

9415/93

СЗМ + СЗУС

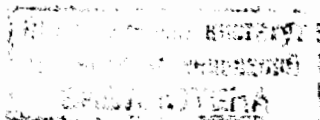
**ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ
НА УСКОРИТЕЛЯХ
ЛАБОРАТОРИИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(1992—1994 гг.)**



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Д1-92-242

ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ
НА УСКОРИТЕЛЯХ
ЛАБОРАТОРИИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(1992—1994 гг.)



Дубна 1992

Представлена программа исследований на ускорителях ЛВЭ (синхрофазотроне и нуклотроне) для ближайшего времени. Особое внимание уделено возможности реализации предложений. Показано, что полученные ранее результаты являются хорошей основой для программы, оценены новые возможности, открывающиеся на нуклотроне.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

The program of research at the synchrophasotron and nuclotron accelerators of LHE is presented. Particular attention is given to the probability of realization of the program. It is shown that the previous results are a stable foundation for the new program. The advantages of the nuclotron are estimated.

Настоящий сборник отпечатан методом прямого репродуцирования.

Ответственный за подготовку к печати Ю. Лукстиньш.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для ЛВЭ ОИЯИ наступил особый период - приближается время пуска нового ускорителя - нуклотрона. В такое время весьма часто возникает необходимость уточнять, обсуждать, анализировать программу исследований как с точки зрения научной проблематики, актуальности и конкурентоспособности, так и с точки зрения технической, финансовой подготовки и т.д. В этой связи инициативная группа из членов Союза пользователей ускорителей и экспериментальных установок ЛВЭ (СПУЭУ) предложила подготовить и выпустить настоящий сборник - программу исследований для установок, работающих на ускорителях ЛВЭ. Такой подход имеет очевидные недостатки - нет представления о всех экспериментах, проводимых лабораторией, труднее увидеть постановку и путь решения общих физических проблем. Частично этот недостаток компенсируется двумя обзорами, написанными Б.КЮНОМ, И.М.СИТНИКОМ и М.ТОКАРЕВЫМ (стр.5-9).

Остальная часть - это компиляция, которую по поручению СПУЭУ составил Ю.ЛУКСТИНЬШ. Общая программа исследований разбита на внешне независимые части в виде программ физических исследований, проводимых различными группами экспериментаторов. Объединяет их общий источник пучков - ускоритель ЛВЭ. Такой подход был выбран для того, чтобы:

1. Предоставить основу для широкого и открытого обсуждения готовности возможных исследований на нуклотроне.
2. Напомнить об экспериментах, проведение которых целесообразно в ближайшее время, до пуска нуклотрона.
3. Дать возможность выявить пробелы в предложениях, стимулировать конкуренцию и подачу новых проектов, программ, идей. Особенно желательно поддерживать состоятельность идей и возможность новых предложений, чему, как нам кажется, способствует разбивка на отдельные независимые подпрограммы. Чтобы облегчить обсуждения с исполнителями, в каждой программе указан руководитель, а сами программы представлены в алфавитном порядке (фамилий руководителей). Мы также старались избежать указания на официальный статус предложений, чтобы избавить читателя от авторитета решений советов и комитетов.

Компиляция программ отражает состояние дел в середине 1992 г. и предложения групп на ближайшее время, но не является официальным документом. Это справочник для обсуждений. Тех, кто интересуется проектами в целом, отсылаем к сборнику аннотаций проектов - Сообщение ОИЯИ Р1,2-89-63I, Дубна, 1989.

Чтобы ускорить выпуск этого сборника, значительная часть технической работы проведена в заинтересованных группах. К сожалению, технический уровень материала получился неровным и мы просим извинений у читателя за это неудобство. Мы также просим извинения за отсутствие (по техническим причинам) в этом первом сборнике нескольких программ исследований.

С. Вокал

Б. Кюн

Ю. Лукстиньш

Main Directions of Research at LHE

In a very general form the headline over all topics studied at LHE can be formulated as "check of the standard model". These investigations will be continued in two ways: Following its traditions LHE will take part in some experiments abroad at the largest accelerators of the world, for example in the experiment DELPHI at LEP and in the planning and performing of experiments at RHIC, LHC and SSC. But the main way will be the research at home using the rich possibilities of the accelerator complex of LHE. These investigations are standing under the caption "relativistic nuclear physics". They are devoted to the wide field of physics of "large" distances. Large distances have to be understood here from the point of view of QCD, that means the speech goes about non-perturbative QCD. As is well known, this region is most difficultly to treat in the strict theory. But it is of great importance for the understanding of such fundamental ingredients of the structure of matter as the nuclear interaction, the phenomenon of the confinement, many processes of particle production, properties of nuclear matter, exotic states in nuclear systems etc.. Therefore it is necessary to study experimentally a whole lot of phenomena in which QCD effects, or in other words, quark-gluon degrees of freedom may reveal themselves, and to construct phenomenological models. The experimental technique available at LHE presents excellent and in certain aspects unique possibilities to work in this direction. The available energies per nucleon allow one to reach the asymptotic region of the scale invariant regime. The accelerator complex provides a large variety of particles, at the future NUCLOTRON all nuclei up to uranium. Of special interest are the beams of polarized deuterons with momenta up to 9 GeV/c which are without competition in the world and found therefore lively interest from abroad.

The above sketched problems are being attacked in several directions:

- 1) Investigation of few particle systems with respect to quark-gluon degrees of freedom in the region of overlapping bags. By means of the polarized deuteron beams the spin structure of such multi-quark systems or quark matter droplets can be ex-

plored from which unique information in connection with the spin structure of nucleons (spin crisis) can be expected.

2) A unique source of information on multiquark systems is the cumulative effect. This effect provides evidence for the existence of drops of quark-gluon matter and allows for instance to study the structure function of such drops. The investigation of the cumulative effect will be extended to the study of its mechanism by kinematically complete experiments, by the measurement of analysing powers, by further investigation of jets by means of 4-velocity analysis and by the study of production processes below threshold.

3) Search for resonances in few particle systems, including very narrow ones, which are relevant to multiquark systems, search for exotic multiquark states including isobars and strange particles, study of isobar excitations in nuclei and of hypernuclei.

4) Investigation of the fragmentation of nuclei in nucleon-nucleus and nucleus-nucleus collisions with special attention directed to the mechanism of particle production, role of cumulative effects and the formation of jets and clusters.

5) Search for collective effects as phase transitions and asymptotic characteristics due to very general principles and laws of statistical mechanics (similarity laws, correlation depletion principle).

6) Many of these investigations will be connected with the test of different approaches of the relativistic invariant description of many particle systems, one of the fundamental problems of physics.

The investigation of these different aspects and consequences emerging from non-perturbative QCD demands a whole arsenal of experimental methods covering spectrometers and detecting systems for different particles in a broad region of momenta, for all possible kinematic conditions and for the measuring of polarization effects. These requirements are fulfilled by the arsenal of experimental setups installed and in operation at LHE. In the following abstracts the different groups and collaborations using the experimental facilities of LHE present short descriptions of their experimental investigations and of the underlying physical ideas.

Polarization Experiments Explore the Innermost Structure of the Deuteron

B.Kuehn, I.M.Sitnik and M.Tokarev

The known realistic nucleon-nucleon potentials lose their capability to predict the behaviour of the deuteron wave function inside the border of the core, i.e. in the region where the quark bags of the nucleons are overlapping and their individuality disappears. Therefore predictions of the deuteron structure on the basis of the usual wave functions in this region are only a matter of extrapolation and speculation. According to the quark picture the overlapping nucleons are commonly confined forming a droplet of quark matter. The structure of such multiquark systems including the spin distribution of their constituents is of eminent interest in connection with the investigation of non-perturbative phenomena of QCD.

Experiments on the fragmentation of unpolarized and polarized relativistic deuterons, available at the Dubna Synchrotron with momenta up to 9 GeV/c, offer a suitable access to the investigation of such systems. Three quantities were measured at these beams in dependence on the internal momentum of the deuteron; the fragmentation cross section, the tensor analyzing power T_{20} and the polarization transfer coefficient α . All these quantities were taken at 0° . The cross section provides the probability density as the sum of the S- and D-state probabilities. The polarization observables allow to determine S- and D-state contributions separately or their ratio.

For the maximum deuteron momenta available at the Dubna machine at the kinematic limit internal momenta of 0.55 GeV/c can be reached. This corresponds to a distance of about 0.5 fm, where one expects already the overlapping of the nucleons. At Dubna the analyzing power T_{20} was measured by the ALPHA collaboration up to internal momenta of $q=0.51$ GeV/c and the polarization transfer up to $q=0.377$ GeV/c by the same group and in part by the ANOMALON collaboration (see the figure). Data of T_{20} up to 0.42 GeV/c and of α up to 0.345 GeV/c are also available from Saclay being in agreement with the Dubna data in this re-

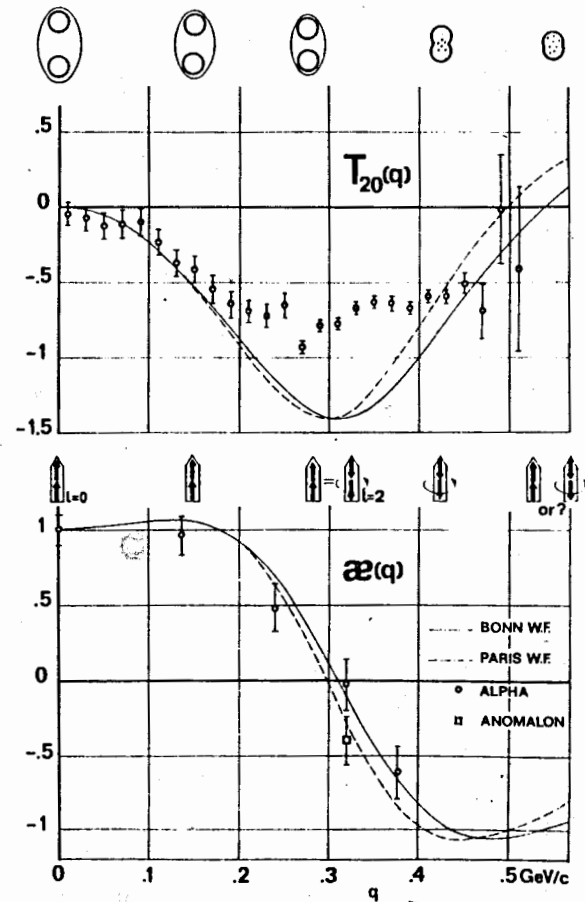
gion. The measurements of T_{20} show an appreciable deviation from the predictions due to the impulse approximation. In the intermediate region contributions from reaction mechanisms beside the quasielastic scattering are obvious and are intensively investigated by theoreticians.

T_{20} measures the ratio of the D- and S-state probability. At large distances, i.e. small internal momenta, the deuteron is nearly pure S-state. In the intermediate region T_{20} goes to negative values in agreement with the theoretic predictions indicating an increasing D-state contribution. The conventional wave functions have even a node of the S-wave in this region. In the asymptotic T_{20} remains negative. Here the theoretic predictions become uncertain. But also the experimental T_{20} values allow two contradicting solutions, one with dominating S-, the other with dominating D-state probability. This ambiguity is on principle and has nothing to do with the problem of reaction mechanism.

The polarization transfer from a vector polarized deuteron to the spectator proton provide further information. At small internal momenta, where the S-state is dominating, α is positive and near unity. At a certain internal momenta α goes through zero and changes its sign. That means the spectator protons have here a polarization opposite to that of the incoming deuteron. This experimental fact shows that at intermediate internal momenta the nucleon spins have to be compensated by an orbital momentum $L=2$ of the nucleons to conserve the deuteron spin. In other words, the D-state dominates the S-state as was already concluded from the T_{20} measurements. The process which is observed at the kinematic limit is the formation of a proton from the quark matter droplet with a certain orientation. If further experiments at still larger momenta result for instance also in negative α values they will provide together with the T_{20} results an evidence for D-state dominance in the quark matter droplet. But here the orbital momentum will be carried obviously not by the individual nucleons but by their constituents.

These aspects are directly related to the problem which arose from the "spin crisis": Where is the spin of the proton? The exper-

iments described above will give an answer about the origin of the spin of quark matter droplets. Is it given only by the orientation of the quark spins or emerges a considerable part of it from the orbital momenta of the quarks and gluons?



Data of T_{20} and α , obtained from the fragmentation of tensor and vector polarized deuterons with a momentum of 9 GeV/c (α data preliminary), and theoretic predictions from the Paris and Bonn wave functions in dependence on the internal momentum q in the deuteron rest frame.

The spin structure of the deuteron following from the present data are schematically indicated. The structure of the quark matter droplet at still larger q will be cleared up by the next experiments at Dubna.

исследований по релятивистской ядерной физике
на установке МАСПИК в 1992 - 1994 гг.

Руководитель темы:

Л.С. Ажгирей, ЛЕТА ОИЯИ, Дубна

Установка МАСПИК предназначена для исследования структуры ядра и механизма ядерных реакций при релятивистских энергиях методом измерения спектров фрагментов легких релятивистских ядер в области больших поперечных импульсов фрагментов, от 0,5 до 1 ГэВ/с. Экспериментальная установка представляет собой двухплечевой магнитный спектрометр с пропорциональными камерами на линии с ЭВМ. Углы регистрации частиц спектрометром выбираются таким образом, что в системе покоя налетающих с импульсом 9 ГэВ/с дейтронов углы испускания вторичных протонов концентрируются вблизи 90° . Так как поперечные импульсы инвариантны относительно лоренцовского буста вдоль оси z, то изучение таких спектров открывает возможность для исследования волновой функции дейтрона на расстояниях, характерных для достигнутых поперечных импульсов, т.е. вплоть до 0,2 фм.

В последние годы с помощью установки МАСПИК был выполнен цикл исследований по релятивистской ядерной физике на выведенных пучках синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ. В частности, была получена оценка верхней границы дифференциального сечения образования узких дибарионных резонансов в реакции $^1\text{H}(d,p)d^*$ при 9 ГэВ/с [В кн.: Нуклон-нуклонные и адрон-нуклонные взаимодействия при промежуточных энергиях, ЛИЯФ, Гатчина, 1986, с.431]. На основе данных о когерентных неупругих взаимодействиях дейтронов с протонами при передачах импульса дейтрону $0,8 - 1,5$ (ГэВ/с)² были получены сведения о параметрах взаимодействия короткоживущих нуклонных резонансов с нуклонами [ЯФ, 1988, т.48, с.1758].

