

С-609,

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2 - 12348

СОЛОВЦОВ
Игорь Леонидович

ПРИМЕНЕНИЕ
ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НА ГРУППЕ ЛОРЕНЦА
В СОСТАВНЫХ МОДЕЛЯХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Специальность 01.04.02 - теоретическая
и математическая физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна, 1979

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Постоянной тенденцией развития физики элементарных частиц является проникновение в область все меньших и меньших расстояний. При этом роль релятивистских эффектов при описании процессов столкновений частиц и ядер, движения кварков внутри адронов все более возрастает. Учет законов специальной теории относительности в первую очередь требует широкого применения аппарата релятивистской кинематики, в частности, теории представлений группы Лоренца.

Наиболее интересной областью приложения теоретико-групповых методов является задача двух тел в квантовой теории поля, в которой, в частности, в последнее время получил широкое применение гармонический анализ на группе Лоренца. Отметим, что к проблеме двух частиц существует ряд подходов. Широко известен четырехмерный ковариантный формализм, основанный на уравнении Бете-Солпитера^{/1/}. Однако данный подход не свободен от ряда недостатков, среди которых наиболее существенным является зависимость волновой функции системы двух частиц от относительного времени частиц, что затрудняет ее вероятностную трактовку. Кроме того, четырехмерный формализм не обладает явной преемственностью по отношению к нерелятивистскому аппарату квантовой механики, и требует методов, отличных от разработанных в квантовой механике. От указанных трудностей избавлен квазипотенциальный подход в квантовой теории поля, предложенный А.А.Логуновым и А.Н.Тавхелидзе^{/2/}. Дальнейшее развитие этого метода показало, что в рамках квазипотенциального подхода могут быть успешно решены как задачи рассеяния^{/3/}, так и задачи о связанных состояниях^{/4/}.

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики
Объединенного института ядерных исследований

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Н.Б.СМАЧКОВ

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

С.П.КУЛЕШОВ

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Л.Г.МОРОЗ

Ведущее научно-исследовательское учреждение:
Институт физики высоких энергий, Серпухов

Автореферат разослан " " 1979 г.

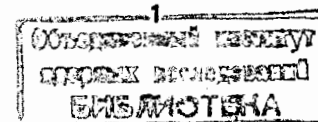
Защита диссертации состоится " " 1979 г.

на заседании Специализированного Ученого совета КО47.01.01
Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований, Дубна, московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

В.И.ДУРАВЛЕВ



В настоящее время существует несколько вариантов квазипотенциального подхода^{/5/}. В диссертации за основу принят квазипотенциальный подход, развитый В.Г.Кадышевским^{/5/} на основе гамильтоновой формулировки квантовой теории поля^{/7/} и обобщенный на случай частиц со спином $\frac{1}{2}$ ^{/8/}.

Квазипотенциальный подход по форме близок к аппарату нерелятивистской квантовой механики, а его уравнения являются трехмерными аналогами квантовомеханических уравнений Липпмана-Швингера и Шредингера, записанными в импульсном представлении. Более того, не только форму уравнений, но и члены взаимодействия, должным образом представленные в терминах элементов пространства Лобачевского, можно трактовать как непосредственное геометрическое обобщение известных потенциалов квантовой механики^{/9/}.

Новым плодотворным шагом явилось применение в квазипотенциальном подходе разложения на группе Лоренца^{/10/}. В^{/10/} было введено новое понятие релятивистского конфигурационного представления, которое является теоретико-групповым релятивистским обобщением координатного представления в квантовой механике. Переход в релятивистское конфигурационное представление позволил для ряда потенциалов найти аналитические решения квазипотенциального уравнения и построить теорию рассеяния бесспиновых частиц^{/11/}.

В связи с тем, что в большинстве случаев двухчастичные системы составлены из фермионов (позитроний, дейтрон, мезоны) актуальной является задача применения разложения на группе Лоренца в квазипотенциальных уравнениях для системы двух спиновых частиц.

В настоящее время идея о кварковой природе адронов стала общепринятой. Очевидно, что последовательное описание движения кварков внутри адронов возможно лишь в рамках существенно релятивистского аппарата. Применение разложений на группе Лоренца для описания различных характеристик составных частиц, в частности, формфакторов, представляет собой весьма перспективное направление в теории элементарных частиц.

В связи с интенсивным экспериментальным изучением спектра масс элементарных частиц и в особенности спектра чармония и ипсилон-мезонов актуальным является вопрос о расчете спектра масс и траекторий Редже мезонов в рамках релятивистской кварковой модели.

