

ЛАБОРАТОРИЯ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
ФИЗИКИ
ИМ. Н.Н.БОГОЛЮБОВА

ЛАБОРАТОРИЯ
ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ЛАБОРАТОРИЯ
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ОИЯИ

1997

ЛАБОРАТОРИЯ
ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ
ИМ. Г.Н.ФЛЕРОВА

ЛАБОРАТОРИЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

ЛАБОРАТОРИЯ
НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ
ИМ. И.М.ФРАНКА

ЛАБОРАТОРИЯ
СВЕРХВЫСОКИХ
ЭНЕРГИЙ

ОТДЕЛЕНИЕ
РАДИАЦИОННЫХ
И РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

УЧЕБНО-
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ

ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Основу научной программы Лаборатории высоких энергий в настоящее время составляют исследования взаимодействий релятивистских ядер в области энергий от нескольких сотен МэВ до нескольких ТэВ на нуклон. Эксперименты нацелены на поиск и изучение кварк-глюонных степеней свободы в ядрах и спиновых эффектов на пучках

РАЗВИТИЕ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

В 1997 году в Лаборатории высоких энергий успешно шло совершенствование работы с пучком нуклотрона. Проведено два сеанса. Для экспериментов на внутренней мишени достигнут высокий уровень светимости. Получен режим циркуляции пучка дейтронов в течение 5 секунд.

С целью получения поляризованного пучка на нуклотроне в режиме короткой однооборотной инжекции ($t = 8$ мкс) велись работы по созданию нового эффективного плазменного ионизатора для источника ПОЛЯРИС. В ионизаторе используется зарядово-обменная реакция $\vec{D}^0 + H^+ = \vec{D}^+ + H^0$. На стендовом ионизаторе получен ток поляризованного пучка дейтронов $\sim 0,5$ мА.

Выполнены эксперименты на импульсной поляризованной мишени по получению нейтрального поляризованного пучка атомов водорода и дейтерия. В ряде экспериментов наблюдалась интенсивность пучка $5 \cdot 10^{16}$ атомов/с. Велись проектные работы по размещению струйной поляризованной мишени в помещении кольца нуклотрона. Рассматривались различные варианты геометрии спектрметрических установок с целью их оптимизации для решения физических задач.

ускорительного комплекса синхрофазотрон — нуклотрон, а также на ускорителях в ЦЕРН (SPS, LHC), в брукгейвской национальной лаборатории (RHIC) и на накопительном кольце CELSIUS (Уппсала, Швеция). ЛВЭ принимает участие в подготовке эксперимента HADES в GSI (Дармштадт).

Нуклотрон. Эксперименты на внутренней мишени.

На внутреннем пучке дейтронов (энергия 2 ГэВ на нуклон) получены первые результаты изучения корреляций протонов в реакции $d + A \rightarrow p + p + X$ под углом 109° . Сделана предварительная оценка размеров области испускания вторичных протонов. В конце 1997 года проведен дополнительный сеанс для увеличения статистики.

Группой спектрометра ДЕЛЬТА осуществлены измерения на внутренней мишени нуклотрона для изучения образования π - и K -мезонов в дейтрон-ядерных соударениях при энергии налетающего дейтрона 1,2 и 2,1 ГэВ/нуклон. Экспериментальная установка состоит из сцинтилляционного спектрометра для многократного измерения потерь энергии. Во время измерений производится набор двумерных спектров для идентификации π -, K -мезонов и протонов. Скорость набора составляла порядка $\sim 10^3$ событий за цикл ускорителя при интенсивности пучка дейтронов $\sim 5 \cdot 10^9$ частиц. Время взаимодействия пучка с мишенью ~ 2 с. Получены новые экспериментальные данные по образованию K -мезонов и протонов в $(d-C)$ -взаимодействиях при энергиях пучка дейтронов 1,2 и 2,1 ГэВ/нуклон. Из-

