. Нейтроны взаимодействовали с мишенью диаметром 6 см из углерода, алюминия или меди с толщиной, определяемой выражением $T = 3,4 \cdot A^{1/3}$ г/см².

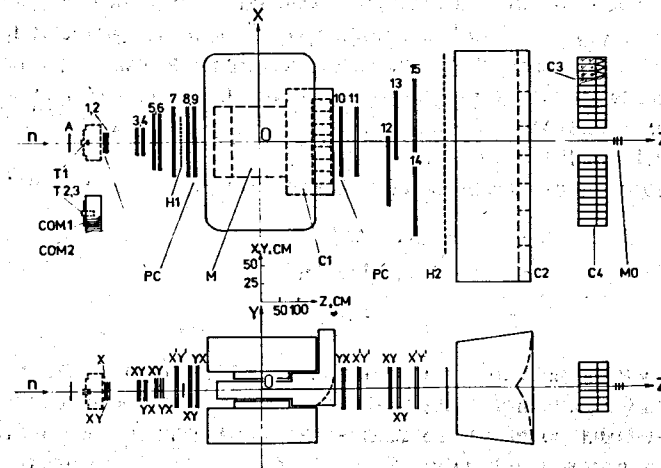


Рис. I Блок-схема спектрометра БИС-2.

Система отбора событий требовала прохождения через спектрометр не менее четырех заряженных частиц. Информация, поступающая с детекторов спектрометра, регистрировалась электронной аппаратурой, передавалась в ЭВМ и записывалась на магнитные ленты.

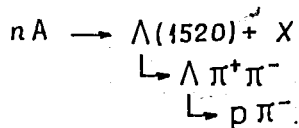
Представленные результаты основаны на данных, полученных при трех экспозициях спектрометра, которые различались расположением и параметрами детекторов (пропорциональных камер (ПК)), полярностью магнитного поля в СП-40, расположением, толщиной и атомным весом мишеней. Различия экспериментальных условий позволили более точно оценить систематические ошибки.

Зарегистрировано всего $21,5 \cdot 10^6$ нейтрон-ядерных взаимодействий. Суммарная светимость составила $(16,278 \pm 3,16) \cdot 10^{34}$ см⁻²/ядро (C, Al и Si). Правильность методики измерений была проверена путем измерения сечений рождения ряда гиперонов: Λ , $\Sigma^{\pm}(1385)$, Ξ^{-} , $\bar{\Lambda}$ и других. Полученные величины оказались в хорошем соответствии с мировыми данными.

Вторая глава посвящена обработке и анализу экспериментальных данных с целью выделения сигналов $\Lambda(1520)$ -резонанса. Дано краткое описание программ, используемых при обработке, описана процедура выделе-

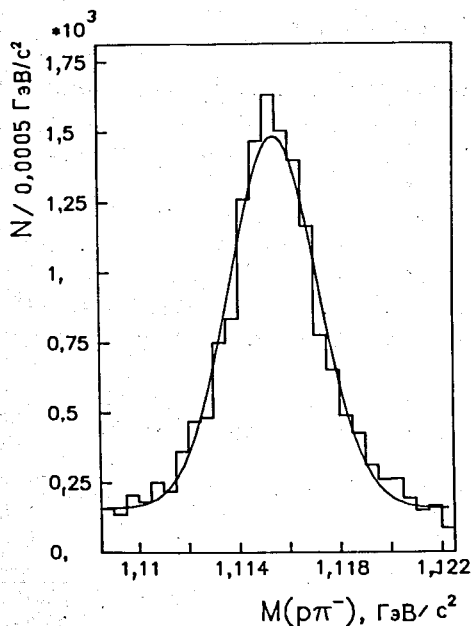
ния Λ -гиперонов из первичных данных по распаду на протон и отрицательный пион, а также процедура выделения $\Lambda(1520)$ по распаду на Λ -гиперон, положительный и отрицательный пионы. Приводятся геометрические и кинематические обрезания (критерии выделения), используемые на каждом этапе обработки - геометрическая реконструкция событий, поиск "нейтральных вилок" (V^0)-возможных распадов Λ , выделение событий требуемой конфигурации.

Исследовалось инклюзивное рождение резонанса в реакциях типа:



Заряженным частицам приписывались табличные значения масс.