Результаты выполненных на синхрофазотроне ОИЯИ с помощью установки МАСПИК измерений спектров протонов, испускаемых с большими поперечными импульсами в дейтрон-ядерных соударениях, показали, что эти данные довольно чувствительны к высокоимпульсной части волновой функции дейтрона

[Nucl.Phys., 1991, v.A528, p.621]. В настоящее время эти данные по точности превосходят результаты зондирования ядер электронами и принципиально их дополняют.

Дифференциальное сечение испускания продуктов фрагментации неполяризованных дейтронов выражается через сумму квадратов модулей волновых функций дейтрона для S- и D-состояний, а поляризационные наблюдаемые содержат комбинации этих функций интерференционного типа. Поэтому в ряде случаев они могут оказаться более чувствительными к малым амплитудам и малым вкладам интересных динамических эффектов.

В ближайшие 2 - 3 года с помощью установки МАСПИК могут быть выполнены измерения тензорной анализирующей способности реакции фрагментации поляризованных дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с на ядрах с вылетом протонов под ненулевыми углами. Расчеты в релятивистском импульсном приближении в рамках динамики светового фронта показывают, что при достаточно больших импульсах вторичных протонов такие данные довольно чувствительны к виду структурной функции D-состояния дейтрона. Для проведения этих измерений установка нуждается лишь в минимальной модернизации, связанной с заменой исчерпавшей свой ресурс ЭВМ, работающей на линии с установкой.

В результате исследования различных механизмов процесса столкновения дейтрона с протоном, включающих упругое и неупругое рассеяния нуклонов дейтрона на протоне, стриппинг, их интерференцию, а также механизмы с возбуждением виртуальных пионов найдено [ЯФ, 1991, т.53, с.1591], что форма спектров вторичных протонов в области больших значений импульсов определяется в основном вкладами двух механизмов: жесткими нуклон-нуклонными рассеяниями и прямой фрагментацией. Этот факт открывает дополнительную возможность для исследования волновой функции дейтрона на малых расстояниях, поскольку вклад стриппинга непосредственно связан с квадратом этой функции. Представляется крайне важным выполнить исследование фрагментации дейтронов на ядрах с вылетом фрагментов под ненулевыми углами на нуклотроне, поскольку полученные при этом данные позволили бы при исследовании структуры дейтрона продвинуться в область еще меньших межнуклонных расстояний.

STUDY OF RELATIVISTIC NUCLEAR INTERACTIONS USING
A HIGH-ANGULAR RESOLUTION EMULSION DETECTOR

Spoke persons: S.Vokal, A.D.Kovalenko, K.D.Tolstov

In the eighties intense and systematic investigations of nucleus-nucleus collisions for projectiles from hydrogen to silicon with 4.5 AGeV/c were performed by the Dubna emulsion collaboration which joins scientists from the following Institutes and Universities:

IHEP Alma-Ata, IFA Bucharest, INP Cracow, JINR Dubna, FTI and Univ. Dushanbe, LINP Gatchina, Univ. Košice, RI and LTU StPetersburg, FIAN and IPET Moscow, INP Rzez near Prague, IFBN Sofia, INP and FTI Tashkent, Univ. Tbilisi, IPT Ulan-Bator and YFI Yerevan.

Emulsion technique due to its superior spatial resolution ($\sim 1 \mu\text{m}$) is the most suitable for precise multiplicity and angular measurements. The charges of projectile spectator fragments were determined according to ionization criteria with a high precision $Z \leq 1$.

The fragmentation of projectile and target nuclei, multiple production, the pseudorapidity density fluctuations of shower particles, the effects of collective interactions, the total destruction of silver and lead target nuclei, anomalous puzzle and electromagnetic processes in nuclear collisions have been studied, and their dependence on the masses of colliding nuclei and impact parameter was analyzed.

As a measure of the last variable, we have used either the target related fragment's multiplicity or the total charge of spectator projectile fragments.

Special emphasis was laid on a search for effects in collisions of relativistic nuclei which are unordinary in the framework of a nucleon-nucleon superposition picture of these collisions. From the analysis of the transverse momentum distributions and azimuthal angle correlations for fragments of the primary neon nucleus, the residual nucleus of the projectile was shown to acquire a considerable transverse momentum (bounce-off effect). The azimuthal asymmetry for all particles was observed in nonperipheral collisions with heavy target nuclei (side-splash of produced particles and target-nucleus fragments). Tendency to the emission of projectile-nucleus and target-nucleus fragments, produced particles and target-nucleus fragments in the opposite directions in the azimuthal plane was shown to increase with impact parameter. These effects are not described by the used cascade code.

From February 1989 our group cooperates in the frame of the EMU01 collaboration, and the study of oxygen, silicon and sulphur collisions

in emulsion with energies from 14.6 AGeV to 200 AGeV has been performed till now. The Dubna data concerning ^{16}O and ^{28}Si interactions with emulsion nuclei at lower energy are intensively used in analysis.

New possibilities for the experimentalists will be provided with nuclear emulsion irradiation in high pulsed magnetic fields. For this purpose during the last few years the set-up SLON has been designed and constructed at LHE.

The main elements of the set-up SLON are the following: a high voltage capacity bank (a peak stored energy of 1.5 MJ), four powerful vacuum spark gaps (discharge current up to 1 MA each), a single turn coil with special systems of current collector and mechanical support (Fig. 1). All other electronics systems including the systems of kicker-magnet, beam monitoring, synchronization and control have been also designed and tested under operation. Now the set-up SLON can provide irradiation emulsion stacks of $2.0 \times 2.5 \times 6.5 \text{ cm}^3$ (the area where magnetic field inhomogeneities are less than 2-3 %) with relativistic nuclear beams at the synchrotron. The magnetic field amplitude is about 30 T. Several test runs of the set-up SLON during 1989-91 showed that it was possible to increase the field amplitude up to 50-55 T under multipulsed operation conditions without substantial plastic deformations of the pulsed coil. In this case the momentum resolution of emulsion measurements will be 5-7% for the most part of secondary particles. This work is being continued at LHE.

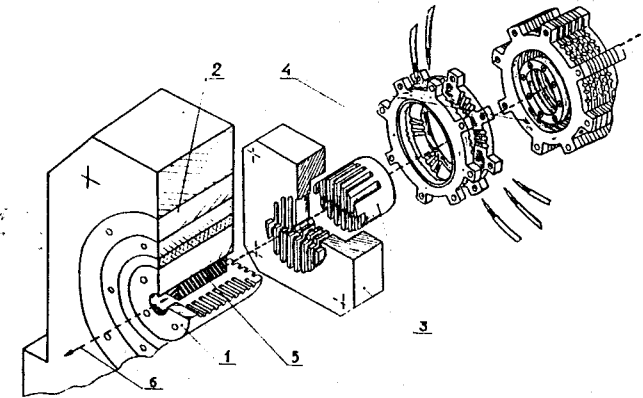


Fig. 1. Set-up SLON high magnetic field systems.

1. single turn coil, 2. mechanical support, 3. high current connector, 4. current collector, 5. emulsion stack, 6. direction of the beam axis.

ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ НА 100-см ВОДОРОДНОЙ КАМЕРЕ В 1992-1994 гг.

Руководитель темы: В.В.Глаголев

Сотрудничество Алма-Ата - Варшава - Дубна - Кошице - Москва - Ташкент - Тбилиси

100-см водородная пузырьковая камера в сочетании с пучками лёгких ядер представляет собой уникальную комбинацию, позволяющую изучать ядро-протонные взаимодействия в условиях 4π-геометрии. По возможности выделения реакций, изучения корреляций вторичных частиц в эксклюзивном подходе, точностям измерений - прибор не имеет конкурентов.

Развита достаточно высокая культура обработки фоновой информации, включая автоматические измерения и автоматизированное математическое сопровождение обработки на больших ЭВМ.

При широком международном сотрудничестве накоплен значительный материал по взаимодействиям лёгких ядер $d, d^+, {}^3\text{He}, {}^4\text{He}, {}^{16}\text{O}$ с протонами ($\sim 2 \cdot 10^6$ событий на ЛСР).

Анализ данных позволил получить ряд существенно новых результатов.

Среди них:

- обнаружение узких дибарионных резонансов в области масс $(1.9-2.2)\text{ГэВ}/c^2$;
- доказательство существенной роли виртуальных изобарных состояний;
- наблюдение сильных пространственных корреляций нуклонов, связанных с взаимодействием в конечном состоянии;
- указание на неординарное поведение перезарядки на поляризованном дейтроне;
- получение новых сведений о фрагментации ядра кислорода.

В настоящее время в процессе обработки находится около 10^5 взаимодействий векторно поляризованных дейтронов с протонами при $3,3\text{ ГэВ}/c$. Обработка может быть закончена в 1993 году.

Научная программа включает в себя:

- Изучение пр-перезарядки на поляризованном дейтроне с целью выяснения влияния ядерной структуры, а также эффектов, связанных с обменом зарядом и спином в моделях с валентными кварками;

- накопление материала для увеличения надёжности результатов по наблюдению дибарионных резонансов. Удвоение статистики позволит выйти на уровень 7-8 стандартных отклонений над фоном;
- изучение в условиях 4π-геометрии динамических корреляций вторичных частиц, в том числе в области предельной кинематики;
- исследование волновых функций легчайших ядер в области импульсов "внутриядерных нуклонов" выше $0,2\text{ ГэВ}/c$;
- поиск и исследование ненуклонных степеней свободы в легчайших ядрах и их влияние на характеристики квазинуклонных взаимодействий.

Для выполнения первого из указанных пунктов необходимы 2 сеанса установки. Накопленный материал требует совместного анализа, т.к. проявления отдельных эффектов (например, Δ -изобары, ВКС) достаточно сильны, как на дейтроне, так и на других лёгких ядрах.

На основе имеющихся данных начата подготовка реальных проектов по продолжению исследований как на синхрофазотроне-нуклотроне, так и в других центрах (COSY, Jülich).

Установка находится в рабочем состоянии и может быть использована в пучках Нуклотрона.

ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ НА УСТАНОВКЕ "АНОМАЛОН"

Коллаборация ЛСВЗ-ЛВЗ-ЛОДЗЬ-ГАТЧИНА

Руководитель темы А.В.Зарубин

В рамках первоприоритетной общепитетской темы (1-145-0941-91/95) на установке "Аномалон" (рис.) проводятся фрагментационные эксперименты на пучках поляризованных дейтронов и релятивистских ядер. Установка "Аномалон" /1,2/ включает в себя: широкоапертурный передний магнитный спектрометр на основе пропорциональных камер, спектрометр протонов отдачи, секционированную жидководородную мишень, систему идентификации частиц и ядер по заряду и массе, гибкую систему триггера.

Программа исследований связана с реализацией конкурентноспособного направления - светосильных поляризационных исследований структуры ядерной материи на рекордно малых расстояниях, недостижимых на других ускорителях. Исследования, ведущиеся в других центрах, ограничены предельно достижимым внутридейтронным импульсом $K \sim 400$ МэВ/с. А именно при $K > 400$ МэВ/с, где в консервативных моделях кора дейтрона s -волна достигает 0, и ожидается новая физика. Наряду с уникальностью пучка поляризованных дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с ускорительного комплекса ЛВЗ, высокая конкурентноспособность связана и с объединением возможностей высокоинформативных магнитных спектрометров "Аномалон" и "Альфа" и спектрометра протонов отдачи, созданного в Гатчине.

В рамках программы решаются две основные задачи:

1. -Прецизионные измерения методом двойного рассеяния до $K \sim 700$ МэВ/с коэффициента передачи поляризации $\mathcal{R}(K)$ от векторнополяризованного дейтрона к стриппинговому протону(*) и, что возможно без второго рассеяния, до $K \sim 900$ МэВ/с тензорной анализирующей способности $T_{20}(K)$.

Отличительной чертой эксперимента является большая апертура поляриметра, высокая светимость и, что существенно, чистота опыта, связанная с использованием жидкого водорода в качестве анализирующей мишени, а также, благодаря большой времяпролетной базе и высокому временному разрешению, возможностью идентифицировать вторичные протоны вплоть до кинематического предела, где отношение потоков дейтронов и протонов достигает величин 10-1000.

Решение этой задачи позволит провести совместный анализ данных Дубны (при максимальных значениях K), Сакле, Новосибирска и Бейтс по спиновым наблюдаемым в опытах с дейтронами:

-в импульсном приближении с разными способами учета релятивизации и эффектов взаимодействия в конечном состоянии по совокупности данных: сечений стриппинга и поляризационных характеристик T_{20} и \mathcal{R} ;

(*) Уже получены данные (1990г.) для $K=0$ и 410 МэВ/с /3/ и набрана статистика (1992г.) в 5 точках до $K=587$ МэВ/с.

-в КХД мотивированном подходе с учетом ненуклонных степеней свободы дейтрона.

2.-Завершение измерения энергетической зависимости сечений фрагментации ядер С-12, О-16 в изотопы легких фрагментов в области 2.65-4.5 ГэВ/с*А. Решение этой задачи актуально для проблемы происхождения, распространения и определения времени жизни космических лучей в Галактике. В 1992-94гг. планируются новые измерения сечения рождения Ве-10 при фрагментации углерода и кислорода на водороде с использованием триггера на рождение фрагмента с $A/Z=2.5$ и $Z=4$. После запуска "Нуклотрона" эти исследования могут получить развитие с пучком железа.

Накопленный опыт работы установки в пучках поляризованных дейтронов и других ядер, создание (по п.п. "з" и "б" темы) протонной поляризованной мишени являются необходимыми предпосылками для подготовки новых поляризационных экспериментов по измерению дифференциальных $\vec{d}\sigma/\vec{p}$ сечений упругого и глубоконеупругого рассеяния, высокая значимость которых связана с глубинными проблемами КХД и результатом анализа "спинового кризиса".