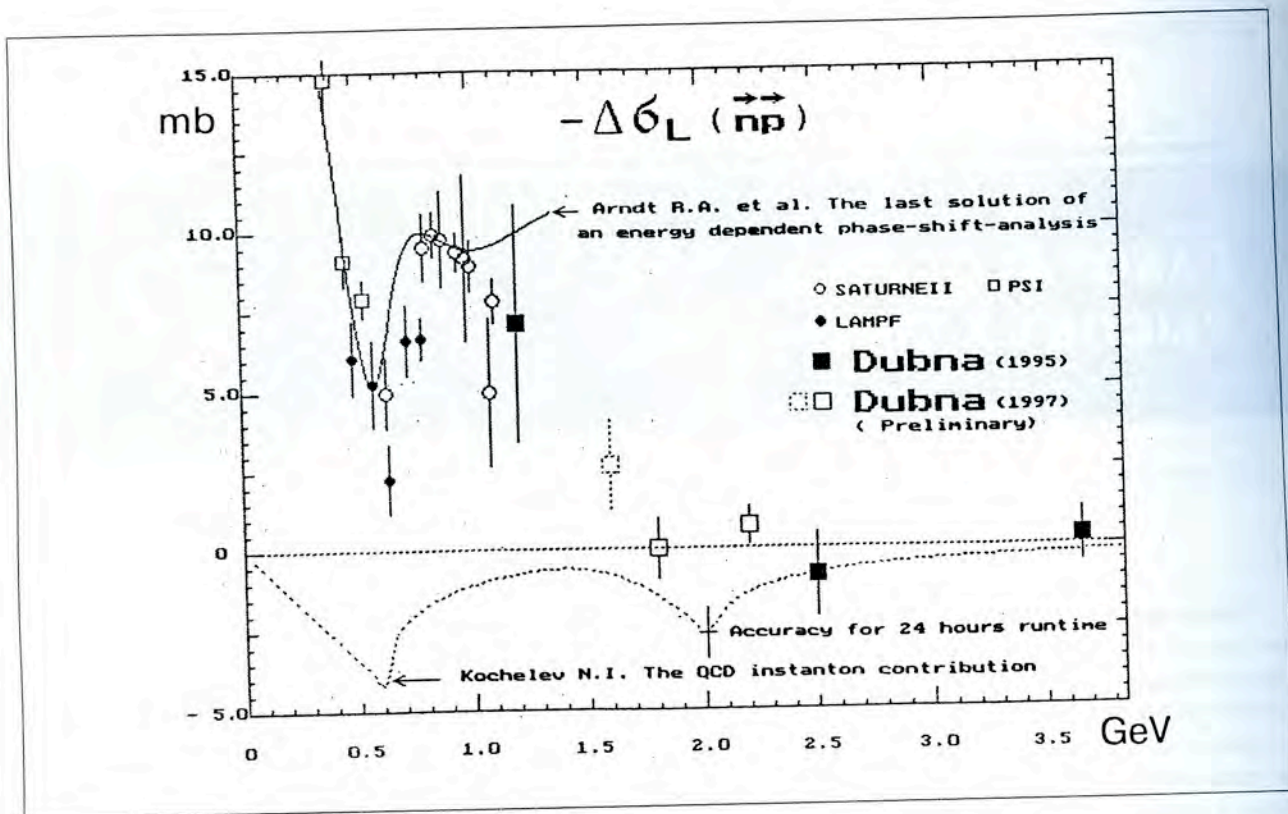


Рис.1. Новые данные по $\Delta\sigma_L(n, p)$, полученные на пучке поляризованных нейтронов

мерения проводились при лабораторных углах вылета частиц из мишени 73° и 103° .

В апреле и декабре 1997 г. на внутренних пучках нуклотрона осуществлены эксперименты по изучению рождения нейтральных π - и η -мезонов во взаимодействиях протонов и дейтронов с ядрами углерода при импульсе 2,0 ГэВ/с на нуклон. Ведется обработка экспериментальных данных. В рамках развития методики эксперимента в июле 1997 г. на пучке дейтронов синхрофазотрона проведены методические измерения с целью изучения условий работы электромагнитного калориметра на пучке с высокой интенсивностью ($\geq 10^9$ част./цикл). Измерения проводились на жидководородной мишени толщиной 10 см с использованием двух модулей электромагнитного калориметра в сочетании со сцинтилляционными счетчиками.

Синхрофазотрон. Продолжительность работы синхрофазотрона в 1997 году составила 352 часа. Основным условием его работы является привлечение средств заинтересованных пользователей. Несмотря на непрерывное удорожание энергоресурсов, число пользователей синхрофазотрона растет. Это прежде всего — потребители пучков поляризованных дейтронов. К традиционным пучкам легких релятивистских ядер интерес пользователей по-прежнему очень высок.

ДЕЛЬТА — СИГМА. В июле 1997 года успешно проведен сеанс по набору статистики в измерениях энергозависимости разности полных np -сечений для продольно-поляризованных нейтронного пучка и протонной мишени при энергиях пучка нейтронов 1,6; 1,8 и 2,2 ГэВ. Накопленная статистика обеспечивает точность результатов лучше 1 мб при 1,8 и 2,2 ГэВ (см. рис.1). Ведется обработка и анализ накопленных данных. Предварительные результаты (представленные на международном симпозиуме в Праге) указывают на небольшой вклад вблизи 2 ГэВ в измеряемую разность полных сечений механизмов, отличных от инстантонного, для которого предсказывается минимум около 3 мб.