Λ -гипероны выделялись в виде узкого пика в спектре эффективных масс двух заряженных частиц в предположении, что одна из них протон, а вторая - отрицательный пион. Требовалось, чтобы точка минимального сближения (вершина) траекторий частиц, образующих вилок, находилась в области распадного объема. На рис.2 в качестве примера приведен



спектр инвариантных масс $M(p\pi^-)$ для V^0 , зарегистрированных в одной из экспозиций. Виден четкий сигнал, соответствующий массе Λ . Спектр аппроксимирован распределением Гаусса со средним значением массы, равным $(1115,4 \pm 0,2) \text{ МэВ}/c^2$ и $\sigma = 1,8 \text{ МэВ}/c^2$, что находится в хорошем согласии с результатами расчетов методом Монте-Карло. За Λ принимались V^0 , у которых масса $M(p\pi^-)$ отличалась от табличного значения массы не более, чем на $7 \text{ МэВ}/c^2$. Уровень фона под пиком в указанном интервале составлял от 10 до 20% для различного имеющегося экспериментального материала.

Рис.2 Спектр инвариантных масс $M(p\pi^-)$.

Для поиска резонанса были отобраны события, содержащие Λ и не менее, чем одну положительно и одну отрицательно заряженные частицы. Требовалось, чтобы восстановленная вершина взаимодействия, образуемая всеми траекториями вторичных частиц (включая Λ), находилась в области мишени. Кроме того, требовалось, чтобы суммарная энергия системы $\Lambda \pi^+ \pi^-$ не превышала 65 ГэВ. Спектры инвариантных масс системы $\Lambda \pi^+ \pi^-$ показаны на рис.3, 4. Во всех распределениях

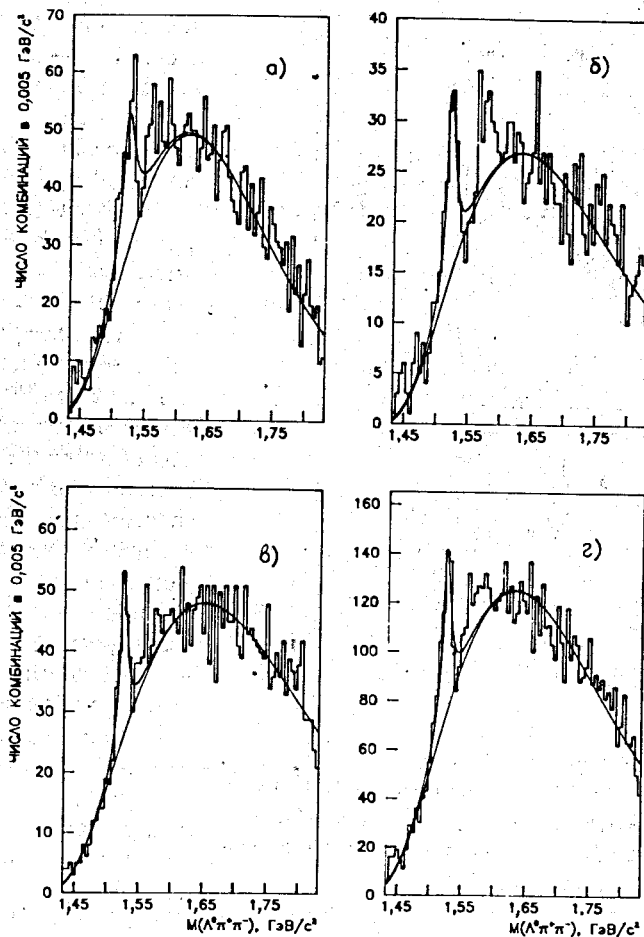


Рис.3 Спектры инвариантных масс системы $\Lambda \pi^+ \pi^-$, полученные в первой (а), второй (б), третьей (в) экспозициях спектрометра; г) - суммарный спектр.

