

ИНФОРМАЦИЯ

45 сессия Ученого совета ОИЯИ

Сессия состоялась в январе 1979 г. в Дубне. На ней были подведены итоги деятельности Института в 1978 г. и рассмотрены текущие и перспективные научные планы ОИЯИ. Открыв сессию, директор Института Н. Н. Богословов сообщил о работе дирекции по выполнению решений Ученого совета. Директора лабораторий сделали доклады о новых научных исследованиях и методических разработках, выполненных в 1978 г.

В Лаборатории теоретической физики (доклад

Д. И. Блохинцева) на основе квазипотенциального подхода в квантовой теории поля изучены неавтомодельные поправки к амплитуде высокознергетического рассеяния на большие углы. В квантовой хромодинамике получена партонная картина эксклюзивных процессов, оказавшаяся нефейнмановского типа. Проанализировано степенное поведение сечений образования адронов при больших поперечных импульсах. На основе предположения о глобальной дуальности кварковых петель и резонансных вкладов в спектральные правила суммы вычислены электромагнитные радиусы заряженных и нейтральных каонов и структурные параметры их полулептонных распадов. Результаты согласуются с экспериментом. На основе киральной квантовой теории поля завершено описание основных распадов мезонного октета. Вычислены лептонные и полулептонные распады D - и F -мезонов. Создана программа для ЭВМ по выполнению R -операции Боголюбова — Парасюка в скалярных теориях, т. е. по построению перенормированных коэффициентов функций диаграмм Фейнмана в виде интегралов по параметрам. Построен вариант квантовой электродинамики, в которой калибровочные преобразования зависят от фундаментальной длины. Вычислены радиационные поправки к процессам глубоконеупругого рассеяния нейтрино на нуклоне, что необходимо для совместного эксперимента ОИЯИ — ЦЕРН.

В области теории атомного ядра развит микроскопический подход к исследованию взаимодействия тяжелых ионов. Рассмотрен механизм диссипации энергии относительного движения на внутренние возбуждения одночастичного и коллективного типа. Разработана теория коллективных колебаний ядер с учетом принципа Паули на основе квазичастично-фононной модели, а также сделан вывод о том, что учет влияния гигантских резонансов на радиационную ширинунейтронных резонансов в сферических ядрах приводит к хорошему соглашению с экспериментом по $E1$ - и $M1$ -переходам.

Впервые получены точные соотношения для функций Грина во взаимодействии электрона с фононными и внешними электрическими полями и на их основе

построены кинетические уравнения для электронно-фоновой системы. Предложен общий подход к задачам о канализировании легких и тяжелых частиц через кристалл с использованием методов исследования свойств малой системы, взаимодействующей с термостатом.

Ученые Лаборатории высоких энергий (доклад А. М. Балдина) завершили исследование упругого рассеяния протонов на протонах, дейtronах и ядрах гелия в совместных экспериментах ОИЯИ — FNAL на ускорителе 500 ГэВ в Батайске. В эксперименте по прямому рассеянию K -мезонов на электронах при энергии 250 ГэВ определено значение электромагнитного радиуса K -мезона.

На ускорителе СПС-400 ЦЕРНа смонтирована установка NA-4 для совместных экспериментов ОИЯИ — ЦЕРН по исследованию глубоконеупругого рассеяния мюонов на H-, D- и C-мишениях. Проведены комплексная настройка установки и начата обработка экспериментальной информации, полученной на пучке.

Продолжалась обработка информации, полученной в экспериментах на ускорителе ИФВЭ в Протвино с помощью установок БИС-2, «Людмила», двухметровой пропановой камеры. Определены верхние границы парциальных сечений для образования 17 систем — кандидатов в очарованные частицы с распадом их на две или три заряженные частицы. Оценки сделаны на уровне $0,1 - 1,3$ мкб. Изучались инклюзивные образования нейтральных частиц, инвариантных сечений и средней множественности π -мезонов и протонов, легкой изобары и антиизобары в столкновениях антипротонов с протонами. Проверено выполнение масштабной инвариантности по множественности (KNO) и зависимости Врублевского для многонуклонных взаимодействий π -мезонов с углеродом.