В рамках коллаборации **СФЕРА** выполнены измерения тензорной анализирующей способности T_{20} (см. рис.2а) в реакции фрагментации тензорно-поляризованных дейтронов в кумулятивные пионы $\vec{d} + A \rightarrow \pi^-(0^\circ) + X$ и анализирующей способности A_{yy} (см. рис.2б) в реакции $\vec{d} + A \rightarrow p(4,5^\circ) + X$. Исследования такого типа осуществлены впервые. Они дали неожиданные результаты. Импульсная зависимость T_{20} и A_{yy} демонстрирует очень сильное расхождение с предсказаниями нуклонных моделей дейтрона, основанных на импульсном приближении. Поскольку механизм обеих реакций связан со структурой дейтронного кора, полученные резуль-

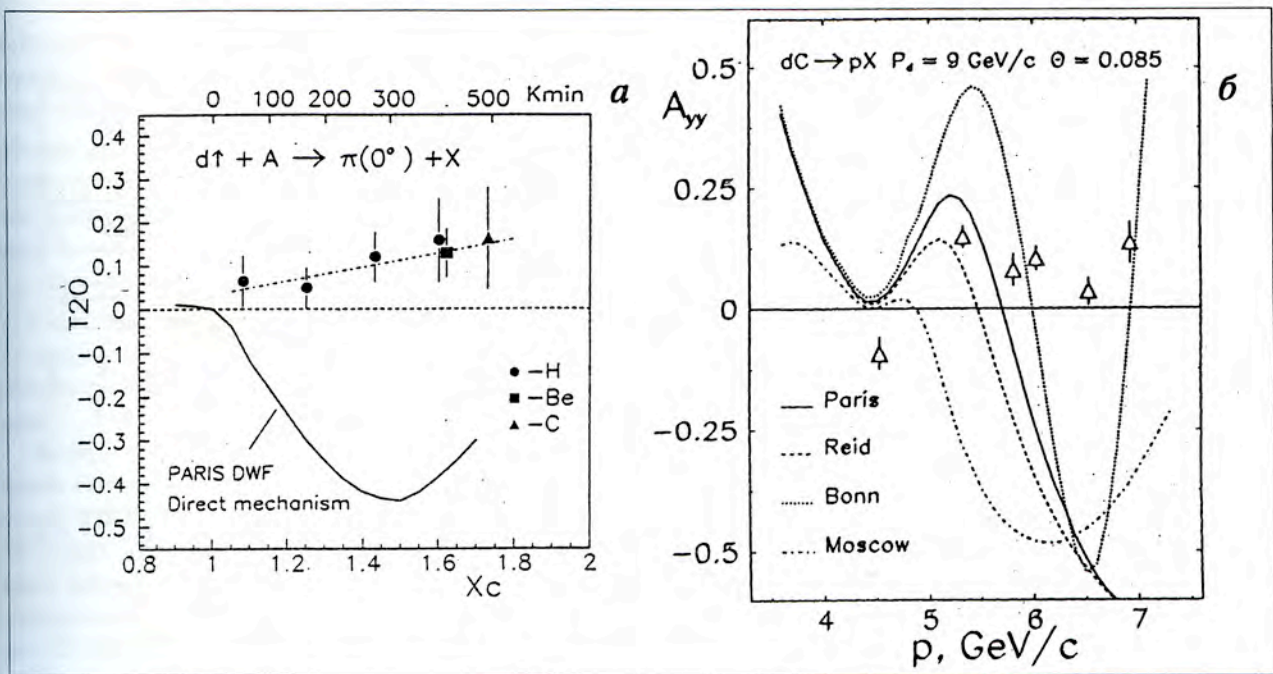


Рис.2. а) Тензорная анализирующая способность T_{20} , б) анализирующая способность A_{yy}

таты показывают, что для описания структуры ядер на малых расстояниях (< 1 фм) должны быть использованы другие модельные подходы, учитывающие внутреннюю структуру нуклонов, т.е. вводящие в рассмотрение кварковые степени свободы в ядрах. Получены первые поляризационные данные по рождению кумулятивных каонов; в этих измерениях были использованы аэрогелевые черенковские счетчики, поставленные японскими коллегами из Университета Нагои. Апробирован новый метод мониторинга тензорной поляризации дейтронных пучков высокой энергии, основанный на реакции стриппинга дейтронов.

Установка ДЕЛЬТА (ЛВЭ ОИЯИ — ИЯИ, Москва). Для изучения образования η -мезонов при нуклон-нуклонных взаимодействиях вблизи кинематического порога реакции проведен первый сеанс на синхрофазотроне ЛВЭ. При калибровочных измерениях использовался пучок поляризованных нейтронов с интенсивностью до $2 \cdot 10^6$ частиц за цикл и мишень поляризованных протонов. За мишенью по ходу пучка были установлены одно плечо 150-канального черенковского калориметра на основе свинцового стекла и дополнительный черенковский детектор для организации запуска по совпадениям двух γ -квантов, вылетающих из мишени. Энергия налетающих нейтронов равнялась 1,6; 1,8 и 2,2 ГэВ. Проводились регистрация и измерение энергии, как парных, так и одиночных γ -квантов, вылетающих из мишени. Статистика за 20 часов пучкового времени составила ~ 1 млн событий.

