

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

539.12

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР ПО БИНАРНЫМ РЕАКЦИЯМ
АДРОНОВ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ**

(Дубна, 3—8 июня 1971 г.)

Семинар был организован ОИЯИ совместно с Академией наук СССР. В нем приняло участие около 200 ученых, представителей Советского Союза, ЦЕРН, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, ГДР, Польши, Румынии, США, Франции, ФРГ, Чехословакии.

Целью семинара было рассмотрение основных экспериментальных данных, теорий и моделей, относящихся к бинарным реакциям (т. е. реакциям типа $a + b \rightarrow c + d$) адронов при энергиях выше нескольких $\Gamma_{\text{эв}}$, и определение на этой основе направлений дальнейшего исследования. Начиная с энергий в несколько $\Gamma_{\text{эв}}$, картина взаимодействия адронов с ростом энергии в известном смысле упрощается и более отчетливо проступает ряд общих закономерностей. Поэтому исследование бинарных взаимодействий адронов при высоких и сверхвысоких энергиях — путь к установлению основных принципов и созданию общей теории сильных взаимодействий, без которых невозможно понимание природы фундаментальных частиц.

Семинар проводился в период, когда на ускорителе в Серпухове был получен ряд существенных результатов, интенсивно обсуждавшихся на семинаре. Вместе с тем недавно был запущен ускоритель со встречными протонными пучками в ЦЕРН,

и на семинаре были сообщены предварительные результаты первых опытов на этом ускорителе. Накануне запуска находится ускоритель на 500 Гэв в Батавии (США). Совокупность этих обстоятельств повышала интерес к обсуждению имеющихся данных, их теоретической интерпретации и путей дальнейших исследований.

Несмотря на то, что на семинаре рассматривался относительно узкий круг взаимосвязанных вопросов, количество новой информации в этой области физики высоких энергий чрезвычайно велико. Поэтому в основу работы семинара была положена система обзорных докладов, которые в совокупности должны были дать современную картину эксперимента и теории. По нашему мнению, система обзорных докладов, при которой докладчики имеют возможность отобрать наиболее существенный материал из всей совокупности, обладает в этом отношении преимуществом перед системой раппортерских докладов, где докладчик должен сделать (и обычно за весьма ограниченный срок) прежде всего обзор оригинальных сообщений, представленных на данную конференцию. Система обзоров дополнялась небольшим количеством оригинальных сообщений. Программой семинара было предусмотрено значительное время для дискуссий по темам основных докладов.

Существенным в работе семинара было тесное переплетение экспериментальной информации и вопросов теории и совместное обсуждение теоретиками и экспериментаторами и того и другого. Труды семинара изданы в начале 1972 г.

Семинар начался с рассмотрения вопросов, связанных с энергетической зависимостью полных сечений взаимодействия (доклад В. И. Саврина и Н. Е. Тюрина, ИФВЭ). Исследование этих взаимодействий (здесь особую роль играют измерения на ускорителе ИФВЭ в Серпухове) служит для критической проверки основ теорий сильных взаимодействий, в частности теоремы Померанчука.

В настоящее время экспериментальные данные находятся в соответствии с предсказаниями теоремы Померанчука, хотя теория допускает и другие возможности. С этой точки зрения весьма существенными являются обнаруженный в недавних экспериментах в Серпухове рост полных сечений K^+p -взаимодействия и результаты эксперимента по $K^0_L \rightarrow K^0_S$ -регенерации на водороде, из которых, в частности, следует уменьшение разности полных сечений $\sigma_t(K^0p) - \sigma_t(K^-n) = \sigma_t(K^-n) - \sigma_t(K^+n)$, а также соответствие фазы регенерации величине, рассчитанной для случая, когда выполняются предпосылки теоремы Померанчука.

Значительное внимание на семинаре было уделено вопросам упругого мезон-нуклонного и нуклон-нуклонного рассеяний и перезарядки при малых передачах импульса.