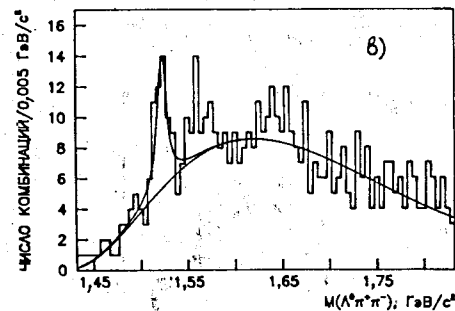
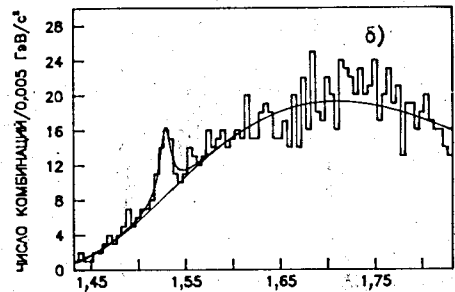
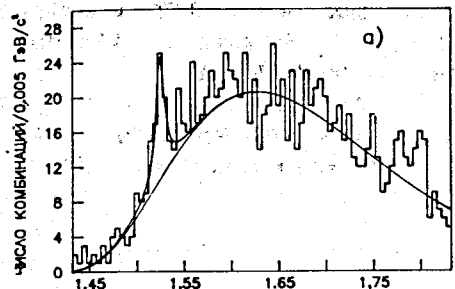


Рис.4 Спектры инвариантных масс системы $\Lambda\pi^+\pi^-$, полученные в третьей экспозиции спектрометра: а) с углеродной; б) с алюминиевой; в) с медной мишенями.

в области массы 1520 МэВ/с² наблюдаются узкие пики - сигналы от распада $\Lambda(1520)$. Спектры аппроксимировались гладкими функциями: сигнал - функцией Брейта-Витнера и фон - функцией $A_1 \exp(A_2 m) \cdot (m - A_3)^{A_4}$, где m - масса $\Lambda\pi^+\pi^-$ -системы, $A_1 + A_4$ - свободные параметры. Усредненное по всем спектрам значение массы $\Lambda(1520)$ равно $(1522,9 \pm 1,1)$ МэВ/с². С учетом экспериментального разрешения ширина резонанса $\Lambda(1520)$ равна $(16,5 \pm 3,5)$ МэВ/с² /I/.

Рассмотрены возможные интерпретации наблюдаемых пиков. Статистические флуктуации и методические причины возникновения пиков за счет особенностей акцептанса установки или размножения траекторий частиц исключаются. Исключена также возможность, что пики являются кинематическим отражением некоторого достаточно узкого состояния в другой массовой области. Исключена также возможность, что пики являются кинематическим отражением некоторого достаточно узкого состояния в другой массовой области. Исключена также возможность, что пики являются кинематическим отражением некоторого достаточно узкого состояния в другой массовой области.

резонансов в пики. Приведенные результаты свидетельствуют о том, что наблюдаемый в районе 1520 МэВ/с² пик в спектрах эффективных масс соответствует распадам возбужденного $\Lambda(1520)$ -резонанса.

В третьей главе рассматривается моделирование исследуемых процессов методом Монте-Карло и определение основных характеристик установки - разрешение по импульсам заряженных частиц, разрешение по эффективным массам и эффективность регистрации исследуемых процессов. Описана процедура и приведены результаты определения характеристик процесса рождения $\Lambda(1520)$.

При моделировании с помощью процедуры реконструкции, включающей в себя фитирование параметров треков, восстанавливались параметры частиц. Разность определенного при реконструировании и истинного параметров фитировалась гауссовым распределением. Среднее разрешение по эффективной массе для $\Lambda(1520)$ -резонанса (распадающегося по каналу $\Lambda\pi^+\pi^-$) составляет $\sim 8,7$ МэВ/с². Вклад в это разрешение дают разрешение ПК и кулоновское рассеяние в мишени, в веществе спектрометра и в воздухе.

Моделировалось инклюзивное рождение $\Lambda(1520)$ -резонансов в соответствии с параметризацией дифференциального сечения:

$$E \cdot (d^3\sigma/dp^3) \sim f(x) \cdot \exp(-Bp_T^2),$$

где $f(x)$ - распределение по фейнмановской переменной рождающихся в адрон-адронных взаимодействиях $\Lambda(1520)$ -резонансов - параметризовалось в области фрагментации известной функцией $(1-x)^N$. Распад $\Lambda(1520)$ моделировался в соответствии с фазовым объемом трех частиц. Учитывались условия эксперимента и критерии отбора событий.

В результате согласования спектров продольных импульсов экспериментальных событий с смоделированными было определено значение параметра $N = 2,0^{+0,4}_{-0,3}$ /I/. Распределение наблюдаемых $\Lambda(1520)$ по продольной составляющей их импульса в л.с.к. (p_L), полученное после вычитания фона, приведено на рис.5. Было определено, что продольная составляющая импульсов регистрируемых $\Lambda(1520)$ соответствует $x \geq 0,3$. Измерение x -спектра важно для определения полного сечения рождения резонанса в связи с сильной зависимостью эффективности регистрации от величины фейнмановской переменной (рис.6).