После обработки результатов измерений получена энергетическая шкала для 150 каналов γ -спектрометра. Разрешение по инвариантной массе распадающегося π^0 -мезона для случая парных $\gamma\gamma$ -событий составило $\sim 10\%$.

Эксперимент по изучению анализирующей способности рассеяния поляризованных протонов на ядрах углерода идет в последние годы на синхрофазотроне ЛВЭ на экспериментальной установке «Сцинтилляционный магнитный спектрометр МГУ». В 1997 году завершена обработка экспериментальных данных, касающихся измерения анализирующей способности квазиупругого рассеяния [1,2]. Анализирующая способность квазиупругого канала вычислялась как асимметрия под пиком в кинематической области упругого pN -рассеяния за вычетом событий, в которых были зарегистрированы вторичные пионы. Полученные данные сравнивались с мировыми относительно рассеяния на свободных нуклонах, и вычислялось отношение анализирующей способности рассеяния протонов на внутриядерных и свободных нуклонах $R = A_{qe}/A_{pN}$. Одновременно были проанализированы данные других экспериментов по протон-углеродному рассеянию (ИТЭФ, ЛИЯФ, КЕК), и из этих данных также был определен параметр R . Окончательная картина представлена на рис.3.

В опубликованной в 1997 году работе [3] подведен итог первых экспериментов по измерению векторной анализирующей способности в реакциях инклюзивного рождения пионов в столкновениях

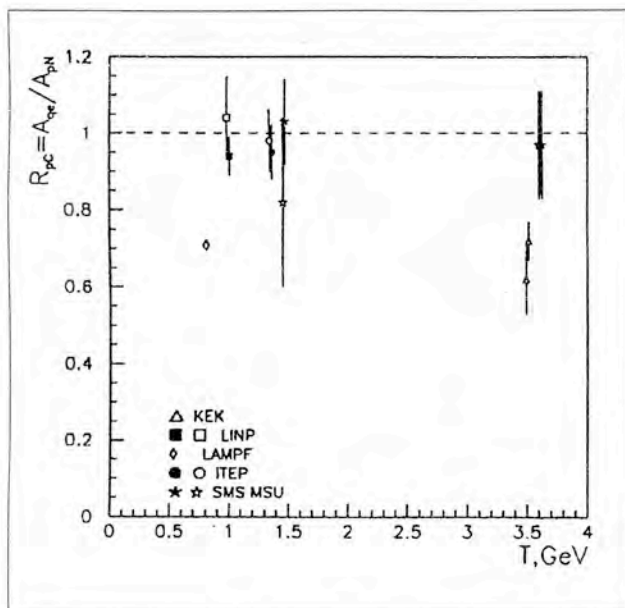


Рис.3. Сравнение данных различных экспериментов для $R = A_{qe} / A_{pN}$. Светлые и темные значки соответствуют двум методам выделения квазиупругого канала взаимодействия

поляризованных дейтронов с разными (H- и C-) мишенями, под углом около $\theta_{\pi} \cong 90^\circ$ в лабораторной системе, при импульсах пучка от 3 до 9 ГэВ/с. В этих экспериментах наблюдаются большая величина векторной анализирующей способности и разный знак асимметрий для π^+ - и π^- -мезонов в реакциях $d\uparrow + N \rightarrow \pi^\pm + X$ при относительно небольших импульсах пучка и для пионов с импульсом 300÷350 МэВ/с. Для реакций $d\uparrow + C \rightarrow \pi^\pm + X$ получено указание на ненулевую величину векторной анализирующей способности. Результаты Monte-Carlo моделирования указывают на доминирование каналов с рождением промежуточных Δ -изобар в кинематической области, где наблюдается большая величина векторной анализирующей способности. Проведена существенная модернизация установки ДИСК, целью подготовки к экспериментам на выведенном пучке нуклотрона. В состав установки включены высокоэффективные безмагнитные спектрометры на базе органических и NaJ(Tl)-сцинтилляторов большого объема. Разработана и изготовлена система триггера на основе детектора множественности. Организация различных триггеров и возможность регистрации нейтральной компоненты (нейтронов и жестких γ -квантов) обеспечит более полную информацию о динамике ядерных столкновений.

