

БИБЛИОГРАФИЯ

539.12.01(049.3)

**ФОТОН-АДРОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

Springer Tracts in Modern Physics (Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften), vols 62, 63. Berlin — Heidelberg — New York, Springer-Verlag, 1972, 147, 189 p.

Вскоре после Амстердамской («малой Рочестерской») конференции по физике элементарных частиц (30 июня — 5 июля 1971 г.) в ДЕЗИ (Гамбург) состоялась международная летняя школа по теоретической физике (12—24 июля 1971 г.), темой которой были фотон-адронные взаимодействия.

В последнее время эксперименты по рассеянию фотонов и электронов (виртуальных фотонов) играют уникальную роль в изучении структуры адронов. Предложено и немало теоретических моделей для описания структуры адронов. Так, в докладах ряда участников Амстердамской конференции и в раппортерском докладе С. Дрелла большое внимание уделялось партонным моделям (существуют ли точечно-подобные составляющие адронов — партоны?), коммутаторам на световом конусе (насколько успешно использование алгебры коммутаторов при попытках теоретического описания структуры адронов?). Эти вопросы, а также проблема дуальности, проблема доминантности векторных мезонов и др. нашли еще более подробное освещение в лекциях, прочитанных в летней школе в ДЕЗИ и опубликованных в рецензируемых 62-м и 63-м томах «Шпрингеровских трактатов по современной физике».

1. Коммутаторы токов. В лекции Р. Джэкива (R. Jaskiv, MIT) получена структура коммутаторов токов на световом конусе и приведены примеры успешного применения этих коммутаторов к проблеме глубоко-неупругого рассеяния электронов на нуклонах. Показано также, что правила сумм при фиксированных массах Дашена — Гелл-Манна — Фубини эквивалентны определенным коммутаторам на световом конусе, и найдены поправки к некоторым из правил сумм (например, к правилу сумм М. Бега).

Г. Фурлан, Н. Павер и С. Вердзеньясси (G. Furlan, N. Paver, S. Verzegnassi, Trieste) применяют технику алгебры токов, основанную на насыщении одновременных коммутаторов, к физике пионов низких энергий (пион-нуклонное рассеяние, фоторождение и электророждение у порога). В области энергий ниже первого резонанса это приближение оказывается хорошей альтернативой дисперсионному подходу.

2. Партонные модели. В лекциях К. Ллевеллина Смита (C. Llewellyn Smith, SLAC) «Партонные модели глубоко-неупругого рассеяния лептонов» можно найти полезные сведения о свойствах структурных функций в электророждении и нейтринных процессах, а также вывод правил сумм и неравенств для этих структурных функций в различных партонных моделях (модели кварков, Сакаты, Ферми — Янга). Интересно отметить, что сопоставление экспериментальных данных по электророждению (для  $\nu W_2^{p+} + \nu^n$ ) и нейтринным реакциям ( $\nu W_2^{p+} + \nu^n$ ) исключает модели Сакаты и Ферми — Янга (в этих моделях партоны имеют целочисленный заряд). Трудности есть и в кварковой модели.

3. Партонные модели и дуальность. П. Ландсхофф (P. Landschoff, Cambridge) применяет дуальность к кварковой партонной модели глубоко-неупругих нейтринных процессов и процессов электророждения. С помощью дуальности находятся относительные величины вкладов кварков и антикварков в резонансную часть этих процессов. Предполагая также, что в дифракционную часть кварки и антикварки вносят одинаковый вклад и что импульсные распределения  $p$ - и  $n$ -кварков в нуклоне одинаковы, можно получить простые соотношения для структурных функций протона и нейтрона, а используя экспериментальные данные о  $\nu W_2^{p+} - \nu W_2^{n+}$ ,

можно определить резонансный и дифракционный вклады в структурную функцию  $vW_3^{pp}$ . Применяя  $SU(3)$ -симметрию, автор рассчитал полные сечения взаимодействия нейтрино с нуклонами. Автор также рассмотрел рождение мюонных пар при столкновении протонов.

Работу П. Ландсхоффа дополняет работа Г. Рубинштейна (H. Rubinstein, Rehovoth), в которой концепция дуальности применяется, в частности, для того, чтобы связать поведение структурных функций при больших  $v$  и  $q^2$  с их поведением при малых передаваемых импульсах  $q^2$  (вплоть до  $q \sim 0,1 (GeV/c)^2$ ). При фиксированных  $\omega = 2mv/q^2 > 10$  и малых  $q^2 vW_2$  является функцией, слабо зависящей от  $q^2$ , изменяясь от 0,3 до 0,2, когда  $q^2$  изменяется от 1 до  $0,1 (GeV/c)^2$ . Таким образом, нарушение «скейлинга» при малых  $q^2$  характеризуется небольшой величиной  $a^2$ , если вместо  $\omega$  ввести  $\omega_W = (2m v + m^2)/(q^2 + a^2)$ . Если выбрать  $a^2 = 0,15-0,2$ , то можно связать  $2mW_1$  ( $\omega_W, q^2 = 0$ ) с сечением фоторождения.

Дуальность используется также К. Хуангом (Kerson Huang, MIT) в модели электромагнитного форм-фактора пиона, в которой пион считается точечным (партоном), а сильное взаимодействие в конечном состоянии определяется лл-взаимодействием. Причем лл-взаимодействие описывается не только амплитудой Венециано, но и траекторией Померанчука.