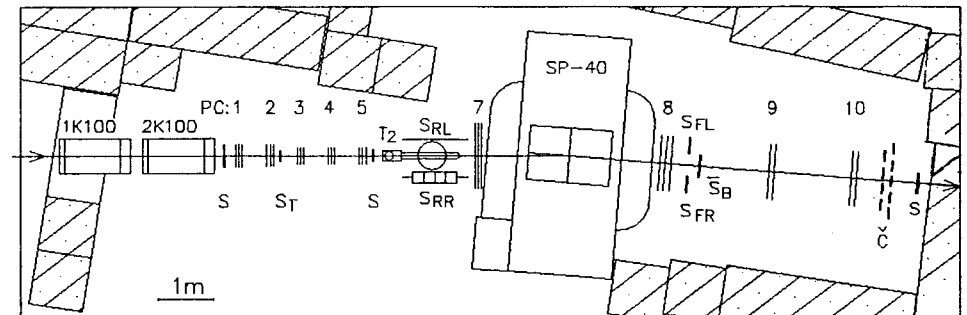
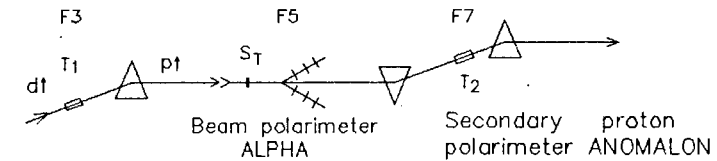


Рис. Lay-out of the magnetic spectrometer ANOMALON for relativistic nuclear fragmentation and polarization experiments

- | | |
|--|---|
| K 100 - quadrupole lenses | SFL, SFR - scintillation hodoscopes |
| SP-40 - analysing magnet | SB - antibeam counter |
| PC1-10 - three- and two-dimensional MWPC | ST - TOF counters |
| S - scintillation counters | C - cherenkov Z ² hodoscopes |
| SRL, SRR - left and right recoil scintillation | T ₁ - first target |
| E - counter walls | T ₂ - liquid hydrogen target |

Литература:

1. Yu.T.Borzunov et al. Proc. of Deuteron-91 workshop, Dubna, June 11-13, 1991, JINR, E2-92-25, Dubna 1992.
2. A.I.Chernenko et al., там же.
3. I.A.Golutvin et al., там же.

**Исследование мультифрагментации ядра-мишени в ядро-ядерных взаимодействиях при промежуточной и высокой энергии
(проект ФАЗА)**

Коллаборация ФАЗА:

ЛЯП ОИЯИ, ИАЭ /Москва/, ИЯФ /Краков/, ШИЯИ /Россендорф/,
ИЯФ /Дармштадт/, Ун-т штата Айова /США/,
Ун-т Улан-Батора /Монголия/

Руководитель темы В.А.Карнаухов

Целью экспериментов является исследование механизма множественного испускания фрагментов промежуточной массы ($Z_f = 2+20$) спектатором мишени в ядро-ядерных взаимодействиях. В результате будет получена информация об уравнении состояния ядерного вещества при температурах вплоть до критической $T_c \approx 15-17$ МэВ, о возможных фазовых переходах типа "крэкинг" и "жидкость-газ".

Для проведения экспериментов создана 4п-установка ФАЗА, размещенная на канале 3В синхрофазотрона ОИЯИ. Установка состоит из детектора множественности фрагментов (64 сцинт. счетчика с пленочными CsJ(Tl)) и 5-телескопов фрагментов, являющихся триггерами всей системы. ФАЗА позволяет одновременно измерять энергетические и зарядовые спектры фрагментов, угловые распределения и корреляции, дифференциальные и полные множественности фрагментов. Для нахождения корреляций по относительной скорости фрагментов в установке размещена позиционная лавинная камера. Установка готова для проведения систематических исследований процесса мультифрагментации. В сентябре 1991 г. успешно проведен сеанс на пучке гелия. Подготавливается модернизация установки ФАЗА, в результате которой сцинтилляторы детектора множественности будут заменены детекторами типа "phoswich" (пластик + пленка CsJ(Tl)).

Программа исследований на 1992-94 гг. следующая:

№№	Эксперимент	Физ. результат
1.	Измерение энергетических спектров и зарядовых распределений фрагментов при различном отборе событий по множественности.	Характеристики системы, распадающейся по каналу мультифрагментации (T,R). Сравнение с модельными расчетами
2.	Распределение событий по множественности фрагментов при различных условиях на триггерную частицу.	Характеристики процесса мультифрагментации. Наличие "критических" явлений.
3.	Угловые корреляции фрагментов в событии при различных отборах по множественности и энергии триггерной частицы.	Установление временной шкалы процесса.
4.	Корреляции фрагментов в событии по относительной скорости.	- "-
5.	Угловые распределения фрагментов относительно направления пучка.	Природа аномалий в угловых распределениях при $E_{proj} > 10$ ГэВ (Динамика соударения)
6.	Азимутальные корреляции фрагментов в событии.	Выделение величины, чувствительной к параметру соударения.

Все эксперименты проводятся с тяжелой мишенью (Au, Th) на пучках ^4He и ^{12}C , по крайней мере, при двух значениях энергии пучка (≈ 1 и $3,65$ ГэВ/А). При переходе на нуклотрон ожидается улучшение фоновых условий и статистической обеспеченности результатов, станет возможным использование пучков с большей энергией и массовым числом.

Потребность в пучковом времени ≈ 300 час/год.

Проверка следствий принципов ослабления корреляций и автомодельности в процессах множественного образования частиц на пучках релятивистских ядер

НУКЛОТРОНА

(тема 1-106-0983-92/96 "Исследование множественных процессов в условиях 4П-геометрии и создание установки СФЕРА")

Руководитель темы А.А.Кузнецов

1. Физическое обоснование программы исследований

В столкновениях адрон-ядро и ядро-ядро при дубненских энергиях обнаружен ряд интересных и новых явлений, некоторые из которых рассматриваются как указания на возникновение коллективных эффектов, идущих на кварк-глюонном уровне. Исторически первым из таких эффектов, который невозможно было объяснить исходя из протон-нейтронной модели ядра, был кумулятивный эффект /Ставинский В.С.ЭЧАЯ(1979) т.10, с.950/. Его обнаружение и изучение показало, что структурные функции ядра не являются просто суммой структурных функций отдельных нуклонов, что ядра нужно рассматривать как самостоятельные объекты, для которых фундаментальной характеристикой их структуры являются ядерные структурные функции /Балдин А.М. ЭЧАЯ(1977) т.8, с. 429/ и что имеет смысл понятие предельной фрагментации ядер. Другим ярким подтверждением кварковой природы эффекта было обнаружение кумулятивных струй в процессах множественного образования частиц /Балдин А.М. и др. ЯФ (1984) т.44, с.1209/.

Совокупность экспериментальных данных о процессах множественного образования позволило предложить /Балдин А.М., Диденко Л.А. Краткие сообщения ОИЯИ, Дубна (1984) №3-84, с.5, №8-85, с.5/ релятивистски-инвариантный метод описания этих процессов и указать области изменения измеряемых величин, в которых проявляются цветные степени свободы. Метод основан на представлении сечений множественного рождения частиц в виде функций от релятивистски-инвариантных величин $b_{ik} = -(u_i - u_k)^2$,

где $u_i = P_i/m_i$, $u_k = P_k/m_k$ - 4-хмерные импульсы частиц, деленные на их массы. В пространстве 4-х скоростей величины b_{ik} имеют смысл относительных расстояний.

Такое представление сечений позволило ввести классификацию множественных процессов, основанную на двух общих принципах: принцип ослабления корреляций и принцип автомодельности второго рода /Балдин А.М., Диденко Л.А. Краткие сообщения ОИЯИ, Дубна (1984) №3-84, с.5; (1985) №8-85, с.5; Балдин А.М., Балдин А.А. Краткие сообщения ОИЯИ, Дубна (1986) №17-86, с.19/. Эти принципы отражают общие свойства адронов: с увеличением расстояния между двумя любыми точками u_i и u_k взаимодействие между частицами i и k монотонно и достаточно быстро ослабляется. Когда $b_{ik} \gg 1$, то взаимодействие адронов i и k выходит на кварковый уровень.

Экспериментальная проверка этих принципов на основе информации, полученной на пузырьковых камерах Дубны (и ФНАЛ), позволила обнаружить существование асимптотических областей, кинематически разделенных друг от друга, в которых свойства 4-х мерных кластеров (пионных и нуклонных) универсальны, т.е. они не зависят ни от типа реакций, ни от их энергии вплоть до 300 ГэВ /Л.А.Диденко и др. Сообщения ОИЯИ, Дубна (1984), Е1-91-323/. Универсальность свойств пионных и нуклонных кластеров указывает на то, что процесс их образования характеризует фундаментальные свойства адронной материи.

Поэтому выделение пионных и нуклонных кластеров и систематическое изучение их свойств в разного типа релятивистских ядро-ядерных столкновениях естественно связать с поисками состояний сильно возбужденной ядерной материи и, в частности, с поиском фазового перехода адронной материи в кварк-глюонную плазму.

2. Реализация программ исследований

Выполнение программы по экспериментальной проверке исследований принципов ослабления корреляций и автомодельности в процессах множественного образования частиц планируется на установке СФЕРА.

Так как установка СФЕРА по своей структуре является классическим широкоапертурным (геометрия вплоть до 4π) магнитным спектрометром с возможностью регистрации как заряженных, так и нейтральных частиц с высокой множественностью, то перспективы использования ее на внешних пучках синхрофазотрона и нуклотрона для указанной программы исследований, ранее проводимой ЛВЭ методикой пузырьковых и стримерных камер, не вызывает сомнений.

Методика обработки экспериментального материала и его анализ, а также выделение кластеров полностью переносятся с пузырьковых камер на установку СФЕРА.

Изучение кластеризации вторичных адронов в условиях ядерных пучков нуклотрона (широкий набор ускоренных ядер и интервал энергий) и различных ядерных мишеней открывают широкие возможности для проверки следствий принципов автомодельности и ослабления корреляций, для понимания механизма множественного рождения адронов и для поиска кварк-глюонной плазмы в релятивистских ядерных взаимодействиях.

Существенно для этих исследований изучение всех указанных явлений в зависимости от атомного номера взаимодействующих ядер и от их энергии.

Исследование процессов фрагментации в ядро-ядерных взаимодействиях при релятивистских энергиях.

(Руководители Б.А.Кулаков, В.С.Бутцев)

Физическая программа ориентирована на поиск новых явлений и изучение механизмов реакций в ядро-ядерных столкновениях. Основные усилия будут направлены на:

- поиск аномалий во взаимодействии фрагментов релятивистских ядер с веществом, включая поиск состояний с открытым цветом, предсказанных Б.А. Арбузовым (Ядерная физика 1985, 42, 542; ЭЧАЯ, 1988, 19, 5);
- изучение сечений образования радиоактивных ядер;
- изучение распределений нейтронов по множественности и по энергии;
- проведение прикладных исследований, например, облучение и анализ фольг для производства толстых ядерных фильтров.

Исследования проводятся с использованием методов γ -спектроскопии, радиохимических методов, с помощью твердотельных трековых детекторов CR-39 и нейтронных счетчиков.

Цикл исследований был инициирован работами по обнаружению 'аномалон'-частиц с неожиданно большим сечением взаимодействия (E.M. Friedlander et al., Phys. Rev.Lett. 45, 1084 (1980); Phys. Rev. C 27, 1489 (1983) и ссылки в этих работах) и последовавшим затем потоком экспериментальных и теоретических работ.

В работах нашего сотрудничества в последние годы было выполнено подробное изучение выхода вторичных частиц и сечений их взаимодействия с использованием активационной методики. Результаты исследований изложены в Phys. Rev. C 45, 1194 (1992). Один из основных выводов—объяснение экспериментальных данных с помощью рождения аномальных частиц с коротким временем жизни—маловероятно.

Надежно установленный значительный выход вторичных частиц большой энергии под углом $20-30^\circ$ (большой поперечный импульс) не поддается объяснению существующими теоретическими моделями. Экспериментальные данные для сравнительно легкого ядра ^{12}C с кинетической энергией 44 Гэв (Дубна) по видимому можно объяснить коллективными эффектами в ядро-ядерных взаимо-

действиях, однако это трудно сделать для ^{40}Ar с кинетической энергией 72 Гэв (Беркли). Для выяснения ситуации необходимо провести облучение различных мишеней в пучках более тяжелых ядер. Запуск Нуклотрона в Дубне позволит эффективно решить эту задачу.

Возможная интерпретация обнаруженного явления (Б.А. Арбузов)—рождение состояний с открытым цветом, имеющее пороговый характер; порог существенно ниже в ядро-ядерных взаимодействиях из-за цветной поляризации ядерного вещества. Для проверки предсказаний было проведено облучение в пучках ядер стопок твердотельных детекторов CR-39. В настоящее время проводится обработка полученных данных (R.Brandt et al Subm.in 16th Intern.conf. Nucl.Tracks in solid (China, Sept.1992).

Будет продолжено измерение и анализ нейтронных спектров, информация о которых необходима для следующих целей:

- проведения расчетов по выходу ^{24}Na ;
- определения вклада различных механизмов в образование радиоактивных фрагментов;
- получения данных, используемых дозиметрией и при разработке ускорителей и экспериментальных установок физики высоких энергий.

Будут продолжены работы по облучению и анализу фольг для производства толстых ядерных фильтров на предмет использования их в промышленности.

В проведении работ участвуют более 10 институтов из России, Украины, ФРГ, Франция, Греция, США, Китая, Пакистана и Канады.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА УСТАНОВКЕ ГИЭС.

Алма-Ата, Варшава, Дубна, Москва, С.-Петербург,
Тбилиси.

(Руководитель Б.А.Кулаков)

В последние годы на установке ГИЭС - электронном спектрометре со стримерной камерой получены важные результаты в области физики релятивистских гиперядер, ядерной перезарядки, изучении аномалий в распределении странных частиц в жестких ядерных соударениях (поиск сигналов кварк-глюонной плазмы), исследовании размеров области испускания частиц в ядерных взаимодействиях.

Программа исследований на ближайшие 2-3 года включает детальное изучение перезарядки ядер на ядрах, физику релятивистских гиперядер, анализ корреляций в центральных столкновениях ядер. Такой выбор обеспечит высокую конкурентоспособность поставленных задач.

В планируемых работах будет использован оригинальный триггер, выделяющий события, в которых релятивистское ядро меняет заряд на единицу. Триггер позволяет эффективно регистрировать перезарядку ядер или рождение и распад гиперядер (с испусканием π^- мезона). Это доказано хорошими результатами уже проведенных экспериментов - впервые в мире надежно идентифицированы релятивистские гиперядра, измерены сечения образования гипернуклидов водорода в различных реакциях и время жизни $^4_\Lambda\text{H}$.

Измеренные сечения (см. S.Avrachenko et al., Nucl. Weak Process and Nuclear Structure, Osaka, Japan, 1989, WS, Singapore, 1989, p.486, материалы симпозиума в Шимодэ, Япония, декабрь 1991г.) не противоречат расчетам Х.Бандо и др. (H. Bando et al, Nucl. Phys., A501(1989)900, M. Wakai et al., Phys Lett., B235(1990)25). Но для достоверной проверки модели, предсказывающей сложную зависимость от атомного номера, заряда и энергии пучка, необходимы эксперименты с разными изотопами, при разных энергиях и большей статистике. Такие эксперименты могут быть проведены только на Нуклотроне, позволяющем увеличить скорость набора событий в 20-70 раз. При нашей методике особенно значительно возрастает точность измерения времени жизни—даже при небольшой статистике (25 событий) был получен хороший результат (для $^4_\Lambda\text{H}$ $\tau = 220 \pm \frac{50}{40}$ пс.). Отметим, что японской группе (Р.Оута и др., Шимода 1991) для аналогичного результата ($\tau = 195 \pm \frac{35}{25}$ пс.) понадобилось около 700 событий.