Продолжая исследования структуры дейтрона при малых расстояниях между его нуклонами-конституентами, коллаборация АЛЬФА завершила

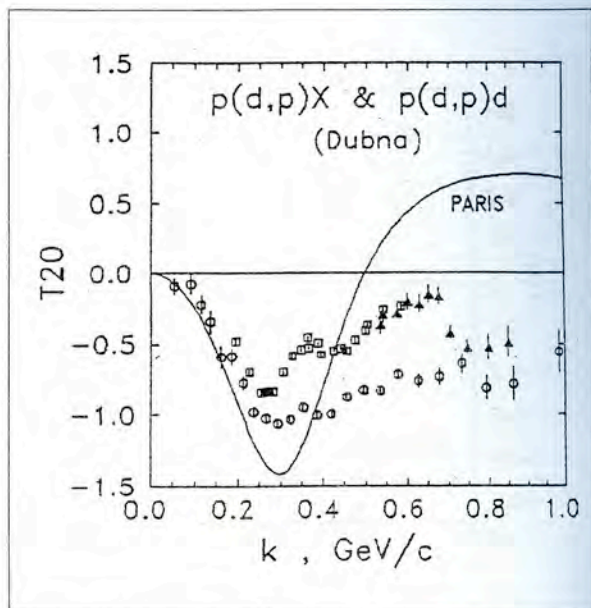


Рис.4. Данные о T_{20} для $N(d, p)X$ при 9 ГэВ/с (светлые кружки) в сравнении с данными о T_{20} для упругого рассеяния $dp \rightarrow pd$ из работ [4] (черные треугольники) и Punjabi V. et al. — Phys. Lett., 1995, v.B350, p.178 (светлые квадраты). Предсказание ИП о том, что анализирующие способности обеих реакций подобны, не подтверждается этими данными. Кривая показывает предсказанное в ИП поведение T_{20} . Рисунок взят из работы Azhgirey L.S. et al. — Phys. Lett., 1996, v.B387, p.37.

анализ данных, полученных в Дубне (на синхротроне), о тензорной анализирующей способности T_{20} реакций развала дейтрона протонами, его неупругого (d, d')-рассеяния и упругого дейтрон-протонного рассеяния назад (в системе центра масс). Инклюзивный развал дейтрона, $p(d, p)X$, с испусканием протона «вперед» под 0° , является одним из тех процессов, которые позволяют исследовать высокоимпульсную часть волновой функции дейтрона; долгое время считалось, что упругое рассеяние «назад» тоже дает такую информацию. В простейшей теоретической картине считается, что рассматривать дейтрон как двухнуклонную систему даже на малых расстояниях между ними вполне допустимо и что доминируют простейшие механизмы рассматриваемых реакций, а именно — квазиимпульсное приближение и однонуклонный обмен, соответственно. Эта схема предсказывает, что обе реакции должны иметь очень похожее (или идентичное) поведение тензорной анализирующей способности. Теперь эта величина измерена для обеих реакций в области импульсов нуклонов в дейтроне k почти вплоть до 1 ГэВ/с, что соответствует расстояниям $\sim 0,2 \div 0,3$ фм. Это стало возможным благодаря уникальному пучку поляризованных дейтронов наивысшей сегодня в мире энергии, ускоренных в синхро-

фазотроне. Данные, опубликованные в 1997 году, показаны на рис.4. Наблюдается существенная разница в поведении T_{20} для исследуемых реакций; это различие несовместимо с традиционным предположением о том, что простейшая двухнуклонная картина дейтрона справедлива даже для малых расстояний. Впервые в мире получены также данные по T_{20} в двухчастичном эксклюзивном развале дейтрона в непосредственной близости к кинематическому пределу; эти данные неожиданного (для простейших схем) характера и нуждаются в интерпретации.

Исследование и разработка кристаллооптических систем управления пучками заряженных частиц. В рамках сотрудничества с ЦЕРН («CERN — SPS crystal extraction collaboration») группа сотрудников лаборатории принимала участие в первых экспериментах по отклонению и выводу пучка ядер свинца с импульсом 33 ТэВ/с из ускорителя CERN — SPS с помощью изогнутого кристалла кремния. С помощью моделирования исследовано отклонение изогнутым кристаллом кремния ультрарелятивистских ядер свинца с импульсом 33 ТэВ/с. Показано, что благодаря экранировке близких столкновений с атомами кристалла и тяжелые ядра с высоким сечением неупругих ядерных и электромагнитных взаимодействий в состояниях каналирования проходят значительные длины и успешно отклоняются кристаллом. Отклоненная кристаллом фракция приблизительно та же, что и для протонов при одинаковой величине импульса на единицу заряда p_z . Предсказанные величины эффективности отклонения совпали с результатами проведенного на SPS эксперимента с точностью не хуже 15%. В численном эксперименте исследован вклад перезахвата частиц в режим каналирования на наблюдаемую величину длины деканалирования для прямого и изогнутого кристалла. Показано, что в изогнутом кристалле из-за малой вероятности перезахвата как для протонов, так и для ядер инвариантность длин деканалирования от p_z действительно имеет место. В прямом кристалле она нарушается из-за различного вклада перезахвата в режим каналирования для протонов и тяжелых ионов [5—9].