4. Разложение произведений операторов вблизи светового конуса. В лекции В. Риттенберга (V. Rittenberg, Rehovoth) с помощью разложения произведения операторов вблизи светового конуса (и некоторых дополнительных предположений) рассмотрены в бёркеновской области процессы электророждения одной и нескольких частиц, а также инклюзивный процесс  $\gamma + A \rightarrow B + \text{адроны}$ , где  $\gamma$  — виртуальный фотон.

5. Модели фоторождения псевдоскалярных и векторных мезонов. 63-й том шпрингеровских трактатов открывается лекцией Д. Фрейлаанда (Й. Frøylund, Oslo) «Фоторождение псевдоскалярных мезонов при высоких энергиях». Автор дает характеристику 13 моделям фоторождения, отмечая недостатки, присущие таким моделям, как абсорбтивные модели, модели комплексных полюсов, фиксированных полюсов, электрического борновского члена и др. Однако главной своей задачей автор считает нахождение качественных следствий, общих для различных моделей. Модельные предсказания сравниваются с экспериментальными данными по фоторождению  $\pi^0$ ,  $\eta$ ,  $\pi^\pm$  и  $K$ -мезонов.

Модели дифракционной диссоциации фотонов на протонах рассмотрены К. Шиллингом (K. Schilling, CERN). Особенно подробно рассмотрены дифракционные модели для процесса  $\gamma + p \rightarrow \pi^+ + \pi^- + p$ , которые учитывают не только фоторождение  $\rho$ -мезона, но и нерезонансное дифракционное рождение двух пионов (мультипериферическая модель; интерференционная модель, учитывающая и рождение  $\rho$ -мезона, и периферические диаграммы; приближение Венециано и т. д.).

6. Модель доминантности векторных мезонов. Подробный обзор модели доминантности векторных мезонов и ее применений к фото- и электророждению на нуклоне сделал Д. Шильдкнехт (D. Schildknecht, DEZY). Особый интерес представляет применение модели векторной доминантности к описанию  $e^+e^-$ -аннигиляции в области энергий больших, чем масса  $\rho^0$ ,  $\omega$ ,  $\phi$ -мезонов. Недавнее свидетельство в пользу существования  $\rho'$ -мезона с массой  $m_{\rho'} \leq 1,6 Gev$  и шириной  $\Gamma \approx 0,35 Gev$ , полученное во Фраскати при изучении реакции  $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$ , может оказаться очень важным для дальнейшего развития этой модели.

Так, существование векторных мезонов с более высокими массами и их включение в схему так называемой «обобщенной векторной доминантности» позволяют объяснить ряд соотношений, полученных в экспериментах по глубоко-неупругому рассеянию электронов на нуклонах ( $\sigma_L/\sigma_T$ ,  $n/p$ -отношение и т. д.). Эти эксперименты, как известно, не могли быть объяснены моделью векторной доминантности с тремя векторными мезонами.

Лекция Ф. Ренара (F. Renard, France) посвящена вопросу  $\rho - \omega$ -смешивания. Состояния с одинаковыми квантовыми числами (включая  $I_z$ ), но с разными величинами изоспина  $I$  могут смешиваться, так как изотопическая инвариантность нарушается электромагнитными взаимодействиями. Близость масс  $\rho$  и  $\omega$  усиливает эффект.  $\rho - \omega$ -смешивание проявляется в распадах  $\rho$  и  $\omega$  ( $\rho \rightarrow 3\pi$ ,  $\omega \rightarrow 2\pi$ ), в реакциях  $e^+e^- \rightarrow 2\pi$ ,  $3\pi$ , в фоторождении векторных мезонов и других процессах с векторными мезонами.

7. Экзотические электромагнитные токи. В лекции (А. Доннаше (A. Donnachie, Manchester) «Экзотические электромагнитные токи» обсуждается вопрос о возможном существовании компонент электромагнитного тока, нарушающих  $C$ -четность или имеющих изогенерную структуру. Показано, что наиболее подходящими экспериментами по поиску таких экзотических компонент является изучение фоторождения пионов  $\gamma n \rightarrow \pi^- p$  и радиационного захвата  $\pi^-$ -мезонов  $\pi^- p \rightarrow \gamma n$  (поиск  $C$ -нарушения) и сравнение реакций  $\gamma n \rightarrow \pi^0 n$  и  $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$  (поиск изогенерных токов). Реакции  $\gamma d \rightarrow n p$ ,  $n p \rightarrow \gamma d$ , неупругое рассеяние электронов на поляри-

зованной мишени и нейтронный электрический дипольный момент менее чувствительны к  $C$ -нарушению и не могут дать сведения об изотензорных электромагнитных токах.

8. А д р о н н ы е р е а к ц и и. Отметим также, что в 62-м и 63-м томах «Шпрингеровских трактатов» помещено несколько статей о взаимодействии адронов. Так, А. Контогурис (A. Contogouris, Montreal) и П. Коллинз и Ф. Гол (P. Collins, F. Gault) применили дуальную абсорбтивную модель и эikonальную модель к некоторым бинарным адронным реакциям. Г. Дамен (H. Damen, Heidelberg) развивает так называемую «локальную» форму метода Тамма — Данкова. К. Хуанг во второй своей работе использует обобщенную  $\Lambda$ -точечную амплитуду Вспецiano для описания инклюзивной адронной реакции  $A + B \rightarrow X + \text{адроны}$ .

*И. М. Железных*

539.12(049.3)