

О статье «ГЛЮОННЫЙ КОНДЕНСАТ И ЛЕПТОННЫЕ РАСПАДЫ ВЕКТОРНЫХ МЕЗОНОВ»

Вайнштейн А.И., Захаров В.И., Шифман М.А. (1978)

Работа [1] послужила основой так называемого метода правил сумм SVZ (иногда называемого методом правил сумм КХД), который позволяет вычислить параметры большого числа низколежащих адронных состояний исходя из средних характеристик КХД-вакуума, такие как кварковый и глюонный конденсаты (последний был введен в [1]). Основным концептуальным элементом этого метода является Вилсоновское операторное разложение (ОР). В исходной работе Вилсона основное внимание уделялось статистической физике, где Вилсоновская программа известна также под именем блок-спинового метода. Как это ни удивительно, в физике высоких энергий в начале и середине 1970х годов ОР понималось весьма узко и применялось по существу только в теории возмущений. Авторы [1] и последующих публикаций [2] впервые применили развитый ими вариант Вилсоновского операторного разложения к квантовой хромодинамике. Их цель была такова: систематическое разложение по степенным поправкам на малых расстояниях (т.е. по конденсатам локальных операторов), с последующей экстраполяцией на большие расстояния. Для этой экстраполяции и сшивки с адронами использовались дисперсионные соотношения (после борелевского улучшения).

Эта идея не потеряла значимости и сегодня. Применения метода SVZ были многочисленными и успешными. Он был проверен в работе — при вычислении практически всех статических характеристик всех низколежащих адронных состояний, как мезонных так и барионных — и всюду он доказал свою продуктивность (см. обзор [3]). Позднее, уже в 1980-ые и 90-ые годы, метод SVZ был развит и обобщен для применений в разложениях по тяжелому кварку, которые широко использовались для точных предсказаний для b -содержащих мезонов и барионов в 1990х годах в связи потоком новых экспериментальных данных (см. обзор [4]).

Вопрос, который мы задали сами себе в 1977 г. и который вскоре привел нас к идее вакуумных конденсатов параметризующих свойства адронов, был таков (см. также [5]):

— Что если начать с малых расстояний, на которых кварк-глюонная динамика описывается теорией возмущений, и перейти к большим расстояниям, а после этого произвести сшивку с адронным представлением, используя общие свойства КХД...

Как это ни странно, первые интересные результаты для чармония стали получаться почти сразу, а чуть позднее, когда в коллаборацию влились В. Новиков, Л. Окунь и М. Волошин успех превзошел все ожидания. Вшестером мы показали, основные параметры большого количества связанных состояний $\bar{c}c$ могут быть (и были) надежно предсказаны. Здесь стоит упомянуть один эпизод. Согласно тогдашним экспериментальным данным единственным кандидатом на роль псевдоскалярного чармония был $X(2.83)$. Его масса казалась слишком низкой для этой интерпретации; тем не менее ее все же удавалось “втиснуть” в тогда популярные потенциальные модели. В работе [6] было показано, что правила сумм КХД не допускают столь большого расщепления между 1^- и 0^+ состояниями. Иными словами, $X(2.83)$ не мог быть псевдоскалярным чармонием; масса , была

предсказана в интервале $3,01 \pm 0,01$ GeV. Позднее экспериментальные данные о $X(2.83)$ были дезавуированы. Нынешние данные для массы этой частицы дают $2,983 \pm 0,0007$ GeV.

На протяжении примерно года мы продолжали извлекать массы и константы связи $\bar{c}c$ частиц из рациональных отношений плюс небольшие поправки. Ранним летом 1977 года был написан обзор [7], через несколько месяцев он был отправлен в редакцию. Примерно в это же время стало ясно, что наш успех носил ограниченный характер: он не обобщался на обычные мезоны и барионы, построенные из легких кварков.

Стояло жаркое лето, как раз перед отпуском. Наша большая коллаборация распалась. Но обсуждение продолжалось, в неспешном темпе. Тут-то как раз и возникла идея, что вакуум КХД похож на глюонную среду и свойства частиц определяются кварковый взаимодействием с этой средой, которое может быть параметризовано некоторыми кварковыми и глюонными конденсатами. Первое приложение глюонного конденсата было опробовано в ρ мезоне. Сначала нам показалось, что ничего не получается поскольку один знак в ключевой формуле был не там, где хотелось бы. Однако вскоре мы поняли что четырехкварковый конденсат компенсирует этот знак, и это было началом прорыва.

Точность предсказаний оказалась намного лучше, чем можно было бы ожидать априори. Вдохновленные этим, мы лихорадочно работали весь академический год. Когда окончательная статья вышла в Nuclear Physics (маленькая заметка появилась еще раньше, в самом начале, в Письмах ЖЭТФ) она заняла целый номер, около 300 страниц. Препринт было сделать невозможно, поскольку согласно тогдашним бюрократическим правилам препринт не мог содержать больше одного “печатного листа”. Поэтому мы разбили статью на семь или восемь отдельных препринтов, постаравшись сделать это таким образом, чтобы цензорам это вопиющее нарушение правил было не заметно.

Литература:

- [1] A.I. Vainshtein, V.I. Zakharov and M.A. Shifman, Pis'ma ZhETF **27**, 60 (1978) [JETP Lett. **27**, 55 (1978)] .
- [2] M. A. Shifman, A. I. Vainshtein and V. I. Zakharov, Nucl. Phys. B **147**, 385 (1979), and Nucl. Phys. B **147**, 448 (1979).
- [3] M. A. Shifman, Prog. Theor. Phys. Suppl. **131**, 1 (1998) [hep-ph/9802214].
- [4] I. I. Y. Bigi, M. A. Shifman and N. Uraltsev, Ann. Rev. Nucl. Part. Sci. **47**, 591 (1997) [hep-ph/9703290].
- [5] M. Shifman, Current Contents, **32**, 9 (1992).
- [6] V. A. Novikov et al., Phys. Rept. **41**, 1 (1978).