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 1997 году проводился анализ экспериментального материала, полученного в 1996 г. и облучение свинцовых и урановых мишеней в пучках протонов синхрофазотрона ЛВЭ с энергиями 1,5 и 7,4 ГэВ. Эти работы позволили получить энергетическую зависимость выхода нейтронов. Измерения проведены на мишенях Cu, Pb и U в пучках p , d , He и C. Сравнение данных, полученных в разных условиях и по разной методике, позволяет установить независимость особенностей исследуемых реакций от типа используемых детекторов, что

являлось одной из главных проблем анализа результатов.

Программа исследований по проекту «ЭНЕРГИЯ» в основном завершена. Проведены эксперименты по измерению энергетической зависимости нейтронного выхода под действием протонов, показавшие, что его максимум находится в диапазоне 1+2 ГэВ. Полученные данные имеют большое значение для проектировки электроядерных установок различного назначения.

ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВНЕШНИХ ПУЧКАХ

В процессе участия физиков ЛВЭ в разработке программы экспериментов с тяжелыми ионами коллаборации CMS на LHC выполнено моделирование ядро-ядерных соударений с помощью генератора HIJING. Показано, что при столкновении тяжелых ядер в распределениях полной поперечной энергии наблюдается подъем в центральной области по псевдобыстроте, обусловленный эффектом гашения партонных струй в плотной ядерной среде. Наиболее адекватными для изучения этого явления являются установки, работающие на пучках тяже-

лых ультрарелятивистских ядер и обладающие достаточно широким аксептансом: $-5 < \eta < 5$. На основании моделирования столкновений тяжелых ионов при ультрарелятивистских энергиях, выполненного с помощью генератора HIJING, предложена схема мониторинга интенсивности ядро-ядерных столкновений. Для мониторинга интенсивности предлагается использовать временные совпадения сигнала от двух плеч калориметра с аксептансом $3 < |\eta| < 5$ (малые углы) и временным разрешением порядка 1 нс. Исследована эффектив-

NA49 preliminary

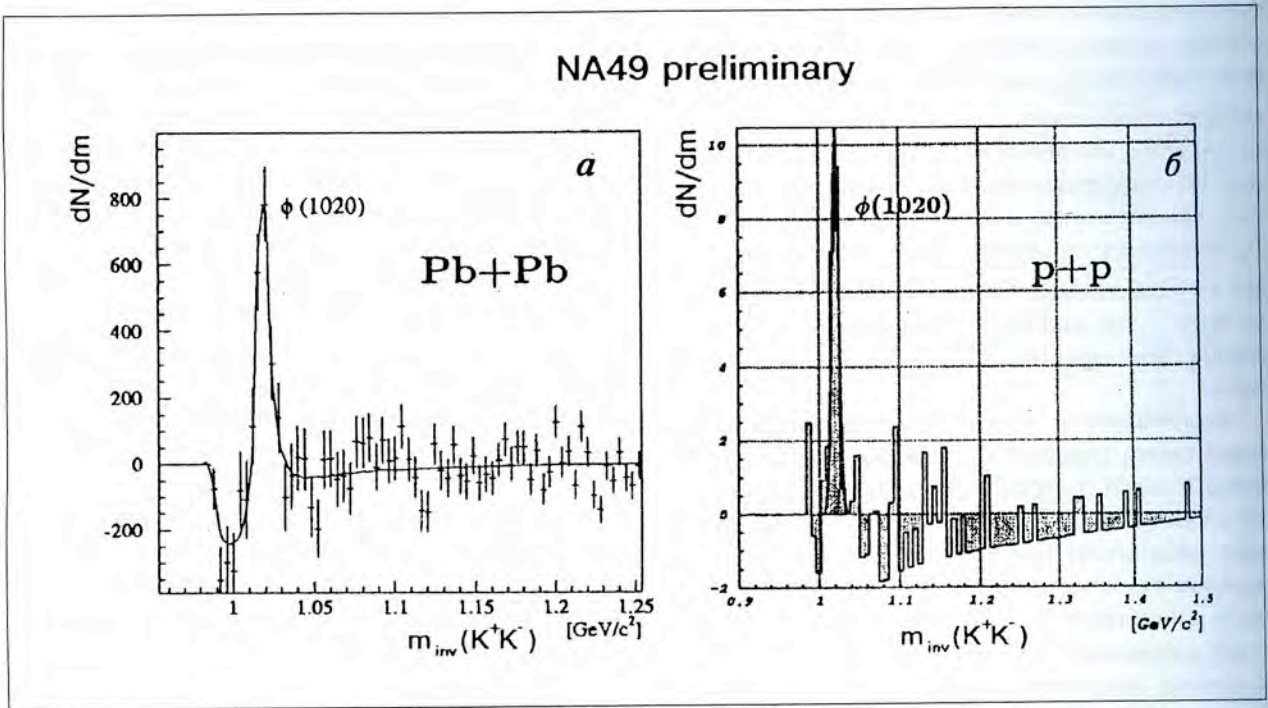


Рис.5. Спектр инвариантных масс K^+K^- -мезонов, идентифицированных по времени пролета, после вычитания фона: а) для центральных столкновений Pb + Pb и б) для $(p + p)$ -столкновений при энергии снаряда 158 ГэВ/нуклон (пока обработано 20% набранной статистики). Ширина пика FWHM — 9 МэВ/с² — обусловлена импульсным разрешением детектора

ность предложенной схемы для случаев столкновения ядер разных типов PbPb, NbNb, CaCa, OО, pPb, pCa, pp при энергии 5 ТэВ/нуклон в системе центра масс. Показано, что при столкновении ядер эффективность отбора остается стабильной (~98%) в диапазоне пороговой энергии до 100 ГэВ. В случае pp-взаимодействий эффективность быстро падает с 93 до 80 %.