Цель работы. Применение разложения на группе Лоренца для построения квазипотенциального формализма в релятивистском конфигурационном представлении в случае системы двух взаимодействующих фермионов. Применение гармонического анализа на группе Лоренца для описания электромагнитных формфакторов составных частиц. Дальнейшая разработка метода квазиклассического приближения для квазипотенциального уравнения, записанного в релятивистском конфигурационном представлении, и исследование на его основе спектра масс и траекторий Редже векторных мезонов в рамках релятивистской кварковой модели.

Научная новизна и практическая ценность. В диссертации впервые с помощью разложения по основной серии унитарных неприводимых представлений группы Лоренца найдены в явном виде обзоры потенциалов однобозонного обмена в релятивистском конфигурационном представлении без использования разложения по степеням v^2/c^2 . Получены и исследованы релятивистские

аналоги спин-орбитальных и тензорных сил. Найдено квазипотенциальное уравнение в релятивистском конфигурационном представлении в присутствии спин-орбитальной и тензорной частей квазипотенциала. Получена система парциальных уравнений для состояний двухфермионной системы с полным спином $S=0$ и $S=1$, возникающая при учете этих двух сил.

Впервые в модели векторной доминантности с модификацией на малых расстояниях, следующей из гармонического разложения формфакторов нуклона на группе Лоренца, выполнен детальный анализ существующих экспериментальных данных по электромагнитным формфакторам протона.

Сформулирована динамическая модель факторизующихся кварков для описания асимптотического поведения формфакторов составных систем. Произведено сравнение предсказаний модели с экспериментальными данными для электромагнитных формфакторов \mathcal{N} -мезона и протона.

В рамках метода квазиклассического приближения, развитого для решения квазипотенциального уравнения в релятивистском конфигурационном представлении, впервые получено модифицированное условие квантования для потенциалов запирающего типа. С его помощью в релятивистской кварковой модели рассчитаны спектр масс и траектории Редже векторных мезонов.

Следующие результаты выдвигаются для защиты:

I. Преобразование фейнмановских матричных элементов амплитуды рассеяния, отвечающих однобозонному обмену, путем разложения по унитарным представлениям группы Лоренца в релятивистское конфигурационное представление. Получение таким образом релятивистских аналогов спин-орбитальных и тензорных сил.

2. Применение разложения на группе Лоренца в квазипотенциальном подходе в квантовой теории поля для описания системы двух частиц со спинами $1/2$. Вывод системы квазипотенциальных парциальных уравнений при наличии релятивистских спин-орбитальных и тензорных сил.

3. Исследование модели векторной доминантности с модификацией на малых расстояниях, вытекающей из гармонического разложения формфакторов на группе Лоренца. Описание в рамках этой модели мировых экспериментальных данных по упругому ep -рассеянию.

4. Формулировка динамической модели факторизующихся кварков для описания электромагнитных формфакторов составных частиц. Анализ в рамках этой модели электромагнитных формфакторов \mathcal{N} -мезона и протона.

5. Дальнейшее развитие приближенного метода релятивистского аналога метода квазиклассического приближения для решения квазипотенциального уравнения, преобразованного путем разложения по унитарным представлениям группы Лоренца в релятивистское конфигурационное представление. Формулировка релятивистского модифицированного условия квантования для квазипотенциалов запирающего типа и расчет на его основе спектра масс и траекторий Редже векторных мезонов в рамках релятивистской кварковой модели. Предсказание существования новых возбужденных состояний по радиальному и орбитальному квантовым числам для $\rho, \omega, \varphi, \psi$ и γ -семейств векторных частиц.

Апробация работы. Основные результаты диссертации неоднократно докладывались и обсуждались на семинарах ЛТФ и ЛЯП ОИИИ и Гомельского государственного университета.

Публикации. По результатам диссертации опубликовано семь статей.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав основного содержания, заключения и двух приложений, содержит 98 страниц машинописного текста, 7 рисунков, 6 таблиц и библиографический список литературы из 151 названия.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во Введении кратко рассмотрены основные методы, используемые для описания системы двух частиц в релятивистской квантовой теории. Излагаются основные результаты в квазипотенциальном подходе в квантовой теории поля, полученные путем применения разложений на группе Лоренца. Сформулированы задачи, решаемые в диссертации, и кратко изложено содержание работы.

В первой главе на основе применения разложений на группе Лоренца в квазипотенциальном подходе развит трехмерный релятивистский формализм описания системы двух взаимодействующих фермионов.

§ I и § 2 носят вводный характер. В § I обсуждаются основные свойства уравнений квазипотенциального подхода, сформулированного на основе гамильтонова формализма квантовой теории поля^{/6-8/}. Рассмотрены потенциалы однобозонного обмена, преобразованные в^{/9/} с помощью использования языка геометрии Лобачевского к виду, являющемуся непосредственным релятивистским обобщением потенциалов квантовой механики в импульсном пространстве. Подчеркивается, что с геометрической точки зрения квазипотенциальные уравнения представляют собой релятивистское обоб-

щение нерелятивистских уравнений Шредингера и Липпмана-Швингера. Причем это касается не только формы уравнений, но и членов взаимодействия.