Распределение по p_T^2 наблюдаемых в эксперименте $\Lambda(1520)$, полученное после вычитания фона и коррекции на геометрическую эффективность спектрометра, эффективность триггера, программ реконструкции и отбора, показано на рис.7. Оно хорошо аппроксимируется функцией $\exp(-Bp_T^2)$ при значении параметра $B = (3,5 \pm 0,4)$ (ГэВ/с)⁻² /I/.

Полученные значения параметров N и B находятся в соответствии с известными экспериментальными результатами, а также с предсказаниями некоторых периферических и многокомпонентных теоретических моделей.

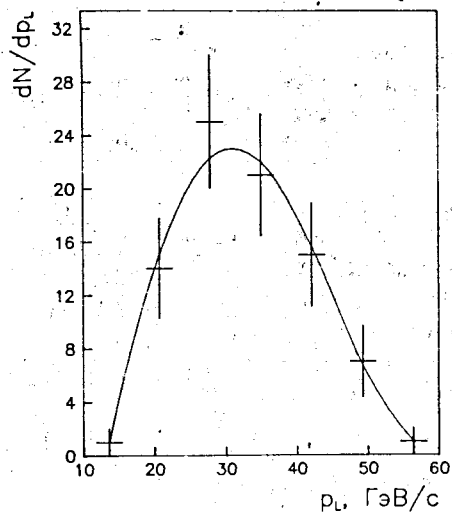


Рис.5 Распределение наблюдаемых $\Lambda(1520)$ по p_T (точки с ошибками) и его аппроксимация моделированными событиями (сплошная линия).

Для средней величины поперечной компоненты импульса рожденных в эксперименте $\Lambda(1520)$ получено $\langle p_T \rangle = (0,47 \pm 0,03)$ ГэВ/с. Соответствующий результат для Λ -гиперонов в экспериментах на установке БИС-2 $\langle p_T \rangle = (0,48 \pm 0,03)$ ГэВ/с. Стоит отметить очень хорошее совпадение в пределах ошибок значений $\langle p_T \rangle$ для этих (и для всех со странностью -1) частиц и резонансов, что, видимо, связано с механизмом рождения s -кварка.

Эффективность регистрации можно представить в виде произведения "геометрической" эффективности спектрометра, эффективности триггерной системы и эффективности реконструкции и анализа событий. Было установлено, что основную зависимость полной эффективности от продольной и

Рис.6 Эффективность регистрации $\Lambda(1520)$ спектрометром в зависимости от фейнмановской переменной для: первой (штрих-пунктир), второй (пунктир) и третьей (сплошная линия) экспозиций спектрометра.

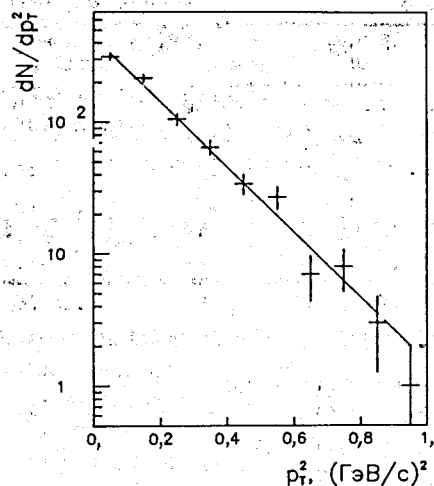
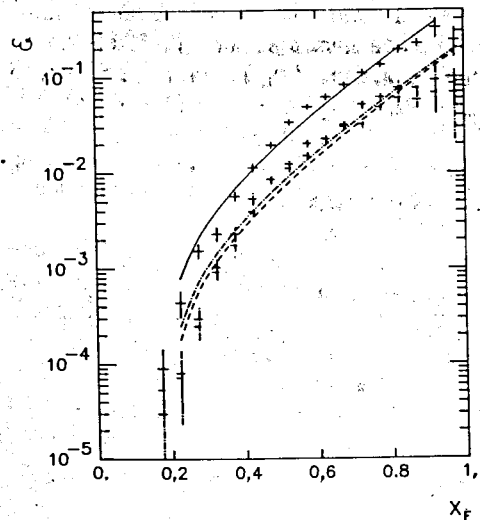


Рис.7 Распределение по p_T^2 наблюдаемых событий после коррекции на акцептанс установки.