Программой новых экспериментов предусмотрено:

1. Определить энергетическую зависимость сечения рождения гиперядер.
2. Исследовать процесс образования и времена жизни гиперядер в области атомных масс $A > 10$. Экспериментальные данные в этой области масс полностью отсутствуют.
3. Исследовать свойства ${}^3_{\Lambda}H$: измерить время жизни и энергию связи Λ .

В ряде экспериментов в Дубне и Сакле было установлено, что процессы перезарядки на нуклоне и на ядрах существенно отличаются. Однако в инклюзивной постановке нельзя было разделить каналы реакций и однозначно проверить различные теоретические построения.

На установке ГИБС проведены первые эксперименты, в которых реакция перезарядки ${}^3H + Mg \rightarrow {}^3He + \dots$ происходила на мишени внутри стримерной камеры и регистрировались и измерялись все заряженные частицы. Первые результаты (см. Авраменко. С.А. и др., Сообщения ОИЯИ, P1-91-206, P1-91-239, P1-91-240) показали адекватность методики и постановки эксперимента, позволили выявить каналы реакции, вызывающие расширение пика в области рождения Δ изобары, пересмотреть ранее существующий взгляд о роли Δ изобары в перезарядке на ядрах. Особо отметим, что получены указания на коллективные эффекты и безмезонную перезарядку изобары.

В продолжение этих экспериментов предлагается:

1. Исследовать процесс перезарядки (${}^3H, {}^3He$) с точным измерением импульса (не хуже 0.5%) первичного и перезаряжаемого ядер.
2. Исследовать A -зависимость процесса.
3. Измерить сечение двойной перезарядки ${}^9Be \rightarrow {}^9C$ (данные о двойной перезарядке отсутствуют).

При изучении распределений заряженных частиц с использованием методики 4-х мерных скоростей в пучках релятивистских ядер получены предварительные результаты о характере кластеров заряженных частиц, образующихся при промежуточных энергиях. Изучение размеров области взаимодействия релятивистских ядер ведется на материале, полученном в центральных соударениях, набран значительный статистический материал. Указанные исследования также будут продолжены.

Для выполнения физических измерений ИЯИ РАН (Лаборатория мезоядерных взаимодействий) и ЛВЭ ОИЯИ сконструировали и построили многоцелевую установку "КАСПИЙ". Всего за период создания и работы установки, в течение 10 лет ИЯИ РАН выделил на закупку оборудования и эксплуатацию установки около 3 млн.руб., из них около 1 млн.руб. получены целевым образом на конкурсной основе от Отделения ядерной физики РАН.

На установке "КАСПИЙ" выполнены работы по исследованию пион-ядерных взаимодействий в области энергий около 1 ГэВ, которые считаются наиболее перспективными для планируемых работ по ядерной физике на новом поколении каонных фабрик. Получены новые данные о поглощении пионов ядрами с испусканием протонов и изучен коллективный характер процесса. Впервые получены данные о возбуждении Δ -изобарных состояний в ядрах, в реакциях однократной перезарядки пионов на ядрах.

Получены качественно новые результаты по измерению сечений рождения пионов и каонов при столкновении релятивистских ядер. Исследован скейлинг в зависимости сечений и изучена применимость кварк-партоновой модели. Впервые в мире измерено сечение рождения антипротонов при столкновении релятивистских ядер. Наблюдалось увеличение выхода антипротонов к выходу пионов по сравнению с протон-ядерными столкновениями.

В настоящее время установка "КАСПИЙ" модернизируется с целью получения большего объема данных, увеличения точности измерений и улучшения параметров по следующим направлениям:

I. Измерение сечений рождения антипротонов при столкновении ядер с ядрами, а также протонов с ядрами и дейтонов с ядрами в широком интервале значений энергии ядер и импульсов антипротонов. Совершенствуется электроника и система съема информации. Новый аннигиляционный детектор антипротонов в основе стримерных трубок и необходимая электроника поставлены Национальным институтом ядерной физики Италии (Турин). Стоимость около 100 тыс. долларов. Монтаж и запуск детектора с участием итальянских сотрудников произведен в 1991 г. Проведены калибровки и первые измерения с использованием детектора на протонном пучке в декабре 1991 г. Планируется продолжение этих исследований.

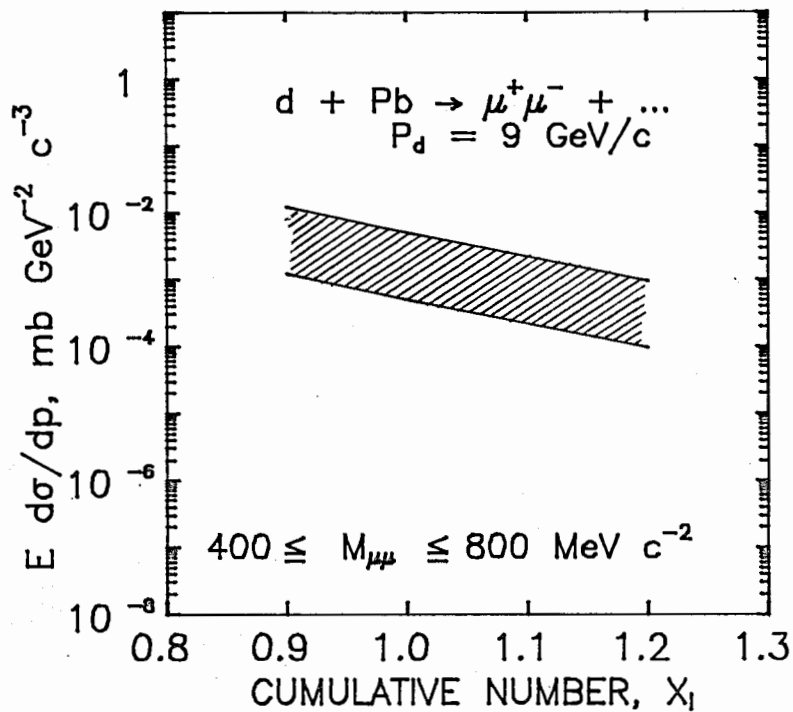


Рис. 2

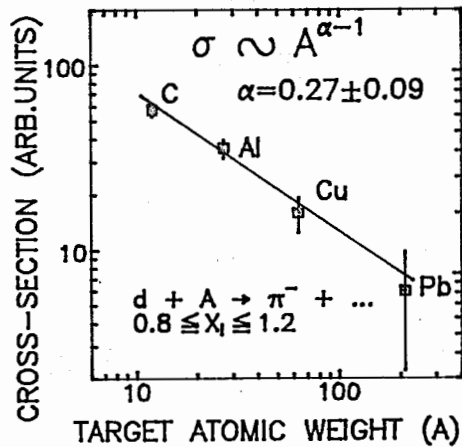


Рис. 3

на синхрофазотроне и нуклотроне ОМЯИ. Спектрометр СФЕРА в полном объеме будет завершен к середине 1995 г.

Первые результаты были получены в эксперименте "beam dump" по рождению кумулятивных мюонных пар в области малых масс из дейтронов с импульсом 4.5 А·ГэВ/с. Верхнее (нижнее) значение инвариантного сечения для мюонов в интервале масс $400 \leq M_{\mu\mu} \leq 800 \text{ MeV}/c^2$ и при кумулятивном числе $X=1,2$ составило $E \cdot (d\sigma/dp) = 950(95) \text{ нб} \cdot \text{ГэВ}^{-2} \cdot \text{с}^3$ (Рис.2) (Afanasiev S.V. et.al., JINR Rapid Communications No. 7(46)-90)

Следующим экспериментом было измерение А-зависимости сечения фрагментации релятивистских (4,5 А·ГэВ/с) дейтронов в кумулятивные пионы на ядрах С, Al, Cu, Pb. Средняя величина показателя степени А-зависимости для кумулятивного числа в интервале 0,8-1,2 составила $0,27 \pm 0,09$ (Рис.3), что свидетельствует о периферическом характере процесса (Afanasiev S.V. et.al., JINR Rapid Communications No. 5 [51] - 91).

В настоящее время осуществлен набор экспериментальной информации по кумулятивному рождению пионов в пучке поляризованных дейтронов (4,5А: ГэВ/с на CH_2 , С, Sn, Pb мишенях. По самой предварительной оценке (Рис. 4), есть тенденция к проявлению лево-правой асимметрии вылета частиц, сопровождающих рождение π^- - мезонов при кумулятивных числах 0,8-1,2, что может указывать на существование спиновых эффектов в исследуемых кумулятивных процессах.

Ввод в действие сверхпроводящего ускорителя нуклотрона с высокоинтенсивными пучками в широком диапазоне ядер и значительно улучшенными по сравнению с синхрофазотроном пространственно-временными характеристиками открывает широкие перспективы для изучения ядерных взаимодействий при релятивистских энергиях в асимптотическом режиме (деконфайнмент), сформулированном А.М.Балдиным в пространстве 4-скоростей условием $b_{ik} \gg 5 (E > 3,5 \text{ ГэВ})$, при котором осуществляется переход адронных взаимодействий на кварк-глюонный уровень (Baladin A.M. Nucl. Phys., 1985, A434, p. 695c.)

Ближайшей физической программой (1992-93 г.г.) является изучение рождения e^+e^- - пар в протон-ядерных и ядро-ядерных столкновениях в области энер-

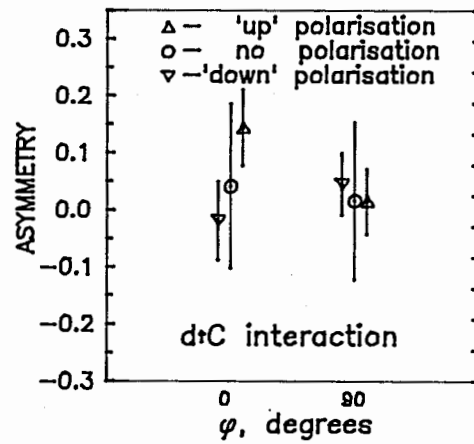


Рис. 4

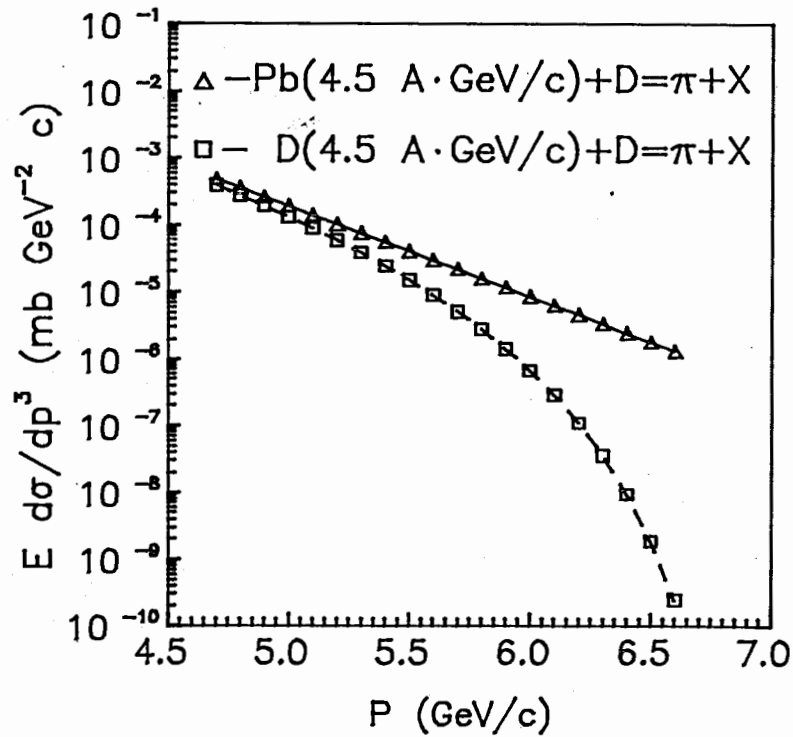


Рис. 5

гий до 10 ГэВ и 5 А ГэВ соответственно. Поскольку лептоны имеют высокую проникающую способность в ядерной материи, то такие эксперименты позволяют получить детальную информацию о первоначальной стадии процессов взаимодействия ядер.

Мы планируем также исследовать закономерности рождения частиц в реакциях, для которых существенны малые межнуклонные расстояния (высокоимпульсные компоненты, флуктоны), как в ядре мишени, так и в ядре-снаряде.

На рис. 5 показана зависимость сечения рождения π^- -мезонов от их импульсов под нулевым углом при фрагментации ускоренных дейтронов (реакция $D+D \rightarrow \pi^- + X$), когда существенны флуктоны в обоих ядрах. Там же показано нормированное на кумулятивную область сечения реакции $Pb+D \rightarrow \pi^- + X$, которая кинематически разрешена при наличии флуктона только во фрагментирующем ядре (Litvinenko A.G. In: Proceed. of the IV Inter. Conf. on Nucleus-Nucleus Coll., Kanazawa, June 10-14, Japan 1991).

Поскольку процессы кумулятивного рождения частиц являются крайне редкими, то для указанной программы исследований одним из существенных является то обстоятельство, что ввод в действие нуклотрона позволит увеличить статистическую обеспеченность экспериментов более чем в 50 раз.

Изучение пороговых эффектов и редких распадов мезонов. (Установки ПАМИР-2, WASA-PROMICE, тема 1-106-0994-92/96)

Руководитель темы: Б.А.Морозов

1. Общее

Работы по данному проекту направлены на продолжение исследований, ранее планируемых на установке ПАМИР, используя протонные и ядерные внешние пучки синхрофазотрона ОИЯИ и монохроматический внутренний охлажденный протонный пучок ускорителя CELSIUS.

В состав установки ПАМИР-2 входят:

- пучковые пропорциональные камеры;
- твердотельная активная и водородная мишень;
- триггерные сцинтилляционные счётчики;
- импульсный спектрометр на основе широкоапертурного магнита и больших пропорциональных камер;
- γ -детектор;
- система сбора и обработки данных.

Установка расположена в корпусе 1Б синхрофазотрона ОИЯИ на канале 41.

В 1989-91 гг. были изготовлены и установлены пучковые камеры, активная мишень и триггерные счётчики. Разработана и задействована система сбора и обработки данных. На пучках ядер углерода и кислорода проведён калибровочный сеанс.