Эксперимент NA-49 — адронный спектрометр с большим аксептансом, который используется для изучения ядро-ядерных ($A + A$)-, протон-ядерных ($p + A$)- и протон-протонных ($p + p$)-столкновений на ускорителе SPS в ЦЕРН. Конечная цель эксперимента — поиск состояния материи со свободными кварками и глюонами. Среди различных признаков такого состояния, являясь носителем «скрытой» странности, ϕ -мезон представляет большой интерес при изучении взаимодействий тяжелых ионов, в особенности, когда проводится сравнение с данными в протон-протонных взаимодействиях. На рис.5а и б показаны соответственно спектры инвариантных масс K^+K^- -пар для центральных (Pb + Pb)- и $(p + p)$ -взаимодействий при энергии снаряда, равной 158 ГэВ/нуклон. Несмотря на то, что при анализе использована малая часть набранной статистики, виден четкий ϕ -резонансный пик, что свидетельствует о перспективности дальнейших исследований [10—14].

WASA/PROMICE. В последние годы значительно возрос интерес к η -мезонной физике. В экспериментах WASA/PROMICE по исследованию порогового рождения π^0 - и η -мезонов в pp -взаимодействиях [15] наглядно показана роль сильного $\eta\rho$ -взаимодействия в конечном состоянии. Развивая эти исследования, WASA/PROMICE впервые проводит эксклюзивные измерения квазисвободной реакции $p + n \rightarrow d + \eta$, используя дейтериевую струйную мишень и 1350 МэВ протоны [16]. Ферми-импульс нейтрона мишени был найден из реконструкции кинематики события, и таким образом была получена энергетическая зависимость сечения реакции. В этой работе, по данным в диапазоне избыточной энергии (Q_{CM}) в системе центра масс от 16 до 113 МэВ, впервые ясно показан вклад резонанса $N^*(1535) S_{11}$ в сечение рождения η -мезонов в нуклон-нуклонных столкновениях. Для того чтобы исследовать область очень малых избыточных энергий Q_{CM} , группа из Дубны предложила модифицировать установку WASA/PROMICE и использовать магнитную оптику CELSIUS в качестве магнитного спектрометра. Дейтроны, рассеянные под углом менее 1° с магнитной жесткостью ниже 0,9 по отношению к импульсу первичного пучка, регистрировались телескопом мечения в районе третьего диполя CELSIUS. Так были выполнены

эксклюзивные измерения квазисвободной реакции $p + n \rightarrow d + \eta$ в области избыточной энергии Q_{CM} от 0 до 10 МэВ с использованием 1295 МэВ протонов и D2-мишени [17]. Поведение сечения реакции $p + n \rightarrow d + \eta$ при приближении к порогу заметно отличается от поведения, обусловленного изменением фазового объема, что типично для сильного взаимодействия в конечном состоянии и может быть вызвано ηNN -резонансом или квазисвязанной системой.

В рамках европейской коллаборации **HADES** в ЛВЭ создан и успешно испытан на пучке полномасштабный прототип дрейфовой камеры. Достигнуто высокое пространственное разрешение. Совместно с ЛНФ для спектрометра SPN-2 разработан и введен в строй новый позиционно-чувствительный детектор тепловых нейтронов. На 7-й школе ИКФА по аппаратуре в физике частиц (Лион) успешно проведен цикл лабораторных работ по кординатным детекторам.

Совместный ОИЯИ — ЦЕРН эксперимент **CERES/NA45**, целью которого является экспериментальная проверка гипотезы о возможном восстановлении киральной симметрии в ядерной материи при плотностях и температурах, достижимых в лабораторных условиях только в столкновениях релятивистских ядер. В качестве метода исследования выбрано изучение рождения электрон-позитронных пар в интервале эффективных масс $100 \div 2000$ МэВ/ c^2 (область континуума и векторных мезонов), несущих уникальную и неискаженную сильным взаимодействием информацию о самой ранней стадии эволюции экстремально возбужденной ядерной материи. Ранее в эксперименте CERES/NA45 было обнаружено первое экспериментальное указание на проявление фазового перехода и возможное восстановление киральной симметрии — усиление выхода e^+e^- -пар в (S-Au)- и (Pb-Au)-взаимодействиях. В 1997 году начата кардинальная модернизация спек-

трометра CERES/NA45 с целью достижения рекордного разрешения по эффективной массе в области ρ/ω -пика $\sim 1\%$ сравнимого с собственной шириной ω -мезона $8,4$ ГэВ/ c^2 . Для решения этой задачи в состав установки будет включена новая магнитная система и время-проекционная камера большего объема. Проектирование и изготовление магнитной системы осуществлено в ОИЯИ.