Четвертая глава посвящена измерению поперечного сечения рождения $\Lambda(1520)$. Описана процедура и приведены результаты вычислений инклюзивных сечений рождения $\Lambda(1520)$ в наблюдаемой области по x и p_T^2 на базе первичного материала трех экспозиций установки. Рассматривается зависимость сечения рождения от атомного веса мишени и экстраполяция полученного сечения на нуклон в область переменной Фейнмана от 0 до 1.

Поперечное сечение рождения $\Lambda(1520)$ -резонанса на ядро материала мишени в "видимой" спектрометром области ($0,3 \leq x < 1$) определялось согласно выражению

$$\sigma = N \cdot w / (L \cdot \epsilon \cdot Br_1 \cdot Br_2),$$

где N - число наблюдаемых распадов $\Lambda(1520)$, w - весовые факторы уменьшения числа наблюдаемых событий из-за критериев отбора, L - светимость установки, равная $P(T \cdot N_A / A)$, где P - поток нейтронов, прошедших через мишень, T - толщина мишени, N_A - число Авогадро, A - атомный вес ядра мишени, ϵ - эффективность регистрации $\Lambda(1520)$ спектрометром, которая равна произведению геометрической эффективности спектрометра, эффективности триггерной системы и эффективности реконструкции, Br_1 и Br_2 - доли распадов $\Lambda(1520)$ на $\Lambda \pi^+ \pi^-$ и Λ на $p \pi^-$. Полученные результаты показаны в таблице 1.

Таблица

Эксп. (ми- шень)	L, x10 ³⁴	N	x ≥ 0,3		0 < x < I	
			б/ядро, мкб	б/нукл., мкб	б/нукл., мкб мод.А	мкб мод.Б
1 (C)	8,2	184±21,7	132,8±15,7	25,3±3,1	90,0±10,8	69,2±8,3
2 (C)	6,38	97±15,9	116,7±19,2	22,3±3,7	79,1±12,9	60,9±9,9
3 (C)	0,88	45±10,2	202,4±49,4	38,6±9,4	137,5±33,3	105,8±25,6
ср.С			130,8±11,8	24,9±2,3	88,5±8,0	68,1±6,2
3 (Al)	0,54	33±10,0	269,0±81,5	30,6±9,3	109,1±33,1	83,9±25,4
3 (Cu)	0,27	37±9,3	567,6±42,5	35,7±8,8	127,1±31,9	97,7±24,5
среднее		396±32,3		25,9±2,2	91,8±7,6	70,6±5,8

Переход к сечению на нуклон сделан в предположении, что сечения на ядра пропорциональны $A^{2/3}$. Это согласуется с экспериментальными данными, из которых, предполагая зависимость $\sigma \sim A^\alpha$, для степенного показателя найдено $\alpha = 0,6 \pm 0,2$ (рис.8).

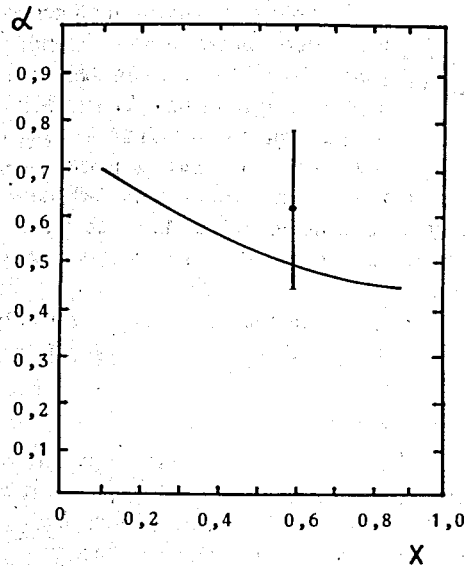


Рис.8 Сравнение значения параметра α , полученного для A-зависимости сечения рождения $\Lambda(I520)$ -резонанса в нашем эксперименте (точка при $x = 0,56$), со значениями этого параметра для широкого класса обычных и странных частиц, представленного аппроксимирующей кривой $\alpha(x) = 0,74 - 0,55x + 0,26x^2$.

Следует заметить, что экспериментальных данных о сечениях рождения $\Lambda(I520)$ в нуклонных пучках для области $x < 0,5$ нет. Поэтому для экстраполяции в область $0 < x < 0,3$ предпола-

галось, что сечение в этой области зависит от x как $(1-x)^2$ (модель А) либо оно постоянно (модель Б). Полученные значения сечений рождения $\Lambda(I520)$ для всей области $x > 0$ показаны в последних двух колонках таблицы, где ошибки указаны только статистические. Систематические ошибки, связанные с неточностью измерения светимости и с модельной

неопределенностью вычисления эффективности спектрометра, не превышают 25%, указанных в таблице величин.