Для измерения сечения инклюзивного образования λ и η -мезонов были выполнены работы по изготовлению водородной мишени, импульсного спектрометра и γ -детектора. К сожалению, в результате резкого снижения финансирования и нехватки необходимых ресурсов работы по этим пунктам выполнены на $\approx 40\%$.

В рамках темы был подготовлен проект по исследованию пороговых эффектов образования псевдоскалярных мезонов и их редких распадов (установка WASA-PROMICE). Проект утверждён, заключены необходимые протокольные соглашения по его осуществлению на ускорителе CELSIUS в Швеции, проведён сеанс по измерению фоновых условий.

В период работы по теме были выпущены три печатных труда: одна статья в журнале "Ядерная физика" и два препринта.

2. Реализация программ исследований.

2.1 Аномальная фрагментация

Выполнение программы по исследованию аномальной фрагментации **зависит полностью** от наличия пучкового времени на ускорителе в количестве 170 часов. Необходим пучок ядер магния с энергией 3.2 ГэВ·А при интенсивности 10^4 ядер/сброс.

2.2 Инклюзивное образование λ и η -мезонов.

Для выполнения программы по исследованию инклюзивного образования λ и η -мезонов необходимо создание импульсного спектрометра и γ -детектора. Завершить данную работу можно к середине 1993 года **при условии наличия финансирования в размере ≈ 700 т.руб.** Экспозиция на пучке потребует не менее трёх месяцев пучкового времени на ядрах углерода и кислорода с интенсивностью 10^6 ядер/сброс.

2.3 Перспективы.

Так как установка ПАМИР-2 по своей структуре является классическим широкоапертурным передним спектрометром с возможностью регистрации как заряженных, так и нейтральных частиц с высокой множественностью их образования, то перспектива использования её на внешних ядерных пучках синхрофазотрона и НУКЛОТРОНА не вызывает сомнений. Одной из актуальных задач является поиск и исследование экзотических состояний – **дибарионов**, а также **спектрометрия лёгких гиперядер**, ранее проводимых в ЛВЭ ОИЯИ фотонной методикой.

2.4 Редкие распады.

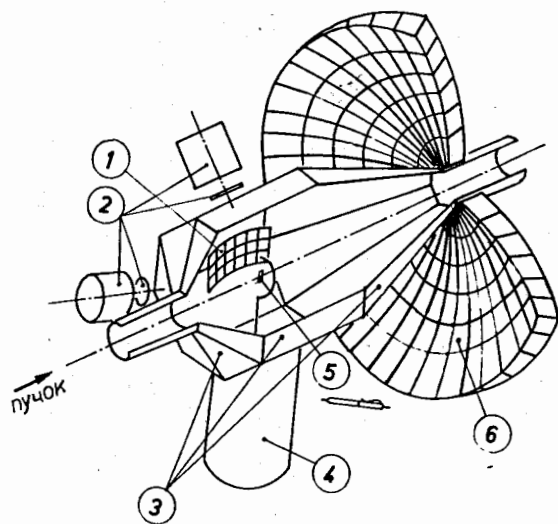
В установке WASA-PROMICE реализуется 4л геометрия. Она работает на внутреннем пучке ускорителя и использует корпускулярную тонкую мишень. Высокая достижимая светимость (10^{33} см $^{-2}$ сек $^{-1}$) позволяет исследовать редкие распады псевдоскалярных мезонов, идущих с относительной вероятностью 10^{-6} . В коллаборации по созданию установки участвуют 16 организаций из различных стран, в том числе ОИЯИ и три института из РОССИИ: ИТЭФ (Москва), ИЯФ (Новосибирск) и МИФИ (Москва). Конкретно наше предложение состояло в том, чтобы использовать в дополнение к 4л детектору **спектрометр мечения мезонов**, причём основной частью данного спектрометра является оптика самого ускорителя. Это позволяет более чем на два порядка снизить скорость приёма фоновых событий и существенно упростить логику быстрого триггера. Кроме этого нами было предложено создание трекового центрального детектора на базе тонкостенных майларовых трубок. Общая стоимость вклада ОИЯИ оценивается в **2.2 млн.рублей**. Вся установка должна войти в строй в 1995 году.

СПЕКТРОМЕТР ЯДЕР ОТДАЧИ НА ВНУТРЕННЕМ ПУЧКЕ НУКЛОТРОНА И СИНХРОФАЗОТРОНА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯДРО-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ.

Руководитель темы: Номоконов П. В.

ЛВЭ ОИЯИ, ЛСВЭ ОИЯИ, РИАН Санкт-Петербург, ИЭФ Варшавского Университета, ИЯП Варшава, ВХТИ София, ИЯИЯЕ София, ИЯФ Ташкент.

Установка Спектрометр ядер отдачи на внутреннем пучке нуклотрона (Рис.1) предназначена для изучения ядро-ядерных взаимодействий в широком диапазоне энергий (от энергии инъекции до 6 ГэВ/нуклон). В установке используется тонкая внутренняя мишень, которую многократно пересекает циркулирующий пучок. Область решаемых задач: изучение мультифрагментации ядер, корреляций вторичных частиц с целью определения размеров источников их испускания, определение основных характеристик высоковозбуждённой ядерной материи и изучение ненуклонных степеней свободы в изучаемых реакциях.



- 1 - сборка из полупроводниковых детекторов и фосвичей
- 2 - телескопы из пластика и NaJ(Tl)- кристаллов
- 3 - стенки бокса (фольга 100 мкм)
- 4 - бокс управления мишенью
- 5 - мишень
- 6 - пластиковый детектор множественности

Рис.1

Малые размеры камеры нуклотрона позволяют создать компактную установку с большим телесным углом для изучения корреляций фрагментов промежуточных масс между собой и с быстрыми однозарядными частицами. Конкурентоспособность установки

обуславливается возможностью изучать реакции в широком диапазоне энергий пучка (от десятков МэВ до 6 ГэВ/нуклон) одновременно.

Основными прецизионными детекторами для регистрации ядерных фрагментов являются кремниевые детекторы с толщинами от 10 мкм до 4000 мкм. Многоканальная электроника к ним разработана участниками коллаборации и в настоящее время изготавливается. Будут также применяться фосвичи суммарной толщиной около 200 мкм. Выше-перечисленные детекторы располагаются на расстоянии около 20 см от мишени в боксе, представляющем собой расширение камеры ускорителя.

Изготавливается также детектор множественности, который предназначается для определения степени центральности соударения ядер. Он представляет собой массив из 300 сцинтилляционных счетчиков, располагающихся на расстоянии около 1 метра от мишени и покрывающий конус передних углов 10-40 градусов.

Спектрометр располагает также большим массивом кристаллов NaI(Tl) и толстых сцинтилляторов, позволяющим регистрировать через тонкие окна бокса, окружающего мишень, протоны с энергией до 300 МэВ

Первоочередной задачей на нуклотроне планируется изучение выхода фрагментов промежуточных масс при взаимодействии ядер с тяжелыми ядрами в зависимости от энергии пучка с одновременным измерением множественности быстрых частиц. Мы планируем проверить наличие минимума параметра τ в зависимости от энергии пучка ($\sigma \propto Z^{-\tau}$), указание на который мы получили при инклюзивных измерениях на синхрофазотроне при взаимодействии ядер гелия с золотой мишенью.

В настоящее время закончено проектирование установки и начато изготовление отдельных узлов. Коллаборация обладает большим опытом проведения экспериментов на внутренних мишенях. В качестве характерных работ проведённых коллаборацией за последнее время можно привести работы по изучению фрагментации ядер (ЯФ 48 (1988) 1736), по поиску узких дибарионных состояний (ЯФ 54 (1991) 111), по изучению анализирующей способности реакций с образованием кумулятивных протонов при взаимодействии поляризованных дейтронов с ядрами (ЯФ 54 (1991) 133).

Программа исследований на установке ДИСК в 1992-1994гг.

Руководители темы: ~

Ю.А.Панебратцев
С.С.Шиманский

Установка ДИСК является многоплечевым спектрометром, позволяющим вести исследования в глубококумулятивной области, что принципиально отличает ее от других установок. Большой набор мишеней (в том числе, криогенная) и пучков позволили провести на установке уникальные исследования в области межнуклонных расстояний $r < 0.5 \text{ fm}$, где по теоретическим представлениям нуклоны теряют свою индивидуальность и должны проявляться кварковые степени свободы.

На установке ДИСК был обнаружен целый ряд новых физических явлений: кумулятивный ядерный эффект, A -зависимость процессов с большим p_t , закономерности кумулятивного рождения π^\pm, k^\pm мезонов. Перечисленные эффекты и данные по инклюзивным спектрам в реакции $pD \rightarrow pX$ стимулировали развитие моделей, учитывающих кварковую структуру ядер и позволили ввести новый объект адронной физики – кварк-партонную структурную функцию ядра.

Программа дальнейших исследований на установке ДИСК предполагает использование поляризованной мишени, в настоящее время разрабатываемой группой Неганова Б.С., и пучков НУКЛОТРОНА с существенно лучшими характеристиками, чем на СИНХРОФА-ЗОТРОНЕ.

Программа исследований.

1. Детальное исследование энергетической и угловой зависимости спектров протонов в реакции $pD \rightarrow pX$ вплоть до кинематической границы.

2. Исследование анализирующих способностей (векторной и тензорной) в реакциях $p\bar{D} \rightarrow hX, \bar{D}\bar{D} \rightarrow hX$.
3. Измерение сечений рождения странных частиц при взаимодействии протонов с легчайшими ядрами и в ядро-ядерных взаимодействиях.
4. Исследование двухчастичных динамических корреляций кумулятивных частиц.
5. Исследование с помощью безмагнитных адронных спектрометров различных спектров (n, p, π, γ) для создания базы данных по ядерным взаимодействиям.

В настоящее время на установке ДИСК проводятся:

- модернизация детекторной части установки и криогенной мишени;
- методические исследования;
- совершенствование и модернизация комплекса сбора и обработки информации;
- продолжается обработка накопленных данных.

Уникальные возможности установки ДИСК в сочетании с возможностями НУКЛОТРОНА, наличие поляризованных пучков и мишеней позволяют планировать на установке проведение экспериментов результаты, которых могут дать новую и принципиально важную информацию о ядерных системах в глубококумулятивной области, импульсных и спиновых распределениях их конститuentов. Будут продолжены детальные исследования на легчайших ядрах (дейтерий, гелий, литий) основных механизмов адрон-ядерного и ядро-ядерного взаимодействий, необходимых для создания теории ядерных систем в области, где существенны немассовые и релятивистские эффекты.

План физических исследований коллаборации "Альфа"
на 1992-1993 гг.

Руководители темы: Н.М.Пискунов, И.М.Ситник

В обозначенный период предполагается развитие исследований по изучению структуры дейтрона, ориентируясь, в основном, на пучки поляризованных и неполяризованных дейтронов синхротрона ЛВЭ или нуклотрона. В план включены следующие исследования.

1. Завершение измерений коэффициента передачи поляризации от дейтрона к протону в реакции $A(\vec{d}, \vec{p})$.

В феврале-марте этого года такие измерения были проведены в интервале относительных импульсов нуклонов в дейтроне 0-0.5 ГэВ/с. В качестве мишени поляриметра для вторичного пучка протонов использовалась "живая" СН-мишень. Интервал углов рассеяния, использовавшихся для определения асимметрии при разных значениях поляризации первичного пучка, составил $0.05 < -t < 0.6$ ГэВ/с. При минимальных значениях $-t$, где основной вклад в рассеяние вносит углеродная составляющая мишени, анализирующая способность реакции оказалась близкой к максимуму $A \approx 0.15$. Последние данные Сакле по изучению анализирующей способности углерода показывают, что при увеличении энергии протонов величина максимума анализирующей способности падает, но выход на значения, близкие к максимуму, достигается при все меньших значениях $-t$. Анализ ситуации показывает, что изменив отсечку угла рассеяния с $-t=0.05$ на $-t=0.035$ ГэВ/с, мы увеличим скорость накопления статистики примерно в два раза, практически ничего не потеряв в анализирующей способности реакции. С учетом изменения отсечки, время, необходимое для измерения коэффициента передачи поляризации при $K=0.6$ ГэВ/с с ошибкой не больше 0.15 составит менее 2 суток (при интенсивности $6 \cdot 10^8$), а при $K=0.7$ около 4 суток. С учетом необходимости юстировки аппаратуры, а также проведения калибровочных измерений при $K=0$ и измерений в некоторых промежуточных точках, общее необходимое ускорительное время - 15 суток при интенсивности $6 \cdot 10^8$.

Установка находится в состоянии трехдневной готовности к таким измерениям.

2. Измерение T_{20} в реакции упругого dp рассеяния назад.

Эти измерения планируется провести в рамках соглашения с физиками из Франции (затянуто) и США (СЕВЛГ), в соответствии с которым такие измерения проводятся в Сакле при низких энергиях с участием коллаборации "Альфа" в мае этого года (до $K=0.4$ ГэВ/с), а при высоких энергиях (до $K=0.75$ ГэВ/с) в Дубне в 1992-1993 гг.

В рамках подготовки к этим измерениям в февраль-мартовском сеансе этого года нами была проведена экспериментальная проверка расчетов светимости и фоновых условий для этого эксперимента при $K=0.75$ ГэВ/с ($p_d=5.5$ ГэВ/с), которая подтвердила правильность расчетов, и, стало быть, реальную возможность пройти указанный диапазон по K .

Модернизация установки, необходимая для проведения этих измерений, не очень значительна. Американская сторона намерена внести аппаратный вклад в модернизацию установки.

Необходимое ускорительное время - около 20 суток на тензорно-поляризованном пучке дейтронов с интенсивностью $6 \cdot 10^8$.

3. Поиск $\Delta\Delta^-$, NN^* , N^*N^* - конфигураций в дейтроне.

Проведены монтекарловские расчеты и первые экспериментальные прикидки для наблюдения в двухплечевой геометрии Δ^- или N^* - наблюдателя, распадающегося по каналу (π^-, p) . Для оценки необходимого ускорительного времени требуется дальнейшие экспериментальные прикидки. Целесообразность и возможность таких исследований на поляризованном пучке будет ясна после проведения измерений на неполяризованном пучке.

**Экспериментальная установка
"Сцинтилляционный магнитный спектрометр МГУ"
("СМС МГУ")**

Эксперимент "Лидирующие частицы" имеет целью проследить эволюцию неравновесных адронных состояний в субядерных масштабах, где процессы формирования и поглощения адронов несут непосредственный отпечаток динамики адронизации кварков. Измеряются дифференциальные выходы $(d^2\sigma/d\Omega dP)/\sigma$ лидирующих адронов из полужестких реакций $hA-Lh_n+X$.