На синхрофазотроне ОИЯИ выполнялась широкая программа научных исследований в области релятивистской ядерной физики. С использованием установки ДИСК-2 на пучке протонов с импульсом 8,6 ГэВ/с продолжались исследования кумулятивного образования пионов, протонов, дейtronов и ядер трития при большом порядке кумулятивности. Найдено, что энергетические спектры кумулятивных частиц при угле испускания 180° на различных ядрах имеют экспоненциальный характер и подобны относительно друг друга. Получены указания на обнаружение сверхплотного состояния материи при изучении диларионных систем из А-гиперонов и протонов с применением пропановой камеры в пучке нейтронов со средним импульсом 7 ГэВ/с.

Проведены работы по повышению эффективности использования синхрофазотрона для физических экспе-

риментов и совершенствованию его параметров. Интенсивность ядер углерода повысилась до $2 \cdot 10^6$ част./имп., что обеспечило одновременную работу двух физических установок. Осуществлен второй медленный вывод пучка ядер энергией 200—400 МэВ/нукл., на котором в пучке ядер гелия энергией 200 МэВ/нукл. проведены исследования ионной радиографии.

В соответствии с программой исследовательских работ по проекту нуклонотрона и ускорительно-накопительного комплекса (УНК) изготовлены и подробно исследованы пять образцов импульсных сверхпроводящих магнитов. Измерено энерговыделение при облучении сверхпроводников в пучке протонов высокой интенсивности. Среди новых методических разработок Лаборатории — создание высокочувствительных детекторов на основе пропорциональных камер для анализа тонкослойных радиохроматограмм, разработка новых блоков электроники для связи физических установок с ЭВМ, приема и преобразования информации.

В области физических исследований на синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем (доклад В. П. Джалепова) завершены исследования обнаруженного в Лаборатории нового явления — резонансного механизма образования дейtron-дейtron μ -мезонной мезомолекулы. Германский-литиевым спектрометром по энергии γ -квантов в реакции $n + {}^1H \rightarrow {}^2D + \gamma$ измерена с более высокой погрешностью энергия связи дейтрана, что позволило уточнить массу покоя нейтрона и разность массы нейтрона и протона. Разработанная в эксперименте новая методика, основанная на полном и согласованном наборе нормалей энергии γ -излучения в области 2 МэВ, позволила уменьшить систематические ошибки по сравнению с предыдущими косвенными измерениями и существенно повысить надежность результата.

Проведены опыты по измерению поляризации кумулятивных протонов в реакции рассеяния протонов на углероде, которые позволили сделать вывод о том, что механизмом, связанным с возможным существованием в ядре ${}^{12}C$ высокоимпульсного компонента движения нуклонов, нельзя объяснить импульсную и угловую зависимость.

В результате обработки данных, полученных на установке МИС, определено сечение полукогерентного упругого рассеяния пионов с импульсом 40 ГэВ/с на ядрах углерода. Изучено явление двойной перезарядки пионов на ядрах углерода и ассоциативная множественность в реакциях с образованием π^0 -мезонов в π^-p -взаимодействиях при 5 ГэВ/с. Исследования проведены с использованием метровой пропановой камеры. Ученными Лаборатории завершено исследование реакции $\pi^-p \rightarrow \pi^0\pi^0n$ при энергии 270 ГэВ, экспериментально подтверждена теория взаимодействия пионов с пионами, основанная на нарушенной киральной симметрии сильного взаимодействия. Завершен эксперимент по определению с помощью мю-мезонентгеневского излучения элементного состава организма животных. В опытах по программе ЯСНАПП выполнен комплекс исследований нейтронодефицитных изотопов ядер. Продолжены систематические исследования на установке «Спин» свойств ядер переходной области методом ядерной ориентации при сверхнизкой температуре.