В обзорном докладе Л. Н. Струнова, И. М. Ситника и А. А. Номова (ЛВЭ) было показано, что результаты выполненных на синхрофазотроне ЛВЭ и в Брукхейвене измерений πN -рассеяния в области интерференции кулоновской и ядерной амплитуд, позволившие определить величину действительной части амплитуды упругого πN -рассеяния, находятся в соответствии с расчетами теории дисперсионных соотношений. Это, в частности, означает отсутствие экспериментальных указаний на существование «элементарной длины». Модельные теоретические оценки позволяют на основе имеющихся экспериментальных данных установить верхнюю границу «элементарной длины» около 10^{-16} см, т. е. на два порядка ниже радиуса сильных взаимодействий. Для дальнейшего понижения этой границы нужен опыт по измерению действительной части амплитуды πN -рассеяния при более высоких энергиях, прежде всего серпуховских. В обзорах П. Зондерегера (ЦЕРН) и Л. Ван-Росума (Сакле) был отражен существенный прогресс в экспериментальном изучении поляризационных эффектов. Это стало возможным благодаря успехам в создании поляризованных водородных мишеней. Наилучшие результаты достигнуты с бутаноловой мишенью, охлаждаемой He³ (70% поляризации при высоком содержании водорода). Новые экспериментальные данные ставят ряд трудных вопросов перед теоретиками, занимающимися разработкой моделей бинарных реакций.

Обзорный доклад Л. С. Золина, В. А. Никитина и В. А. Свиридова (ЛВЭ) был посвящен упругому протон-протонному, протон-дейтронному и протон-нейтронному рассеяниям при высоких энергиях. Здесь основными являются следующие факты, установленные в экспериментах авторов обзора и их коллег: 1) дифракционный конус нуклон-нуклонного рассеяния, в соответствии с теоретическими предсказаниями, сужается во всем интервале энергий до 70 Гэв, что означает увеличение области взаимодействия с ростом энергии; при этом поведение сечений упругого pp -рассеяния сходно с поведением сечений pp -рассеяния; 2) действительная часть амплитуды рассеяния вперед в нуклон-нуклонном рассеянии с ростом энергии уменьшается в соответствии с предсказаниями дисперсионной теории.

Большой интерес у участников семинара вызвало сопоставление данных о наклоне дифракционного конуса упругого протон-протонного рассеяния при серпуховских энергиях с предварительными результатами измерения этой величины в близком интервале передаваемых импульсов в эксперименте на встречных протонных пучках в ЦЕРН, сообщенных А. Диденсом. Это сопоставление указывает на продол-

жение сужения дифракционного конуса упругого протон-протонного рассеяния до энергии порядка 1500 Гэв , хотя при переходе от серпуховских энергий к энергиям черновского ускорителя на встречных пучках сужение, по-видимому, замедляется.

В обзоре Х. Шопфера (ЦЕРН) рассматривались процессы np -перезарядки и перезарядки системы $pp \rightarrow nn$; было, в частности, обращено внимание на одинаковый характер зависимости сечений np -перезарядки от переданного импульса в очень широком диапазоне энергий.

Обзор Дж. Орира (Корнелл, США) и доклады А. Лундби (ЦЕРН) и А. Диденса (ЦЕРН) были в основном посвящены исследованию упругого рассеяния с большой передачей импульса. Сложная структура угловых зависимостей в этих процессах пока не имеет убедительной теоретической интерпретации.

Доклад И. М. Граменицкого (ЛВЭ) содержал обзор квазидвухчастичных процессов, т. е. процессов, идущих через образование в промежуточном состоянии двух частиц, из которых одна или обе являются резонансами.

Анализ зависимости сечения квазидвухчастичных реакций от энергии показывает, что существуют два класса таких реакций: в реакциях одного класса сечения с увеличением энергии сильно уменьшаются, тогда как для реакций второго класса сечение остается практически постоянным. Последний класс реакций относится, по-видимому, к процессам дифракционной генерации, которые будут давать основной вклад в квазидвухчастичные реакции при высоких энергиях.

Большой интерес участников семинара вызвали неофициальные сообщения о планах исследований на крупнейших зарубежных ускорителях.

Дж. Орир рассказал о ряде экспериментов, которые будут, в первую очередь поставлены на ускорителе в Батавии (США). Следует отметить очень интенсивную подготовку физических экспериментов на этом ускорителе.

Х. Шопфер рассказал о наиболее интересных экспериментах, которые готовятся в ЦЕРН, а также о перспективах развития ускорительной базы в этом центре.

Основные качественные особенности бинарных реакций при высоких энергиях были предсказаны теоретиками, а более того, широко обсуждавшиеся в последние годы противоречия между теорией и экспериментом нашли разрешение в пользу теории. Тем не менее мы еще очень далеки от построения полной картины поведения даже бинарных реакций; а поэтому для объяснения явлений физики сильных взаимодействий используется широкий арсенал методов. Среди них значительное место занимает метод дисперсионных соотношений, строгие основания которого были заложены Н. Н. Боголюбовым еще в 1955 г. В рамках этого подхода успешно развиваются различные направления.