Оценка значения поперечного сечения рождения $\Lambda(I520)$ на нуклон в полную кинематическую область $-I < x < I$ затруднена из-за несимметричности nA -реакции. Для грубого сравнения полученного результата (при $\sqrt{S} = 10,1$ ГэВ — по модели Б) с двумя известными можно считать, что в области $-I < x < I$ сечение в два раза выше указанного в таблице — рис.9. Пунктирная кривая на рисунке — аппроксимация экспериментальных результатов функцией

$$\sigma = A_1 [(\sqrt{S} - \sqrt{S_0}) / (A_2 + (\sqrt{S} - \sqrt{S_0}))]^{A_3},$$

где \sqrt{S} — энергия частиц в с.ц.м., $\sqrt{S_0}$ — ее пороговое значение для рождения $\Lambda(I520)$, $A_1 + A_3$ — свободные параметры, полученные

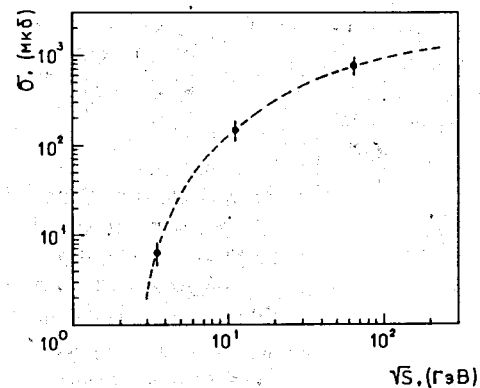


Рис.9 Инклюзивные поперечные сечения рождения $\Lambda(I520)$ в нуклон-нуклонных взаимодействиях. Первая и третья точки — при $\sqrt{S} = 3,5$ ГэВ и $\sqrt{S} = 62,3$ ГэВ соответственно.

значения которых соответственно 1360 ± 542 , $33,2 \pm 2,9$ и $1,3 \pm 0,2$. Прямое сравнение данных между собой или с теоретическими предсказаниями затруднено рядом факторов — неточностью экстраполяции сечений рождения на ядрах и сечений рождения на нуклонах, неточностью экстраполяции сечений в полную область по x , а также сильной зависимостью результатов узкоапертурных экспериментов от предполагаемых характеристик рождения.

В пятой главе обсуждаются некоторые аспекты совершенствования спектрометра БИС-2. Приведены результаты исследования пространственного разрешения спектрометра в области мишени. На примере выделения и исследования процессов типа инклюзивного рождения $\Lambda(I520)$ выполнен анализ работы системы предварительного отбора событий и оценены факторы, влияющие на ее работу. Выдвинуты соответствующие предположения по улучшению этих характеристик спектрометра.

В шестой главе рассматриваются реализация и исследования методических разработок, намеченных в главе 5 диссертации и направленных на дальнейшее развитие спектрометра БИС-2. Приводится конструкция (рис.10)

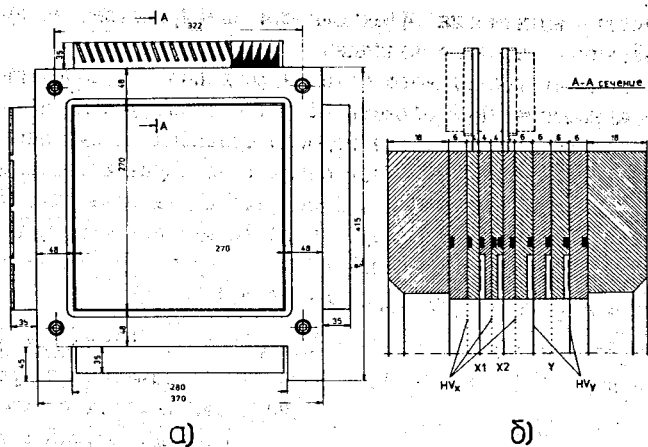


Рис.10 Общий вид (а) и разрез (б) пропорциональной камеры: X1, X2 - сигнальные электроды с вертикально расположенными проволоками, Y - сигнальный электрод с горизонтально расположенными проволоками; HV_x и HV_y - высоковольтные электроды, соответствующие указанным сигнальным электродам.

