

## Отзыв

официального оппонента Д.И.Мелихова на диссертацию Ярослава Николаевича Клопота “Аксиальная аномалия и переходные формфакторы мезонов”, представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - Теоретическая физика.

Представленная диссертация посвящена изучению переходных формфакторов псевдоскалярных мезонов с использованием правил сумм, являющихся следствием дисперсионного представления аксиальной аномалии. Эти правила сумм, в частности, позволили получить выражения для переходных формфакторов при произвольных значениях переданного импульса. Стоит отметить, что подход, основанный на аномальных правилах сумм, не использует гипотезу о факторизации формфакторов.

Тема переходных формфакторов мезонов привлекает значительное внимание как теоретиков, так и экспериментаторов на протяжении многих лет. Это обусловлено тем, что переходные формфакторы псевдоскалярных мезонов являются важными объектами для проверки наших представлений о сильных взаимодействиях. В области больших передач импульса, используя факторизационную гипотезу, переходные формфакторы могут быть вычислены в пертурбативной КХД; в области малых передач, где доминируют непертурбативные эффекты, используются различные модельные подходы.

Несколько лет назад интерес к теме переходных формфакторов существенно вырос благодаря неожиданным данным коллаборации BABAR, которые показали значительное превышение переходного формфактора пиона над предсказанным пертурбативной КХД в области больших передач импульса,  $Q^2=10-35 \text{ ГэВ}^2$ . Хотя более поздние данные эксперимента Belle – согласующиеся с факторизацией, но и не противоречащие данным BABAR – несколько сгладили остроту ситуации, проблема теоретического описания переходных формфакторов по-прежнему находится в фокусе внимания физического сообщества. Так что тема исследований, представленных в диссертации Я.Н. Клопота, является вполне актуальной.

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения.

Во введении дана общая характеристика работы: проведен обзор основных понятий, сформулированы цели работы и полученные результаты.

В первой главе диссертации описан метод аномального правила сумм на примере изовекторного канала. Исходя из этого аномального правила сумм, получено выражение для переходного формфактора пиона. Полученное выражение, дополненное гипотезой о независимости интервала дуальности от переданного импульса, воспроизвело известную интерполяционную формулу Бродского-Лепаж для переходного формфактора пиона. Таким образом получено обоснование этой формулы из (трехточечных) аномальных правил сумм. В этой же главе, основываясь на свойстве точности аномального правила сумм (т.е. отсутствии пертурбативных КХД поправок к этому правилу сумм) проведено исследование непертурбативной поправки к спектральной плотности, с помощью которой можно описать весь массив данных по переходному формфактору пиона (включая противоречивые данные коллаборации BABAR).

Во второй главе рассмотрен октетный канал аномального правила сумм, где низшие вклады даются  $\eta$  и  $\eta'$  мезонами. Исследован вопрос об описании  $\eta$  - $\eta'$  смешивания. Рассмотрены октет-синглетная и флэйворная схемы смешивания и их связь с матрицей констант распада (связи) мезонов. В этой же главе проведен численный анализ параметров

смешивания в октет-синглетной и флэйворная схемах смешивания. Также проведена оценка констант распада  $\eta$  и  $\eta'$  мезонов без наложения ограничений на схему смешивания. Рассмотрен вопрос об интервалах дуальности в двух- и трехточечных правилах сумм.

В третьей главе получены явные выражения для переходных формфакторов  $\eta$  и  $\eta'$  мезонов для флэйворной схемы смешивания. Обсуждаются поправки, связанные с ненулевыми массами кварков. Рассматривается аналитическое продолжение аномального правила сумм во времениподобную область, где полученные выражения сравниваются с экспериментальными данными и обсуждается статус модели векторной доминантности.

В заключении сформулированы результаты, выносимые на защиту.

В качестве замечания по содержанию отмечу, что в работе недостаточно внимания уделено исследованию зависимости интервала дуальности от квадрата переданного импульса  $Q^2$ . Диссертация не свободна от стилистических шероховатостей и опечаток.

Отмеченные недочёты, однако, не влияют на общую положительную оценку диссертации. Работа выполнена на высоком уровне и имеет несомненную научную и практическую значимость. Результаты диссертации, представленные к защите, являются актуальными, новыми и применимыми в различных областях адронной физики.

Все основные результаты диссертации своевременно опубликованы в высокорейтинговых реферируемых зарубежных и российских журналах. Результаты, представленные в работе, неоднократно докладывались на международных конференциях и семинарах в ведущих российских и зарубежных научных центрах. Обоснованность и достоверность результатов диссертации не вызывает сомнения. Автореферат точно отражает содержание диссертации.

Диссертация “Аксиальная аномалия и переходные формфакторы мезонов” удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а ее автор, Я. Н. Клопот заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - Теоретическая физика.

Доктор физ.-мат. наук  
Ведущий научный сотрудник НИИЯФ МГУ

Д.И. Мелихов

Подпись Д.И. Мелихова удостоверяю:

Директор НИИЯФ МГУ  
профессор, доктор физ.-мат. наук



М.И. Панасюк