Важные результаты получены Лабораторией в области научно-методических исследований. Осуществлен физический запуск на пучке ускорителя 70 ГэВ крупнейшего спектрометра со стримерными камерами — установки РИСК. Создана аппаратура для исследования поляризационных явлений в обменном пион-протонном рассеянии, в том числе введен в действие

крупнейшая в мире поляризованный «замороженный» протонная мишень для исследования поляризованных явлений при высокой энергии. Выполнены испытания на пучке Серпуховского ускорителя первой очереди спектрометрического комплекса «Гиперон», предназначенного для исследований гиперзарядовообменных процессов на пучках π - и K -мезонов. Разработан новый метод исследования параметров, характеризующих сверхпроводящее состояние металлов — по релаксации спина примесного мюона. Совместно с сотрудниками Института ядерной физики в Реже (ЧССР) выведен пучок из ускорителя У-120М при полной энергии.

Больший объем работ выполнен по реконструкции синхроциклотрона в синхротронный фазotron. Созданы новые типы блоков электроники в стандарте КАМАК.

В Лаборатории ядерных реакций (доклады Г. Н. Флерова и Ю. Ц. Оганесяна) пущен новый ускоритель — четырехметровый изохронный циклотрон У-400, предназначенный для широких исследований в области физики атомного ядра, синтеза новых тяжелых и сверхтяжелых элементов. Циклотрон полностью сооружен силами ОИЯИ в предельно короткие сроки. В декабре 1978 г. на конечном радиусе ускорителя получен интенсивный пучок ионов аргона энергии 5 МэВ/нукл.

В научно-исследовательских работах основные усилия коллектива Лаборатории были сконцентрированы на работах по поиску сверхтяжелых элементов в природе, синтезу трансурановых элементов, изучению механизма ядерных реакций. Проведены эксперименты по концентрированию природного спонтанного деления излучателя. Достигнутый уровень концентрирования позволяет провести детальные исследования его массы и свойств радиоактивного распада. Получены новые данные о спонтанном делении некоторых изотопов 105-го и 106-го элементов. В опытах по синтезу 108-го элемента в реакциях ${}^{226}Ra + {}^{48}Ca$ и ${}^{208}Pb + {}^{58}Fe$ найдены верхние границы сечений реакций. Получена информация о характеристиках деления тяжелых ядер α -частицами с энергией вблизи кулоновского барьера. Выделены вклады симметричного и асимметричного способов деления, сделав вывод о влиянии оболочечных эффектов на процесс деления слабовозбужденных тяжелых ядер. Проведены эксперименты по изучению квазимолекулярных спектров. Предложен новый метод для выяснения природы позитронов, возникающих при столкновении тяжелых ядер.

Продолжались работы по использованию ядерно-физическими методов. Специалистами Института введено в эксплуатацию новое высокопроизводительное оборудование для получения «ядерных» фильтров. На микротроне Лаборатории разработаны методики массового анализа различных образцов, содержащих следовое количество редких элементов.

В Лаборатории нейтронной физики (доклад И. М. Франка) получены экспериментальные данные о значении и энергетическом ходе сечения радиационного захвата нейтронов в гелии-3, которые существенны для фундаментальных исследований четырехнуклонных систем. На основе разработанного в Лаборатории метода проведены первые эксперименты по определению изомерного сдвига нейтронного резонанса урана-238 в разных химических соединениях. Это позволило определить изменение среднего квадратического радиуса ядра при возбуждении до энергии ~ 6 МэВ. С помощью малоуглового рассеяния нейтронов удалось решить актуальную задачу в области молекулярной биологии — определить расстояние между центрами связывания двух антигенов молекулы иммуноглобулина. Подтвер-

ждены на опыте слабое влияние температуры и изотопного замещения водорода на время хранения ультрахолодных нейтронов и возможность их фокусировки в нейтронно-оптических экспериментах. Получена энергетическая схема кристаллических уровней в интерметаллическом соединении PrNi_5 методом неупругого рассеяния нейтронов.