Экспериментальная установка СМС МГУ расположена на канале 4В медленного вывода синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ и включает следующие функциональные элементы (рис. 1):

-сцинтилляционную годоскопическую систему с координатным разрешением 1 мм, которая фиксирует траектории первичной (секции F, B) и вторичной лидирующей частицы (секции T, S, P);

-комплекс сцинтилляционных и черенковских детекторов для мониторингования пучка (L, M) и формирования его "профиля" на мишени (Q) посредством антисовпадений (Φ, Γ_1, Γ_2);

-триггерный комплекс, сочетающий черенковские детекторы ($D_{1,2}$) и детекторы типа сэндвича сцинтиллятор-свинец-сцинтиллятор (E_{xy}) и предназначенный для кинематического анализа взаимодействий в мишени;

-широкоапертурный газовый черенковский счетчик (C) для идентификации лидирующей частицы;

-модуль пропорциональных камер (P_{xyuv});

-сцинтилляционный γ -детектор полного поглощения (G).
Все компоненты установки, кроме камерного модуля и детектора фотонов, находящихся в стадии изготовления и испытаний, готовы к эксплуатации.

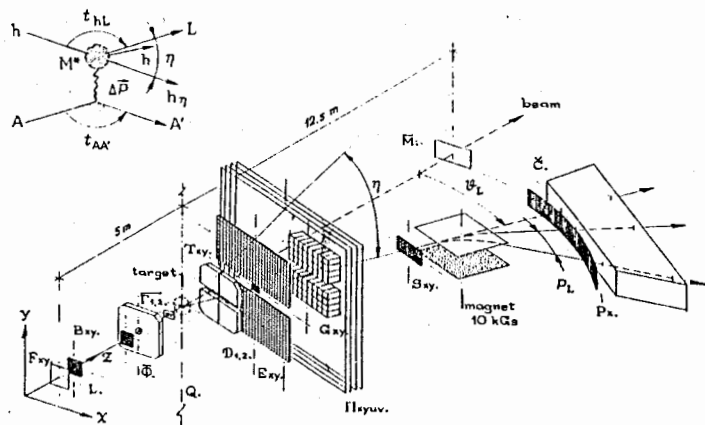


Рис. 1

Данные, полученные в 1986-92 гг. позволяют заключить, что некогерентная фрагментация адронов на ядрах осуществляется через связанное барионное состояние, и что перестройка кварковой структуры адронов не вызывает заметных возмущений на уровне свойств реальных частиц. Исследовались эффекты каналирования быстрых заряженных частиц в кристаллах. С помощью изогнутого монокристалла кремния протоны с импульсом 9 ГэВ/с, а также релятивистские ядра C, O, Mg, захваченные в процесс плоскостного каналирования отклонены на угол 65 мрад. Начата программа измерений анализирующей способности рС-рассеяния при энергиях, больших 1 ГэВ. Сформирован пучок стриппинговых поляризованных протонов, получено указание на эффект в неупругом канале взаимодействия.

В 1992-1994 на описанной установке планируются следующие эксперименты:

1. В рамках программы "Лидирующие частицы" предполагается, с помощью С-счетчика, исследовать ослабление в ядре-мишени пучка лидирующих пионов ($pA-lp_{rn}+X$), осуществить, с использованием камерного модуля, исследование эксклюзивного двухчастичного канала ($pA-lp_{rn}$), а также реакции прямого рождения ($lA-pl$). Это позволит вынести суждение о роли связанных промежуточных состояний в процессах множественного рождения, исследовать природу этих состояний и механизмы фрагментации пионов на ядрах. Первое исследование осуществимо за 500 часов экспозиции на пучке протонов синхрофазотрона, два других осуществимы только на пучке нуклотрона за 500 и 1000 часов соответственно.

2. При условии реализации на нуклотроне ожидающихся параметров пучка открывается возможность экспериментально обнаружить и исследовать явление когерентного кулоновского возбуждения релятивистских ядер, проходящих через ориентированный монокристалл по высвечиванию фотонов, регистрируемых γ -детектором. Оценка времени составляет 750-1000 часов экспозиции на пучке нуклотрона.

3. В рамках подготовки международных экспериментов "НЕПТУН" и "СПИН-ТЕНЗОР", предполагается осуществить измерения анализирующей способности рС-рассеяния (в том числе с разделением по каналам взаимодействия) в области энергий до 4 ГэВ, недоступной для других ускорителей. Реализация программы имеет большое значение для ряда поляризационных экспериментов на УНК, SSC, CEBUФ и других ускорителях. Время экспозиции составляет 300-350 часов на пучке поляризованных дейтронов синхрофазотрона.

Таким образом, установка СМС МГУ готова к продолжению экспериментов и требуется только время на ускорителе для их успешного осуществления.

Для обсуждения программы можно обратиться к руководителям темы Л.И.Сарычевой и Л.И.Бельзеру.

ТРАНСМИССИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ $\Delta\sigma_{T,L}$ РАЗНИЦЫ ПОЛНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРИ 1-4,5 ГЭВ/Н НА ПУЧКЕ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ДЕЙТРОНОВ СИНХРОФАЗОТРОНА И НУКЛОТРОНА

Дубна-Сакле-Женева-Виллиген-Фрайбург-Прага - коллаборация¹

В рамках первоприоритетной общеприоритетной темы 0-145-0941-91/95(п. б и з, рук. Струнов Л.Н., Неганов Б.С.) готовится проведение $\Delta\sigma_{T,L}(\vec{n}, \vec{p})$ - эксперимента на пучке \vec{n} ЛВЭ с помощью установки^{2,3} "АЛЬФА-ПОЛИС" и поляризованной мишени - усилиями сотрудников ряда институтов¹, имеющих успешный опыт поляризационных исследований²⁻⁶.

Фундаментально важно то, что измерения $\Delta\sigma_{T,L}(\vec{n}, \vec{p}) = \sigma(\uparrow\uparrow) - \sigma(\uparrow\downarrow)$ и $\Delta\sigma_L = \sigma(\rightleftharpoons) - \sigma(\leftarrow\rightarrow)$ позволят продвинуть до 4,5 ГэВ восстановление NN амплитуд, необходимое для проблемы ядра малонуклонных систем-задачи, наиболее актуальной для современной ядерной физики, потребовавшей КХД-подхода и новых данных²⁻⁴ (по теме 0941 на пучке \vec{d} ЛВЭ). Для этого в АНЛ и Сакле получены $\vec{p}\vec{p}$ данные; при этом в районе $W_p = 2,1$ ГэВ обнаружена структура, указывающая на новый объект исследования - высоковозбуждённое дибарионное (м.б. $6q$) состояние ($I=1$, $M=2740$, $G \sim 40$ МэВ); подобная структура должна бы проявиться и в $\vec{p}\vec{n}$ -рассеянии. Но энергии нейтронов от $\vec{d} \rightarrow \vec{n}$ стриппинга на САТУРН II для этих целей не хватает ($W_{\vec{n}}^{\max} \sim 1,1$ ГэВ).

В настоящее время синхрофазотрон ОИЯИ является единственным в мире ускорителем, где возможно проведение таких $\Delta\sigma_{T,L}(\vec{n}, \vec{p})$ экспериментов.

В 1991-1992 гг. в основном выполнены монтажные работы на канале ВП1 н. 205 и проведены опыты⁷ (на пучке \vec{d} , 9 ГэВ/с) по созданию интенсивного (10^6 \vec{n} /цикл) пучка \vec{n} с хорошо определённой ориентацией поперечной или продольной поляризации (T^\pm , или L^\pm), реверсируемой от цикла к циклу, и малым размытием по энергии. Разработана структурная схема on-line системы, с использованием новых средств микропроцессорной техники, и её инфраструктура.

Трансмиссионным методом (рис) будет измерена энергозависимость $\Delta\sigma_{T,L}(\vec{n}, \vec{p}) = \langle 1 / (P_B \cdot P_T \cdot X_p) \cdot \ln(S^+ M^- / M^+ S^-) \rangle$, где P_B и P_T - поляризации пучка и мишени, X_p - толщина PPT мишени, а S^+ / M^+ , S^- / M^- - приведённые счета трансмиссионного детектора (TD) для параллельного и антипараллельного направлений спинов \vec{n} и \vec{p} . Для характерных значений $P_B=0,4$; $P_T=0,8$ и интенсивности 10^9 \vec{d} /цикл достигается точность 0,1 мбн за 50 часов измерений при 4,5 ГэВ/с.

На первом этапе (1992-1994 гг.) планируется использовать PPT ANL-Saclay (140 см³); основные затраты связаны с созданием пучка \vec{n} и инфраструктуры PPT, адаптацией и установкой этой мишени на канале \vec{n} .

Большая (500 см³) PPT, создаваемая группой Неганова, Киселёва и др., и повышенная на порядок интенсивность \vec{d} от источника ПОЛЯРИС (гр. Пилипенко-Фимушкина и др.) будут использованы на 2-ом этапе трансмиссионного $\Delta\sigma_{T,L}$ эксперимента на пучках \vec{n} , \vec{d} , \vec{p} .

Интересные результаты, касающиеся высоковозбуждённых состояний малонуклонных систем, могут быть получены на той же установке с поляризованной мишенью на высокоинтенсивном первичном пучке \vec{d} при исследовании энергозависимостей $\Delta\sigma_T(\vec{d}, \vec{p})$ и $\Delta\sigma_T(\vec{d}, \vec{d})$. В таких измерениях при использовании детекторов интегрального типа⁸ (ионизационные камеры) скорость набора статистики можно увеличить более чем на 3 порядка; и в дополнении к предложенному ранее³, можно искать высокочувствительным поляризационным методом*) скачки в энергозависимости $\Delta\sigma_T(W)$ при $p_d \approx 4$ ГэВ/с - сигналы d^* фазовых переходов dd -системы в ненуклонные, м.б. коллективные, состояния (" Δ -суп", 4Δ - кристалл Дьяконова, $12q$ - кварк-глюонные мешки Матвеева, Де Сварта, Джаффе и др.) при разрешении $\Delta M_{\vec{d}\vec{d}} \sim 1$ МэВ по массе $M_{\vec{d}\vec{d}}^* (\geq 5$ ГэВ).

Поляризованная мишень на уникальных поляризованных пучках, опыт трансмиссионных измерений $\Delta\sigma_{T,L}$ и их развитие при широком сотрудничестве будут поддерживать высокую конкурентоспособность поляризационных исследований***) в ЛВЭ. Это позволит, например, перейти к $\Delta\sigma_{T,L}$ измерениям (на смежной установке "АНОМАЛОН" - в коллаборации с гр. Голутвина-Зарубина по п. "ж" темы 0941) дифференциальных $\vec{d}\vec{p}$ -сечений упругого и глубокого неупругого рассеяния. Их высокая значимость (возможности выявления контактного взаимодействия и духа $U(1)$ проблемы, глубинной для КХД, кварк-глюонных корреляций; глюнометрия кора выстроенного дейтрона ...) понятия совсем недавно⁹ в связи с анализом "спинового кризиса". Будет полезно на этом этапе повышение энергии и растяжки пучка \vec{d} , планируемое на создаваемом нуклотроне. Но важно следовать недавно поддержанной НТС ОИЯИ и Союзом пользователей ускорителем стратегии "плавного перехода" к будущему - от только что освоенного пучка \vec{d} , на котором развёрнуты рядом коллабораций первоприоритетные, конкурентоспособные на мировом уровне исследования. К этому пучку устремлены и западные физики из ряда центров.

*) И** в АНЛ наблюдались⁵ P- нечётные эффекты при $3 \cdot 10^8$ \vec{p} /ц: $\Delta\sigma_L / \sigma \sim 10^{-6}$

**) Их возможности сравнимы (по критериям компетентных экспертов) с возникающими, обычно, в новом ускорительном центре.

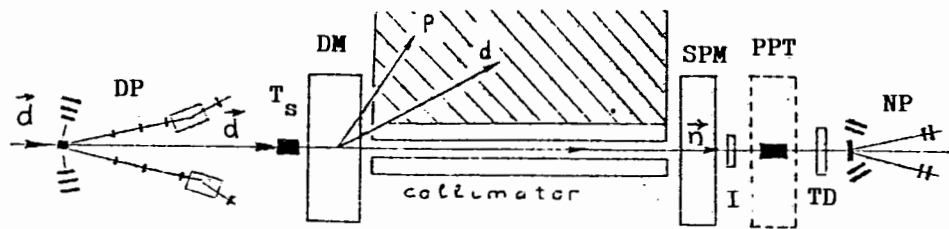


СХЕМА СОВМЕСТНОГО ДУБНА-САКЛЕ... $\Delta\sigma_{T,L}^{(np)}$ ЭКСПЕРИМЕНТА В ЛВЭ ОИЯИ

DP - двухплечевой d поляриметр " α "; PPT - поляризованная р мишень;
 T_s - мишень-стриппингатор; I - монитор интенсивности; DM - отклоняющий
 дипольный магнит; TD - трансмиссионный детектор; SPS - спин-прецес-
 сорный магнит; NP - нейтронный поляриметр.

1. LNS, DPhPE, DPh/ME - CEN-Saclay, France; PPL, LHE, LNP - JINR, Dubna; DPNS Univ. of Geneva, PSI Villigen - Switzerland; Politech. Institute Prague - ChSFR; Univ. of Freiburg - FRG.
2. J. Ball et al. JINR E2-9225, Dubna, 1992. Сборн. труд. межд. совещ. "Дейтрон-91" - Докл. В. И. Шарова о подготовке $\Delta\sigma_{T,L}^{np}$ экспериментов при 1-4,5 ГэВ/н на пучке d синхрофазотрона и нуклотрона.
3. Борзунов Ю. Т. и др. ОИЯИ P1, 2-89-631, Дубна, 1989. Предложения по программе ЛВЭ в 1991-95 гг. Сб. аннотац. проектов с. 83.
4. Ableev V. G. et al. NIM A306, p. 73, 1991; JINR Rapid Comm. 4[43]-90, p. 5; p. 10, 1bid L. Penchev et al.
5. F. Lehar. Invited Talks on the Paris and Bonn Conf. (1990); Nucl. Phys. A508, p. 267, 1990; J. Fontaine et al. Nucl. Phys. B358, p. 297, 1991. - $\Delta\sigma_T^{np}$ and $\Delta\sigma_L^{np}$ between 0.31 and 1.1 GeV.
6. J. Ball et al. Preprint CEN-Saclay DPhPE84-15, 1984.
7. Информ. Бюлл. ОИЯИ за IV кв. 1991 г.
8. Lockyer N. et al., Phys. Rev. Lett. 1980, v. 45, p. 1821.
9. См., например, Ефремов А. В., Кароткян В. И., ЯФ. т. 54, с. 1532, 1991; Dorokhov A. E., Kochelev N. I., Prepr. JINR E2-91-95, Dubna, 1991; R. L. Jaffe, A. Manohar., Phys. Lett. B223, N2, p. 218, 1989.