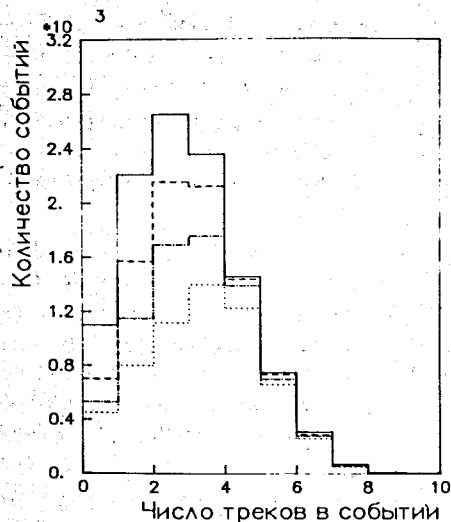


Рис.11 Распределение событий по числу треков, найденных программой геометрической реконструкции: сплошная линия - запуск спектрометра только от СПО (без процессора); при требовании решения процессора (число найденных треков): "≥ 1" (пунктирная линия), "≥ 2" (осевая линия), "≥ 3" (точками).

и даны результаты исследования пропорциональной камеры с шагом намотки сигнальных проволок 1 мм /2/.

Рассмотрен вопрос об улучшении пространственного разрешения спектрометра в области мишени с применением этой камеры, а также вопросы улучшения работы триггерной системы спектрометра - разработ-

кой и использованием следующих логических блоков: мажоритарная схема совпадений /3/ с повышенным числом входов (3I), позволяющая работать с более узкими годоскопическими полосками триггерных детекторов спектрометра; программируемый логический блок /4/ на 17 входов для реализации и оперативной модификации логических функций отбора событий; быстродействующий процессор /5/, выделяющий события по разности чисел частиц, прошедших через плоскости двух пропорциональных камер; специализированный процессор /6,7/ для отбора событий по числу восстановленных в вертикальной плоскости спектрометра прямых треков, влияние которого на отбор событий показано на рис.11.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ДИССЕРТАЦИИ

Основные результаты работы, нашедшие отражение в настоящей диссертации, можно сформулировать следующим образом:

I. Получены экспериментальные данные о рождении $\Lambda(1520)$ -резонанса на нейтронном пучке и при энергиях серпуховского ускорителя:

а) в спектрах эффективных масс $\Lambda p^+ p^-$ выделены хорошо обеспеченные статистически сигналы от распада $\Lambda(1520)$ -резонансов, рожденных в нейтрон-ядерных взаимодействиях при средней энергии нейтронов около 40 ГэВ; зарегистрировано 396 ± 32 событий;

б) найдено, что масса резонанса равна $(1522 \pm 1,1)$ МэВ/c² и его полная ширина равна $(16,5 \pm 3,5)$ МэВ/c²; эти величины находятся в хорошем согласии с мировыми данными.

2. Исследованы кинематические и динамические характеристики рождения резонанса:

а) инвариантное сечение инклюзивного рождения $\Lambda(1520)$ в наблюдаемой области ($p_T^2 \leq 0,8$ (ГэВ/c)² и $x \geq 0,3$) аппроксимируется зависимостью $(E/p_{max}) \cdot (d^3\sigma/dp_T^2 dx) \sim \exp(-B p_T^2) \cdot (1-x)^N$ при значениях параметров $B = (3,5 \pm 0,4)$ (ГэВ/c)⁻² и $N = 2,0 \pm 0,4$;

б) определена средняя величина поперечного импульса рожденных в условиях эксперимента $\Lambda(1520)$ -резонансов - $\langle p_T \rangle = (0,47 \pm 0,03)$ ГэВ/c.

3. Измерено сечение рождения $\Lambda(1520)$ нейтронами при средней эффективной энергии в с.с.м. $\sqrt{s} = 10,1$ ГэВ:

а) получены модельно-независимые величины поперечного сечения рождения $\Lambda(1520)$ при $x \geq 0,3$:

- на ядрах углерода: $\sigma = (130,8 \pm 11,8 \pm 28,8)$ мкб/ядро;
- на ядрах алюминия: $\sigma = (269,0 \pm 81,5 \pm 59,2)$ мкб/ядро;
- на ядрах меди: $\sigma = (567,6 \pm 42,5 \pm 124,8)$ мкб/ядро;