Осуществлен физический пуск ИБР-2 в импульсном режиме, проведены тщательные экспериментальные исследования всех параметров реактора и сравнены с расчетами. Идет подготовка к энергетическому пуску ИБР-2: завершен механический монтаж системы натриевого охлаждения реактора, выполнен цикл пневматических и вакуумных испытаний натриевых контуров. Значительный прогресс достигнут в создании инжектора для ИБР-2 — линейного индукционного ускорителя электронов ЛИУ-30. Сдана под монтаж инжекторная часть ускорителя, изготавливается оборудование. Специалистами Института и стран-участниц выполнены комплексы работ по созданию физической аппаратуры для исследований на ИБР-2 и аппаратуры измерительного центра.

В Лаборатории вычислительной техники и автоматизации (доклад Н. Н. Говоруна) сдана в опытную эксплуатацию первая очередь сети терминалных устройств на базе малой ЭВМ ЕС1010 и БЭСМ-6. Разработан дисплейный процессор на основе микро-ЭВМ и внедрен в опытное производство графические дисплеи на запоминающей электронно-лучевой трубке. Завершены технические работы по подключению к ЭВМ БЭСМ-6 восьми устройств ЕС 5061 общей емкостью 230 Мбайт, комплексно отложено созданное математическое обеспечение для работы с этими устройствами.

Введена в опытную эксплуатацию новая электронная аппаратура автомата НРД и шесть столов САМЕТ в режиме программного автосопровождения. Завершена разработка системы фильтрации в реальном времени на Спиральном измерителе. Создан комплекс базовых программ для калибровки и управления автоматом АЭЛТ-2/160 и реализована связь автомата с ЭВМ CDC-6500, проведены методические измерения снимков с установки МИС и пробные измерения снимков с РИСК.

Создано математическое обеспечение для сбора информации и контроля основных аппаратных звеньев установки БИС-2 на линии с ЭВМ ЕС1040, математическое обеспечение для ионной радиографии, а также базовое программное обеспечение совместного мюонного эксперимента ОИЯИ — ЦЕРН. Специалистами Лаборатории создана простая и эффективная методика генерации прикладных программ обработки данных на специальном языке запросов в рамках системы «Гидра» и алгоритмы программ для обработки двумерных спектров.

Продолжалось развитие новых методов численного решения нелинейных физических задач, связанных с созданием проектов УНК и ускорительного комплекса тяжелых ионов (УКТИ), а также с математическим моделированием ядерно-физических процессов при релятивистской области энергии и нелинейных явлений в теории поля.

Разработан алгоритм и созданы программы для расчета резонансных состояний в рамках уравнения Шредингера со сферически-симметричным потенциалом Саксона — Вудса.

На сессии был заслушан вопрос о состоянии работ по проектам УНК и УКТИ и план Отдела новых методов ускорения на 1979 г. (доклад Ю. Н. Денисова). Сотрудничество ОИЯИ с ИФВЭ в разработке части

систем УНК развивалось в соответствии с согласованной программой. Работами сотрудников ЛВЭ и ОНМУ показана целесообразность использования в системе криостатирования УНК струйных (эжекторных) насосов жидкого гелия. Измерены потери в созданной в ИФВЭ модели сверхпроводящего магнита МО-09, а также в коротких образцах сверхпроводящих проводов и кабеля, применяемого в ИФВЭ для моделей магнитных элементов УНК. Исследуется радиационный разогрев сверхпроводников. Разработан комплект из четырех магнитометров для магнитных измерений на стендах. Изготовлены возбудитель и некоторые другие узлы ускоряющей станции для перезахвата пучка в синхротроне У-70.

В сотрудничестве с ИАЭ им. И. В. Курчатова и некоторыми другими проектными институтами страны физически обоснован синхротронный вариант УКТИ. Достижения в работах по проверке колективного метода ускорения в ОНМУ позволяют надеяться на возможность создания ускорителя-инжектора для УКТИ на основе коллективного принципа ускорения, исследования и разработки которого продолжаются на прототипе коллективного ускорителя тяжелых ионов (КУТИ). Впервые удалось реализовать устойчивый режим ускорения ионов азота и провести первые опыты по ускорению ионов ксенона. Разработана и смонтирована индукционная система ускорения электронно-ионных колец на базе элементов индукционного ускорителя ЛИУ-3000. Завершена работа по созданию первой очереди автоматизированной системы управления КУТИ. Введена в опытную эксплуатацию система отображения информации.