Для обеспечения программы поляризационных экспериментов на поляризованных пучках ЛВЭ ОИЯИ (общей институтская тема 0-145-0941-91/95) в секторе сверхнизких температур ЛСВЭ разрабатывается конструкция большой поляризованной мишени замороженного типа с рабочим объемом порядка 0.5 л. ($\Phi 50 \times 300$) мм³. и поляризацией водорода не менее $\pm 90\%$. Комплекс оборудования мишени (рис. 1) состоит из мощного рефрижератора растворения, систем обеспечения циркуляции He³ и охлаждения криостата He⁴, сверхпроводящей магнитной системы и аппаратуры для накачки и измерения поляризации.

Проектируемый рефрижератор растворения мощностью около 0.4 Вт. при температуре 0.5 К должен обеспечивать непрерывную многосуточную работу мишени и обладать высокой эффективностью использования энтальпии циркулирующего He³. Система циркуляции He³ включает в себя герметичную насосную группу, которая обеспечит скорость циркуляции He³ до 0.1 моль/с при давлении на входе порядка 0.7 торр в режиме накачки поляризации и около 0.01 моль/с в замороженном режиме. Для этого потребуется трехступенчатая система откачки с общей производительностью 9200 м³/час. Внешний контур циркуляции He³ должен быть снабжен двухступенчатой системой очистки газа от паров масла и углеводородов. Отличительной особенностью конструкции является размещение He⁴-предохлаждателей (для конденсации и доохлаждения He³) в тракте откачки He³. Такая конструкция позволяет наиболее полно использовать энтальпию откачиваемого газа He³ для снижения расхода He⁴ на предохлаждение He³ и практически избежать негативного влияния небольших течей внутренних трактов He⁴ на работоспособность рефрижератора.

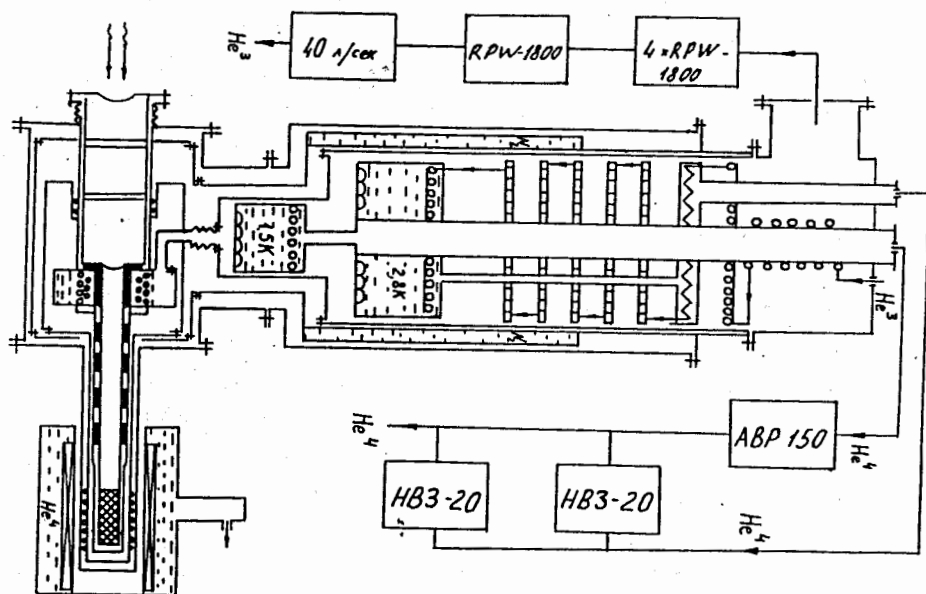
Магнитная система мишени будет состоять из основного сверхпроводящего соленоида (СПС) с полем до 4Т. и вспомогательного диполя для поворота вектора поляризации мишени в вертикальной плоскости, позволяющего производить измерения как при продольной так и поперечной поляризации мишени (измерение $\Delta\sigma_L$ и $\Delta\sigma_T = \sigma_{\uparrow\uparrow} - \sigma_{\downarrow\downarrow}$).

Криостат для сверхпроводящего магнита конструктивно будет отделен от рефрижератора растворения. Это позволяет после

поляризации ядер мишени сдвигать полярирующий магнит к рефрижератору, что бы широко раскрыть угловую апертуру для частиц, рассеянных на мишени. Удерживающее поле формируется СПС-диполем, который позволит поворачивать поляризацию мишени на 90° в вертикальной плоскости.

Для измерения поляризации мишени предполагается использовать готовые блоки аппаратуры, которые в настоящее время функционируют в секторе сверхнизких температур ЛСВЭ в составе установки для экспериментов по динамической поляризации ядер. Вещество мишени – бутанол D10.

На начальном этапе (1992–1994гг.) трансмиссионных ΔG_{TL}^{HP} измерений планируется использовать ANL-SACLAY замороженную мишень в протонном варианте (PPT). В коллаборации ОИЯИ – Сакле ее предстоит адаптировать к условиям на пучке \vec{n} в к. 205 ЛВЭ, обеспечить необходимой инфраструктурой, которая затем будет использоваться и для большой мишени ОИЯИ.



ИЗМЕРЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТЕНЗОРНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДЕЙТРОНОВ ОТ РАЗВАЛА ПОД α РЕЛЯТИВИСТСКИХ АЛЬФА-ЧАСТИЦ

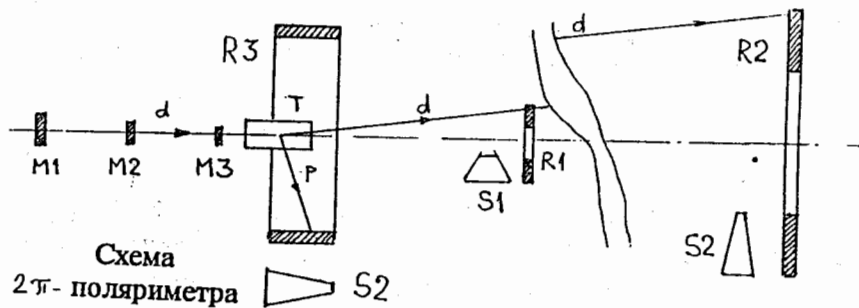
Актуальные и конкурентноспособные измерения предлагается провести на канале медленного вывода в корпусе 205 ЛВЭ с помощью установок "КОНУС"/1/ и "АЛЬФА"/2/ сотрудничеством групп Машко В.И. (Адьяевич Б.П., Антоненко В.Г., Полунин Ю.П. и др.) – Российский научный центр "Курчатовский институт" и Струнова Л.И. (Шаров В.И., Запорожец С.А., Номофилов А.А. и др.) – ОИЯИ. Они планировались^{/2/} в ЛВЭ для развития поляризационных исследований малонуклонных систем (при подготовке т. 0–145–0941–01/95). Цель измерений: поиск и определение D-состояния в сердцевине альфа-частиц, которое предсказывается для больших внутренних импульсов дейтронов $k_d \sim (300 \div 500) \text{ МэВ/с}$ и обуславливает ожидаемый яркий эффект тензорной поляризации стриппинговых дейтронов ($t_{20}^{max} \sim 0,6$) в соответствующей области $P_d > P_\alpha / 2$, вполне доступной на пучках ЛВЭ.

Для определения $t_{20}(k)$ дейтроны-фрагменты после $\alpha \rightarrow d$ стриппинга заводятся на анализатор их поляризации (Рис. 2) – поляриметр-модифицированная установка "КОНУС". Нуклотрон и длинный тракт (МВ1, ВП1, ЗВ) медленного вывода пучка от него, с мишенью-стриппингатором в фокусе 1-го объектива МВ1, дают уникальные возможности для предлагаемых измерений: разделение пучка \vec{d} от первичного пучка α и, при малом ϕ_{α} , формирование его в соответствующем интервале импульсов P_d и ΔP_d на мишени поляриметра; измерение времени пролета на этой трассе надежно выделит \vec{d} от сопровождения других фрагментов (трионов); только в ЛВЭ есть соответствующий поляризованный пучок \vec{d} достаточно высокой энергии, необходимый для важнейших процедур такого опыта – калибровочных измерений.

В соответствии с известными данными, анализирующей реакцией выбирается αp -рассеяние в дифракционном конусе при $|t| \geq 0,1 \text{ ГэВ}^2/c^2$, где анализирующие силы высокие ($\varepsilon_{2i} \sim 0,3 \div 1$ при нужных $P_d \sim 3 \div 4 \text{ ГэВ/с}$). Отбор событий с установки "КОНУС" для t_{20} -поляриметрии и калибровки ведется по кинематике упругого αp -рассеяния. Необходимость использования дополнительного оборудования (координатных детекторов) для ужесточения отбора упругих событий, и соответствующего повышения анализирующей

шей способности поляриметра, будет проверена в тестовом измерении на пучке $\vec{\alpha}$ при импульсах 3 и 4 ГэВ/с, в рабочем диапазоне t_{20} -эксперимента. Тензорные компоненты t_{2i} , обуславливающие характерную азимутальную зависимость $d\sigma_p$ -рассеяния, определяются фитированием данных с использованием результатов калибровки анализирующих сил поляриметра "КОНУС". Калибровка поляриметра "КОНУС" с 2π -азимутальным захватом выполняется на первичном пучке $\vec{\alpha}$, поляризация которого быстро и точно определяется поляриметром "АЛЬФА". Затраты времени измерений на пучке для обнаружения t_{20} -эффекта ожидаются небольшими, порядка 100 часов, т.к. скорости счета, обусловленной интенсивностью α -пучка, аксептансом канала МВ1 и эффективностью 2π -поляриметра, достаточно. При интенсивности $\sim 10^{10}$ α /ц и плотности H_2 мишени в $\Phi 3$ 8,4 $\cdot 10^{23}$ р/см² в фокусе $\Phi 5$ ВПШ будет $5 \cdot 10^5$ $\vec{\alpha}$ /ц со значением импульса дейтрона в системе покоя α $P_d^* \sim 340$ МэВ/с, где предсказывается максимум их тензорной поляризации. Эффективность 2π -поляриметра не менее 0.01, т.е. скорость счета $5 \cdot 10^3$ /ц событий $d\sigma_p$ -рассеяния на мишени поляриметра. Планируемые опыты стали особенно актуальны ввиду известного "спинового кризиса" и связанных с ним глубинных проблем КХД.

1. Адыяевич Б.П. и др. ОИЯИ Р1,2-89-631, с.124, Дубна, 1989.
2. Борзунов Ю.Т. и др. там же, с.83.



M1,3 - монитор пучка дейтронов $\alpha \rightarrow d$ стриппинга; T - протонная мишень-анализатор; R1,3 - секционированные кольцевые детекторы; S1,2 - их сцинтилляционные модули.

ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОЕКТУ "ЭНЕРГИЯ" НА УСТАНОВКЕ СВИНЦОВЫЙ БЛОК

Руководители темы:
К.Д.Толстов, Д.Чултем

I. За прошедшие годы на установке "Свинцовый блок" по моделированию условий осуществления электроядерного способа получения атомной энергии выполнено нижеследующее:

1. Разработана и внедрена методика регистрации нейтронов, возникающих под действием ускоренных ядер в протяженных мишенях и числа делений с помощью камер деления КНТ-8 и реакций n, γ в урановых и твердотельных детекторах разработана методика мониторинга пучков любых ядер с помощью сочетания вращающегося фотоэмульсионного слоя и КНТ-8. Эти методы описаны в Сообщениях ОИЯИ, Кратких сообщениях ОИЯИ и Nucl.Inst.and Meth.

2. Совместно с ХФТИ проведены опыты по методике пункта I в исследовании взаимодействия: протонов, дейтронов, ядер: $^4\text{He}, ^7\text{Li}, ^{12}\text{C}$ с энергиями 1,5; 3,7 ГэВ на нуклон с ядрами свинца в мишени размером 50x50x30 см. Определено число реакций деления в урановых детекторах и реакций n, γ во всем объеме свинцовой мишени. Определено число нейтронов, вылетающих из мишени и замедляющихся в водяной ванне, установленной на мишени.

Показано преимущество использования легких ядер, по сравнению с протонами, обуславливаемой снижением затрат энергии на генерацию нейтронов. Результаты опубликованы в Сообщениях и Кратких сообщениях ОИЯИ, препринтах ХФТИ и журнале Атомная Энергия (66, 215, 1989, 67, 291, 1989, 68, 449, 1990, 71, 563, 1992).

3. Проведены конструкторские и подготовительные работы по замене свинцовой мишени на мишень из естественного урана с размерами близкими к размерам свинцовой мишени.

II. В соответствии с изложенным в разделе I для новых опытов установку следует считать в основном готовой, однако, необходимы усовершенствования с целью повышения эффективности регистрации и сокращения времени, необходимого на пучках частиц. Эти усовершенствования требуют: улучшения электронных трактов регистрации, применения персональных ЭВМ в режиме "на-линии". Введение в строй собственного гамма-спектрометра.

Более подробно это изложено в проекте "Энергия", где также оценены необходимые ресурсы.

В планируемых опытах на период 2-х лет вначале на мишени из естественного урана, а затем в различных композициях из урана и других ядер (Pb , Bi , Pb и др.) будут проведены исследования физических аспектов оптимизации условий осуществления электроядерного способа получения атомной энергии.

В результате будут получены данные по затрате энергии на генерацию одного нейтрона в блоках неограниченного размера и различного ядерного состава, коэффициент увеличения в блоках энергии по сравнению с поступающей с пучком частиц. Достижения длительной работы без замены горючего или добавления урана, обедненного изотопом ^{235}U , а также элементов типа Bi и Pb . Эти данные будут получены в зависимости от массы ускоренных легких ядер и их энергии в диапазоне 1-3,65 ГэВ на нуклон на синхротроне, а также в диапазоне энергии нуклотрона. На основании этого планируется получение следующей информации.

1. Энергия и масса легких ядер, оптимальные для эффективности цепной реакции и более перспективные для создания ускорителя.

2. Состав композиционного горючего электроядерного реактора для наибольшего энерговыделения. Температуры, удобные для теплосъема в том числе при циркуляции горючего реактора в теплообменнике. Композиционный состав предполагается исследовать в гомогенном и гетерогенном вариантах.