Подготовка к эксперименту **STAR** на RHIC. В рамках соответствующей темы проведена работа по моделированию спиновых эффектов в процессах с рождением прямых фотонов и струй для экспериментов на RHIC. Предложен новый метод построения спин-зависимых партонных распределений на основе анализа спинзависимых структурных функций протона, дейтрона и нейтрона для процесса глубоконеупругого рассеяния. Получены указания на положительный знак глюонной функции распределения ΔG . Исследована зависимость асимметрии рождения струи от поперечной энергии и показана возможность прямого измерения спин-зависимой глюонной функции распределения в экспериментах с поляризованными протонами. Создан и испытан с использованием радиоактивного источника полномасштабный (40×120 см²) прототип газового детектора максимума ливня с 32 каналами электроники считывания аналоговых сигналов с катодной плоскости. Завершено проектирование и начато изготовление в Опытном производстве ОИЯИ первого из 12 модулей детектора максимума ливня торцового электромагнитного калориметра установки STAR.

Выполнено моделирование рождения и детектирования K^+K^- -пар в эксперименте ALICE для (Pb-Pb)-взаимодействий при энергии LHC. Продемонстрирована возможность выделения сигнала Ф-мезона над комбинаторным фоном с использованием реалистичных PID-эффективностей в эксперименте ALICE [18].

ЛИТЕРАТУРА

1. Anoshina E.V. et al. — *Physics of Atomic Nuclei*, 1997, v.60, No.2, p.224.
2. Anoshina E.V. et al. — In: *Proc. of the XIIth Int. Seminar on High Energy Physics Problems*, v.2. JINR, Dubna, 1997, p.184
3. Аверичев Г.С. и др. - *ЯФ*, 1997, т.6 № 10, с.1799.
4. Ажурей Л.С. и др. — ОИЯИ, P1-97-174, Дубна, 1997; *Phys. Lett.*, 1997, v.B391, p.22.
5. Biino C. et al. — *First Observation of the Deflection of a 33 TeV Pb Ion Beam in a Bent Silicon Crystal*. In: *Proc. Part.Acc.Conf., Vancouver, 1997*.
6. Taratin A.M. — *Dechanneling of Relativistic Protons and Nuclei in Straight and Bent Crystals: Rechanneling Role*. 3rd International Symposium «Radiation of Relativistic Electrons in Periodical Structures», *Book of abstracts, Tomsk. Polytechn. Univ.*, 1997.

7. Arduini G. et al. — *Phys. Rev. Letters*, 1997, v.79, No. 21, p.4182.
8. Carrigan R.A. et al. — *First Observation of Luminosity-Driven Channeling Extraction. Submitted to Phys. Rev. Letters, 1997.*
9. Taratin A.M. — *JINR Preprint E1-97-320, Dubna, 1997.*
10. Friese V., Afanasiev S.V., Alber T. et al. — ϕ -Production in 158 GeV/c Pb+Pb Collisions. Submitted to *J. Physics G*, 1997.
11. Afanasiev S.V., Alber T., Appelshauser H. et al. — *The NA49 Large Acceptance Hadron Detector for an Investigation of Pb-induced Reactions at the CERN SPS. Submitted to Nucl. Instr. and Meth., 1997.*
12. Odyniec G., Afanasiev S.V., Alber T. et al. — *Cascade $\Xi(\Omega)$ Production in Pb+Pb Collisions at 158 GeV/c. Submitted to J. Physics G, 1997.*
13. Borman C., Afanasiev S.V., Alber T. et al. — *Kaon-, Λ - and $\bar{\Lambda}$ -Production in Pb+Pb Collisions at 158 GeV per Nucleon. Submitted to J. Physics G, 1997.*
14. Yate T., Afanasiev S.V., Alber T. et al. — *Λ - and $\bar{\Lambda}$ -Reconstruction in Central Pb+Pb Collisions Using a Time Projection Chamber. Submitted to J. Physics G, 1997.*
15. Calen H. et al. — *Phys. Lett.*, 1995, v.B356, p.8, 1996, v.B366, p.39.
16. Calen H. et al. — *Phys. Rev. Lett.*, 1997, v.79, p.2642.
17. Calen H. et al. — *TSL/ISV-97-0181, 1997.*
18. Батюня Б.В. и др. — *Краткие сообщения ОИЯИ, 1997, № 5[85]-97, с.61.*