Специалистами Института разработаны и изготовлены 84 пропорциональные камеры размером $3 \times 1,5$ м для совместного с ЦЕРНом мюонного эксперимента. Параметры камер являются одними из лучших среди детекторов такого класса. За восемь месяцев работы в мюонном пучке протонного синхротрона на 400 ГэВ в их работе не было отказов.

С докладом о международном сотрудничестве и связях ОИЯИ на сессии выступил вице-директор Института Д. Киш.

1978 г. характеризовался дальнейшим развитием сотрудничества и связей Института с другими научными центрами. В проблемно-тематическом плане и плане международного научного сотрудничества было зафиксировано выполнение совместных работ и обмен опытом по 143 темам. Институт был организатором восьми крупных научных конференций и школ, 18 рабочих совещаний. Международные органы Института — ученыe советы и специализированные комитеты — обсуждали проблемы на 21-м совещании в Дубне. По совместным работам для обмена опытом и консультаций ОИЯИ принял 1010 сотрудников и командировал в страны-участницы по сотрудничеству и для участия в научных совещаниях 502 своих специалиста. Ученые ОИЯИ участвовали в 107 научных конференциях, симпозиумах, школах, проведенных в различных странах. В планах ОИЯИ на 1979 г. — организация шести научных симпозиумов и школ, а также 19 рабочих совещаний. Наиболее крупные мероприятия: международные симпозиумы по физике высоких энергий и элементарных частиц (Попрад, ЧССР), по фундаментальным проблемам теоретической и математической физики (Дубна), по проблеме нескольких тел в ядерной физике (Дубна), Международная школа по физике высоких энергий ОИЯИ — ЦЕРН (Добогокё, ВНР).

Сессия Ученого совета одобрила проект Генерального плана развития ОИЯИ до 1990 г. и основные

положения проекта пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1981—1985 гг. (доклады Н. Н. Боголюбова).

Главные научные направления развития Института до 1990 г. включают в области физики высоких энергий: поиск составляющих адронов, физику новых J/ψ -частиц, явления при больших передачах импульса, выявление причин нарушения СР-четности, проверку основных положений квантовой теории поля и др. К наиболее принципиальным вопросам физики элементарных частиц относится возможное обнаружение при энергии унитарного предела (300 ГэВ в системе центра масс) глубокой связи или единого источника слабых, электромагнитных и сильных взаимодействий; поиск фундаментальной длины, открытие которой коренным образом изменит представления о геометрии пространства — времени. В области физики атомного ядра предстоит исследовать важные проблемы, часть которых связана с развитием релятивистской ядерной физики. Исследования по физике многозарядных ионов (включая релятивистскую область) предполагается в будущем проводить на основе УКТИ, где планируются интенсивные пучки тяжелых ионов до урана. Исследования по физике тяжелых ионов получат свое продолжение и развитие на изохронном циклотроне У-400. В области ядерных исследований по физике конденсированных сред благоприятные перспективы связаны с созданием комплекса ИБР-2 и линейного индукционного ускорителя ЛИУ-30. Пуск этих установок обеспечит ОИЯИ ведущее положение в мировой науке по меньшей мере до 1990 г. Дальнейшее развитие получит теоретическая физика. В этой области возрастет удельный вес работ, посвященных теории элементарных частиц при очень высокой энергии, гипотезе существование

вания «сверхплотных ядер». Будут развиваться работы по изучению нейтронных и гигантских мультипольных резонансов, по теории рассеяния применительно к изучению структуры твердых тел и биологических объектов.