Большой интерес представляет изучение асимптотического поведения бинарных реакций, освещенное в докладе О. А. Хрусталева (ИФВЭ), теорема Померанчука и ее обобщения (доклад Нгуен Ван Хьеу (Вьетнам)). Интерес к этим вопросам возрос в связи с экспериментальными возможностями в Серпухове по изучению взаимодействий при энергиях до 70 Гэв . В докладах был дан обзор строгих неравенств на полные и дифференциальные сечения, сформулированы условия справедливости полученных оценок. В рамках строгого дисперсионного подхода подчеркивалась важность понимания глубокой взаимосвязи основных аксиом (локальной коммутативности, трансляционной инвариантности, спектральности и лоренцевой ковариантности), установленной в последней работе Н. Н. Боголюбова и В. С. Владимирова. С разных сторон было выяснено, что основные постулаты теории допускают рост радиуса взаимодействия с ростом энергии. Такая возможность обсуждалась в докладе американского теоретика Т. Ву. Детальному исследованию свойств амплитуды, не удовлетворяющей условиям теоремы Померанчука, был посвящен доклад В. Н. Грибова, И. Ю. Кобзарева, В. Д. Мухоморова, Л. Б. Окуня, В. С. Попова.

Анализ большого числа бинарных адронных реакций с помощью дисперсионных соотношений был представлен в докладе Л. Д. Соловьева (ИФВЭ), а также Г. Хеллера (ФРГ). Теоретики отметили особую актуальность экспериментального изучения процессов перезарядки и эффектов поляризации при больших энергиях.

Пример применения наде-приближения к решению дисперсионных соотношений представил Л. В. Фильков (ФИАН).

Следует также отметить доклад Я. Фшера (Прага), в котором рассмотрены вопросы экстреполойционной техники в методе дисперсионных соотношений, весьма полезные при изучении реакций при высоких энергиях.

В докладе К. Квиग्га (США) обсуждались модельные представления, используемые для описания реакций при высоких энергиях. Подчеркивалась важность изучения явлений поляризации и многочастичных процессов. Предлагались эксперименты по проверке модельных представлений.

В тесной связи с методом дисперсионных соотношений находится теория комплексных угловых моментов, большой вклад в которую был внесен И. Я. Померанчуком и другими советскими теоретиками. Эта теория позволяет понять многие закономерности взаимодействия при высоких энергиях и сделать ряд предска-

заний, одним из которых является приближение с ростом энергии полных сечений к предельным значениям снизу (доклад К. А. Тер-Мартirosяна (ИТЭФ)). Новая возможность описания экспериментальных данных при высоких энергиях с помощью модели комплексных полюсов Редже была рассмотрена в докладе В. А. Цаева (ФИАН).

Другой подход к этому кругу явлений был представлен В. А. Матвеевым и А. Н. Тавхелидзе (ОИЯИ). Он берет свое начало от работы А. А. Логунова и А. Н. Тавхелидзе, предложивших квазипотенциальное уравнение в квантовой теории поля. Уравнения этого подхода применяются как в области низких энергий (вычисление связанных состояний), так и в области высоких энергий. На основе представления о гладкости квазипотенциала получается эйкональное приближение; удается также единым образом описать рассеяние как на малые, так и на большие углы. С точки зрения теории бинарные реакции в физике сильных взаимодействий не являются изолированной проблемой. Многочастичные состояния неизбежно должны играть существенную роль в понимании этого круга явлений. Они привлекаются в теории комплексных моментов, в квазипотенциальном и других подходах. Одной из наиболее ярких закономерностей, которые обнаружены при изучении многочастичных реакций, является масштабная инвариантность. Этой проблеме на семинаре были посвящены доклад А. Дидденса (эксперимент) и доклад В. А. Матвеева, Р. М. Мурадяна и А. Н. Тавхелидзе (теория в применении к лептон-адронным взаимодействиям).

Подводя итог, можно сказать, что возникающая в результате многочисленных экспериментов картина поведения бинарных реакций при высоких энергиях в основном находится в соответствии с ожиданиями теоретиков. В то же время существующие попытки построения теории не могут претендовать на надежные количественные предсказания. И более того, в эксперименте обнаружен ряд интересных качественных закономерностей (например, в рассеянии с большими передачами импульса и в поляризационных явлениях), не имеющих убедительных теоретических интерпретаций. В связи с этим исследование бинарных реакций при высоких энергиях, несомненно, сыграет большую роль в создании теории сильных взаимодействий, без которой трудно представить себе решение центральной проблемы физики — проблемы построения квантовой теории поля.

А. М. Балдин, А. Л. Любимов, В. А. Мещеряков