3. Достижения длительной работы реактора при минимальном начальном обогащении горючего изотопом ^{235}U и снижении активности продуктов цепной реакции. Конкретными параметрами, которые будут выданы, являются следующие:

1. Атомный состав горючего, перспективный для осуществления метода.
2. Коэффициент увеличения (в блоке горючего неограниченного размера) энергии, вносимой пучком ядер данной массы и энергии.
3. Длительность работы без замены горючего.

В работах по проекту "ЭНЕРГИЯ" участвуют специалисты из стран: Беларусь, Болгария, Германия, Монголия, Россия, Украина и ЧСФР.

Руководитель темы: Ю.А.Троян.

В 1983 году нами были опубликованы предварительные результаты исследований узких резонансных особенностей в системах $p\bar{p}$, $p\bar{p}^+$, ширины которых почти полностью определялись экспериментальным разрешением установки (1 метровая водородная камера ЛВЭ, облученная монохроматическими нейтронами из синхротрона ЛВЭ с энергиями от 0,6 до 5 ГэВ) [1.Бешлиу К. и др., ОИЯИ, Д1-83-815, Дубна, 1983 г.]. В дальнейшем усилия многих экспериментаторов мира были сосредоточены, в основном, на поисках узких дипротонных состояний. В настоящее время можно говорить о приблизительно двадцати резонансных состояниях, обнаруженных экспериментально в диапазоне эффективных масс двух протонов от суммы масс до 2300 МэВ/с² [2.Yu.A.Troyan et al. Proc. of the 10th. Int. Sem. on High Energy Phys. Problems, Dubna, 24-29 Sept., 1990., p.149]. Однако, проблема далека от решения, как в экспериментальном, так и в теоретическом плане.

В последнее время нами получены новые хорошо статистически обеспеченные данные, свидетельствующие о существовании ряда резонансов в системах $p\bar{p}$, $p\bar{p}^+$ [см.2]. Снова, как и у двух протонов, имеется целый набор узких состояний, ширины которых на 1-2 порядка меньше ширин обычных адронных резонансов.

В спектрах γ - квантов, возникающих во взаимодействиях дейтронов с импульсом 2,5 ГэВ/с с пропаном в 2 метровой пропановой камере ЛВЭ, обнаружены особенности при энергиях в районах 60, 110, 170 МэВ, которые не удается объяснить никакими известными эффектами, и которые могут быть связаны с радиационными распадами аномально узких адронных резонансов [3.Троян Ю.А. и др., ОИЯИ, Р1, 2-89-631, Дубна, 1989 г., стр.46].

Таким образом, в самых различных комбинациях частиц проявляются состояния, не находящие объяснения в рамках традиционных теоретических подходов. Модель MIT-мешка требует для таких узких состояний очень больших размеров системы, что наводит на мысль о том, что они возникают как результат взаимодействий на больших расстояниях и для своего объяснения требуют знания структуры вакуума в непертурбативной области.

Разнообразие эффектов и возможная общая природа их возникновения (например, вакуумные осцилляции) требуют широкого экспериментального поля исследований. Здесь нельзя ограничиваться изучением какой-либо одной системы. Надо изучать все многообразие явлений и искать связи между различными наблюдениями.

С другой стороны, ввиду узости резонансов, к аппаратуре предъявляются довольно высокие требования в смысле точности измерения параметров. Конечно, необходимо хорошее статистическое обеспечение, однако, сечение образования узких резонансов не слишком малы ($\sim 6\%$ от полного сечения реакции), так что статистические требования связаны опять-таки с узостью резонансов (мелкий шаг в варьировании параметров).

Ввиду сложности самих явлений, когда в реакции могут проявляться одновременно резонансы в любых комбинациях рожденных частиц, опыты необходимо делать на водородной мишени в эксклюзивной постановке, т.е. с однозначной идентификацией всех вторичных частиц и полностью определенной кинематикой. Одновременно при этом снижается комбинаторный фон, доля которого сильно увеличивается при использовании ядерных мишеней.

В 1992-1994 годах предполагается продолжение поиска и исследования узких адронных резонансов на синхрофазотроне и нуклотроне ЛВЭ, которые имеют (и будут иметь) наборы пучков частиц с необходимыми характеристиками (монохроматические пучки нуклонов, ядер и Υ -мезонов в диапазоне энергий 1-12 ГэВ, возможность плавного изменения первичной энергии пучков, пучки поляризованных частиц, хорошая временная растяжка). Необходимо отметить принципиальное преимущество ускорительного комплекса ЛВЭ - промежуточная область энергий (1-12 ГэВ), которая наиболее адекватна задаче поиска резонансных состояний сравнительно небольших возбуждений. В то же время малая множественность рожденных во взаимодействии частиц делает исследование более определенными из-за снижения комбинаторного фона к однозначной кинематике.

Помимо использования водородной и пропановой камер, обладающих рядом существенных преимуществ перед другими методиками (чистая мишень и высокая точность измерения параметров в водородной камере, большая эффективность регистрации Υ -квантов разных энергий в пропановой камере, 4π -геометрия в обоих случаях, достаточная статистика ввиду большого превышения эффекта над фоном), предполагается использовать ряд установок ЛВЭ для исследования указанной проблемы. Анализ показал, что установки "Памир", "Аномалон", "Каспий" вполне способны решать целый ряд задач в этой области.

Коллаборация ФОТОН-МАССЕР-СФЕРА

Руководитель темы: М.Н.Хачатурян

Изучение свойств одронной и ядерной материи в экстремальных условиях, достижимых лишь в столкновениях релятивистских ядер является центральной проблемой релятивистской ядерной физики. Решение этой проблемы предполагает всестороннее исследование наблюдаемых характеристик ядерных взаимодействий как по заряженной, так и по нейтральной компоненте образующихся вторичных частиц. Целью предлагаемых экспериментов является: измерение инклюзивных сечений образования псевдоскалярных η^0 -мезонов в ядро-ядерных взаимодействиях в той области энергий, которая кинематически запрещена для нуклон-нуклонных столкновений, т.е. для значений $X \gg 1$, где X - кумулятивное число.

Одной из важнейших характеристик кумулятивного эффекта является качественный состав кумулятивных частиц, т.е. отношения сечений образования кумулятивных адронов разного сорта. В частности, можно получить ответы на следующие вопросы: является ли излучение таких частиц равновесным, какова его эффективная температура и др. Эти результаты позволят сформулировать качественно новый критерий проверки моделей кумулятивного рождения частиц. Предлагаемая программа исследований проводится впервые.

Коллаборация ФОТОН-МАССЕР имеет значительный опыт в области создания детекторов из свинцового стекла и спектрометрирования Υ -квантов и электронов высоких энергий. С помощью многоцелевого гамма-масс-спектрометра-ФОТОН-МАССЕР в 1988-91 г.г. были проведены эксперименты по измерению инклюзивных сечений образования P^0 -мезонов в ядро-ядерных взаимодействиях на пучках синхрофазотрона Лаборатории высоких энергий. Получены уникальные результаты для инклюзивных сечений генерации P^0 -мезонов протонами, дейтронами, ядрами гелия и углерода на мишенях из углерода, меди и свинца. Измерены величины сечений в зависимости от перпендикулярного импульса $P_T(0, I < P_T < I, 0$ ГэВ/с) и кумулятивного числа X ($0,7 < X < 1,8$). Впервые получены данные об A -зависимостях для налетающих ядер и ядер мишени в широком диапазоне P_T и кумулятивных чисел.

Имеющиеся ресурсы позволяют в течение 1992 г. завершить модернизацию установки ФОТОН-МАССЕР.

ПОИСК И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКЗОТИЧЕСКИХ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ
И РЕЗОНАНСОВ СО СТРАННОСТЬЮ $S = -1, -2, -3, -4$

Руководитель темы: Б.А.Шахбазян

В 1992-94 гг. будут продолжены поиск и исследование экзотических метастабильных и резонансных состояний со странностью $-1, -2, -3, -4$ на фотографиях 2-м пропановой пузырьковой камеры, облученной протонами с импульсом 10 ГэВ/с. Параллельно прорабатываются варианты других, более производительных методов детектирования этих адронов. Проблема имеет фундаментальное значение для создания теории сильных взаимодействий, в особенности для решения её центральной проблемы - механизма конфайнмента.

Далее, по нашим представлениям, образование метастабильных, а в некоторых случаях и резонансных адронов, происходит через фазовый переход нестранной кварк-глюонной плазмы, динамически образовавшейся в ядре в момент столкновения, в метастабильный адрон со странностью $S = -1, -2, -3, -4$ и соответствующее число каонов с $S > 0$. Таким образом, обнаруженные нами метастабильные адроны - элементарные частицы странной экзотической стабильной материи.

Прикладное значение проблемы по мнению ряда астрофизиков состоит прежде всего в возможности построить скрытое вещество вселенной из кварковых α -частиц - связанных состояний трёх N ($S = -2$)-дибарионов, в успешном объяснении ряда явлений во взрывах сверхновых и в поведении пульсаров.

I. Экзотические состояния, т.е. адроны с необычными квантовыми числами $Y < 1$ ($Y = B + S + c + \bar{b}$), согласно всем современным моделям стабильны к сильным распадам. Однако, слабые распады не исключены. Отсюда - метастабильность и метод детектирования по слабым распадам ($\tau \sim 10^{-9} - 10^{-10}$ сек). При ядерных мишенях возникает второй канал - внутриядерная конверсия этих адронов в Λ -гипероны ($\tau \sim 10^{-23}$ сек).

Необходимость детектирования этих адронов с сечениями на уровне (10-20)нб (на сегодня! пока-сечение убывает) в широком диапазоне времен жизни, детектирования сопровождающих каонов, достаточных точностей для успешного многовершинного кинематического анализа требует на сегодняшней, поисковой, разведочной стадии - универсального 4π -детектора. Всем этим условиям удовлетворяет 2-м пропановая пузырьковая камера.

Ожидается, что на имеющихся фотографиях 2-м камеры к концу 1994 года будем иметь:

1) Легких дибарионов $N(I=0, J^P=0^+, Y=0, B=2, S=-2)$, -10

2) Тяжелых дибарионов $\bar{N}^{\pm}(I=1, J^P=0, Y=0, B=2, S=-2)$ -30
(трех знаков).

3) Дибарионов $A^{\pm}(I=1/2, J=1, 2; Y=-1, B=2, S=-3)$ -5

Дибарионы всех сортов и знаков, всего

Переход на новую 2-м камеру и повышение импульса первичных протонов до 12 ГэВ/с (Нуклотрон) позволит примерно удвоить статистику до 80-100 событий. Но даже без удвоения статистика не только достаточна для довольно точного определения масс адронов, но позволит реалистично оценить сечения рождения и времена жизни для слабых распадов.

Вся эта информация будет использована для проектирования более производительной установки.

II. Резонансные адроны с гиперзарядом $Y < 2$ проявляются в спектрах эффективных масс в виде значимых пиков (> 5 с.откл.).

Ожидаемые статистики к концу 1994 года:

1. В спектрах масс Λp -18 тыс.комбинаций.

Ранее было показано, что резонансы в этих системах образуются в канале упругого рассеяния Λp . Разработана технология идентификации и анализа внутриядерного упругого рассеяния Λp . Ожидается более 3000 событий.

2. В спектрах масс $\Lambda p \bar{\pi}$ -3000-4000 событий. Механизм образования резонансов в этих системах по всей вероятности тот же, что и механизм образования N и \bar{N} дибарионов, т.е. через фазовый переход от нестранной кварк-глюонной плазмы динамически образовавшейся в ядре в момент столкновения в $\Lambda p \bar{\pi}$ -резонанс. Резонансы $\Lambda p \bar{\pi}$ имеют связь с каналом распада $N, \bar{N} \rightarrow \Lambda + p + \bar{\pi}$.

3. В спектрах масс $\Lambda \bar{\pi} \pi$ -3000-4000 событий.

4. В спектрах масс $\Lambda \Lambda$ -300-400 событий. Эта же статистика будет использована для проверки рекомендаций по проверке образования странной кварковой материи.

5. В спектрах масс $M p$ - до 400-500 комбинаций.

III. Поляризация Λ -гиперонов, на статистике в 5 раз превышающей более раннюю, будет использована поляризация Λ в кумулятивной области.

Переход на новую 2-м камеру в пучке Нуклотрона удвоит статистику также в п. II и III.

Эту тему (п. I, II, III) предполагается также исследовать на установке СФЕРА. С нами сотрудничают ЛФ (А.Е.Дорохов, В.А.Николаев), ЛВТА (В.И.Мороз), Румыния ИАФ (В.Попа, Л.Попа). Результаты опубликованы в журналах *Physics Letters B*, *Zeitschrift für Physik-C* и в Кратких сообщениях ОИЯИ.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Введение	3
Main Directions of Experiments at LHE	5
Polarizations Experiments Explore the Innermost Structure of the Deuteron	7
Исследования по релятивистской ядерной физике на установке МАСПИК	10
Study of relativistic Nuclear Interactions Using High-Angular Resolution Emulsion Detector	12
Исследования на 100-см водородной камере	14
Исследования на установке АНОМАЛОН	16
Исследование мультифрагментации ядра-мишени в ядро-ядерных взаимодействиях при промежуточной и высокой энергии (проект ФАЗА)	18
Проверка следствий принципов ослабления корреляций и автомодельности в процессах множественного образования частиц на пучках релятивистских ядер НУКЛОТРОНА	20
Исследования процессов фрагментации в ядро-ядерных взаимодействиях при релятивистских энергиях	23
Эксперименты на установке ГИБС	25
Сотрудничество по релятивистской ядерной физике ИЯИ РАН и ОИЯИ (ЛВЭ)	27
Коллаборация СФЕРА	29
Изучение пороговых эффектов и редких распадов мезонов (установки ПАМИР-2) WSA-PRIME)	34
Спектрометр ядер отдачи на внутреннем пучке Нуклотрона и синхротронизатора для исследования ядро-ядерных взаимодействий	36
Программа исследований на установке ДИСК	38
План физических исследований коллаборации "АЛЬФА"	40
Экспериментальная установка "Сцинтилляционный магнитный спектрометр МГУ"	42
Трансмиссионное измерение $\Delta\sigma_{T,L}$ разницы полных сечений при 1-4,5 ГэВ/ на пучке поляризованных дейтронов синхротронизатора и нуклотрона	44
Измерение импульсной зависимости тензорной поляризации дейтронов от развала под 0° релятивистских альфа-частиц	49
Исследования по проекту "ЭНЕРГИЯ" на установке СВИНЦОВЫЙ БЛОК	51
Исследования узких адронных резонансов	53
Исследование процессов инклюзивного образования η^0 -мезонов в столкновениях релятивистских ядер	55
Поиск и исследование экзотических метастабильных состояний и резонансов со странностью $S = -1, -2, -3, -4$	56