На сессии были вручены дипломы авторам, удостоенным премий на ежегодном конкурсе лучших работ ОИЯИ. Первые премии были присуждены Ученым советом: за лучшую теоретическую работу «Влияние вращения на структуру ядра» И. Н. Михайлову, Э. Наджакову, Д. Янсену; за лучшие экспериментальные работы «Экспериментальное обоснование механизма резонансного поглощения отрицательных мюонов атомными ядрами» И. Войтковской, В. С. Евсееву, Т. Козловскому, Т. Н. Мамедову, В. С. Роганову и «Гигантские резонансы при взаимодействии частиц средних энергий с легкими ядрами» М. Гмитро, Г. Р. Киссенеру, Р. А. Эрамяну; за лучшую научно-методическую работу «Исследования по коллективному методу ускорения и создание прототипа коллективного ускорителя тяжелых ионов ОИЯИ» В. П. Саранцеву, Г. В. Долболову, В. И. Миронову, Э. А. Перельштейну, Г. Радонову, А. П. Сумбаеву, С. И. Тютюнникову, В. П. Фартушному, А. А. Фатееву, А. С. Щеулину; за лучшую научно-техническую прикладную работу «Разработка и создание трактов протонного и высоконапряженного п-мезонного пучков и комплекса аппаратуры для проведения на синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ медико-биологических исследований» В. М. Абазову, Б. В. Астраханову, М. Ш. Вайнбергу, В. П. Джелепову, В. И. Комарову, Е. С. Кузьмину, А. Г. Молоканову, А. И. Рудерману, О. В. Савченко, Е. П. Череватенко.

САНДУКОВСКИЙ В. Г.

Конференции, семинары

Конференция, посвященная 5-летней эксплуатации ЛАЭС

На конференции, состоявшейся в декабре 1978 г. в Сосновом Бору, присутствовали около 200 специалистов основных организаций и предприятий, участвующих в разработке, сооружении, поставке оборудования и эксплуатации АЭС с РБМК; было рассмотрено 17 докладов.

Н. М. Синев, открывая конференцию, остановился на значимости ядерной энергетики для европейской части страны и роли АЭС с РБМК. Разработка таких реакторов в широком масштабе обеспечила создание энергоблоков единичной мощностью 1 млн. кВт. В начале 80-х годов в стране будет введено в действие 11 блоков с РБМК-1000, что позволит ежегодно экономить свыше 20 млн. т угля. Отмечая успехи ЛАЭС, которая на 20.12.78 г. выработала 45,7 млрд. кВт·ч, Н. М. Синев отметил возрастающую роль АЭС в снабжении страны и особенно отдельных ее районов электроэнергией.

Основные результаты 5-летней эксплуатации ЛАЭС были обобщены в докладе А. П. Епёрина. Годовая выработка электроэнергии АЭС достигает более 35% энергии всей системы Ленэнерго. На ЛАЭС впервые проходят проверку как практикой, так и временем научные и конструкторские решения. Опыт пуска первого блока определил направления совершенствования отдельных узлов, систем и технологических процессов, что позволило вдвое сократить время монтажа и вывода второго

блока на номинальные параметры. Постоянно сокращается продолжительность внеплановых остановок блоков и себестоимость энергии. Коэффициент использования установленной мощности возрос с 58% в 1974 г. до 73% в 1978 г. За это время КПД брутто увеличен с 30,2 до 31,3%. На ЛАЭС топливо успешно перегружается на ходу, на 1.12.78 г. выполнено более 2 тыс. перегрузок. В развитие проектных решений на первом блоке выгоревшие ТВС переставляются из центральной области на периферию с загрузкой в центр свежих.

В процессе эксплуатации ЛАЭС выявлен недостаточный межремонтный ресурс тепломеханического оборудования. Для повышения надежности станции необходимо ориентироваться на блочное разделение систем и резервирование отдельного оборудования. Для улучшения герметизации фланцевых соединений и штоков задвижек на ЛАЭС успешно применяются жидкокомпрессионные уплотнители с легкоплавким сплавом металлов. Была также выявлена возможность лучшего выравнивания распределения мощностей и расходов по барабан-сепараторам и гидравлической связи между ними. Часть недостатков устранена как на ЛАЭС, так и на других действующих и сооружаемых блоках с РБМК, что обеспечило более высокие эксплуатационные характеристики.

Более подробные результаты наладки и эксплуатации реакторов и оборудования приводились в докла-