б) измерена зависимость сечения рождения $\Lambda(1520)$ -резонансов от атомного веса ядра мишени; показано, что она описывается степенным законом $\sigma \sim A^\alpha$, при значении параметра $\alpha = 0,6 \pm 0,2$;

в) на основе измеренных величин сечения рождения на ядро и зависимости сечения от атомного веса мишени определена величина сечения рождения $\Lambda(1520)$ на нуклон, среднее значение которой в области $0 < x < 1$ в рамках рассмотренных моделей равно

$$\sigma(x > 0) = (70,6 \pm 9,7) \text{ мкб/нуклон}.$$

4. Сделано сравнение рождения $\Lambda(1520)$ -резонансов с рождением Λ -гиперонов в условиях эксперимента БИС-2 ($\sigma(\Lambda)/\sigma(\Lambda(1520)) = 12,5 \pm 4,7$) и сопоставление полученных результатов с измерениями двух известных экспериментов при меньших и больших энергиях.

5. Проведено исследование пространственного разрешения спектрометра и работы системы предварительного отбора событий. Предложен способ и параметры, с помощью которых можно оценить работу этой системы. Сформулированы конкретные предложения по совершенствованию спектрометра БИС-2.

6. Разработаны и исследованы следующие устройства:

а) трехкоординатная пропорциональная камера с шагом намотки сигнальных проволок 1,0 и 2,0 мм, обеспечивающая улучшение точности локализации вершин взаимодействия нейтронов пучка с нуклонами ядер мишени в среднем на $\sim 30\%$ и позволяющая достигнуть координатное разрешение:

- по X: $(0,08 \pm 0,01)$ см;
- по Y: $(0,10 \pm 0,02)$ см;
- по Z: $(2,08 \pm 0,05)$ см;

б) мажоритарная схема совпадения на 31 вход с временем задержки меньше 43 нс, позволяющая работать с более узкими годоскопическими полосками детекторов СПО и, соответственно, улучшить пространственное разрешение системы;

в) программируемый логический блок на 17 входов с временем задержки меньше 25 нс, предоставляющий возможность реализовать логические функции отбора и модифицировать их оперативным образом во время эксперимента;

г) быстродействующий процессор, отбирающий события по разности чисел частиц, прошедших через плоскости двух пропорциональных камер;

д) специализированный процессор, выделяющий события по числу прямых треков в одной плоскости спектрометра, позволяющий улучшить в среднем качество записываемой информации в 1,5 раза (в зависимости от режима работы).

Большинство созданных устройств внедрено в состав спектрометра БИС-2. Практическая ценность разработок заключается в том, что их использование позволяет снизить уровень фона для основных исследованных на БИС-2 процессов с наличием V^0 , что существенно повышает чувствительность и эффективность работы установки.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Крастев В.Р., Алеев А.Н., Арефьев В.А. и др. Рождение $\Lambda(1520)$ в нейтрон-ядерных взаимодействиях при энергии нейтронов ~ 40 ГэВ. ОИЯИ, Р1-88-31, Дубна, 1988.
2. Баландин В.П., Вереш И., ..., Крастев В.Р. и др. Пропорциональная камера с шагом намотки сигнальных электродов 1 мм. ОИЯИ, 13-86-445, Дубна, 1986; ПТЭ, 1987, № 6, с.32.
3. Быстродействующий параллельный счетчик. ОИЯИ, 10-83-714, Дубна, 1983; ПТЭ, 1984, № 6, с.91.
4. Калинин В.А., Крастев В.Р., Никитик Н.М. Управляемый логический блок для быстрого отбора событий. ОИЯИ, 11-84-234, Дубна, 1984.
5. Гребенки В.М., Гуськов Б.Н., ..., Крастев В.Р. и др. Быстрый процессор для отбора событий по множественности частиц. Второй все-союзный семинар по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях - тезисы докладов. Изд. ИЯФ СО АН СССР, Новосибирск, 1982, с.69.
6. Калинин В.А., Крастев В.Р., Чудаков Е.А. Быстродействующий специализированный процессор, выделяющий события по числу прямых треков. ПТЭ, 1986, № 3, с.105; ОИЯИ, Р10-85-252, Дубна, 1985.
7. Гуськов Б.Н., Иванченко И.М., ..., Крастев В.Р. и др. Быстродействующий трековый процессор. ОИЯИ, 13-87-419, Дубна, 1987.

Рукопись поступила в издательский отдел
8 февраля 1988 года.