В § 2 излагается метод введения релятивистского конфигурационного представления с помощью разложения по основной серии унитарных неприводимых представлений группы Лоренца и результаты, полученные с его помощью в квазипотенциальном подходе в случае бесспиновых частиц^{/10,11/}. Релятивистский аналог относительной координаты $\vec{z} = z\vec{n}$ вводится согласно^{/10/} с помощью функций

$$\xi(\vec{p}; \vec{n}, z) = \left(\frac{p_0 - \vec{p} \cdot \vec{n}}{M} \right)^{-1-i2M} , \quad p_0 = \sqrt{M^2 + \vec{p}^2} , \quad (1)$$

которые с точки зрения теории групп реализуют основную серию унитарных неприводимых представлений группы Лоренца^{/12/}. Приведены основные свойства функций $\xi(\vec{p}; \vec{n}, z)$, конечно-разностные операторы свободного гамильтониана \hat{H}_0 и вектора импульса \hat{P} . Подчеркивается теоретико-групповая связь нерелятивистской координаты и введенного в^{/10/} релятивистского аналога относительной координаты.

В § 3 вычислены образы потенциалов однобозонного обмена в релятивистском конфигурационном представлении. Найдены релятивистские аналоги спин-орбитальных и тензорных сил.

$$V_{SL}(\vec{z}) = g^2 \frac{p_0}{M} \frac{1}{z+i/M} \frac{1}{d+i/M} \left(1 - e^{-2\frac{i}{M} \frac{\partial}{\partial z}} \right) (\vec{S} \cdot \vec{L}) V_{\text{ок}}(z) , \quad (2)$$

где

$$\vec{L} = [\vec{z} \times \vec{p}] \exp\left(-\frac{i}{M} \frac{\partial}{\partial z}\right) \quad (3)$$

совпадает с оператором орбитального момента нерелятивистской теории.

$$V_T(z) = \frac{1}{3} \frac{z^2}{(z+i/M)(z+2i/M)} \left[\mu^2 + \frac{3M}{z} \left(1 - \frac{\mu^2}{2M^2} \right) \frac{\pm \hbar \gamma M a}{\sqrt{1 - \mu^2/4M^2}} + \right. \\ \left. + \frac{1}{z^2} \frac{3 - 2\mu^2/M^2 (1 - \mu^2/4M^2) - 3/(2e\hbar \gamma M a)}{1 - \mu^2/4M^2} \right] V_{\text{лок}}(z), \\ a = a z \cos \frac{\mu^2 - 2M^2}{2M^2}. \quad (4)$$

В нерелятивистском пределе (2) и (4) переходят в соответствующие привычные потенциалы квантовой механики. В релятивистских потенциалах (2) и (4) отсутствует характерная для их нерелятивистских аналогов сингулярность z^{-3} . Этот факт является следствием конечно-разностной природы релятивистских операторов свободного гамильтониана \hat{H}_0 и импульса \hat{p} , содержащих операторы сдвига по мнимой оси в комплексной плоскости с шагом, равным комptonовской длине волны $1/M$. В отличие от операции дифференцирования, действие разностного оператора на сингулярную функцию в данном случае не увеличивает порядок сингулярности. Возникает лишь новая особенность в комплексной точке, отстоящей от действительной оси на комptonовскую длину волны. Эти два различных полюса "видны" с точки зрения нерелятивистского описания как единая сингулярность более высокого порядка. В данном смысле нерелятивистский формализм можно назвать вырожденным. Последовательное релятивистское описание обладает более высокой "разрешающей способностью" и снимает это вырождение.

В § 4 найдены локальные трехмерные квазипотенциальные уравнения в релятивистском конфигурационном представлении в присутствии спин-орбитальных и тензорных сил.

В § 5 получена система парциальных уравнений, описывающая релятивистскую систему двух фермионов с полным спином $S=0$ и $S=1$, взаимодействующих посредством спин-орбитального и тензорного потенциалов. Показано, что в развитом парциальном формализме угловая зависимость волновой функции полностью аналогична нерелятивистскому случаю. Изменению подвергается лишь ее радиальная зависимость.

Вторая глава посвящена исследованию моделей электромагнитных формфакторов адронов, основанных на применении гармонического анализа на группе Лоренца.

В § I на основе предложенного в [13] метода анализа структуры частиц в релятивистском конфигурационном представлении исследована модель векторной доминантности. Показано, что известные легкие векторные мезоны $\rho, \rho', \rho'', \omega, \varphi$ определяют вклад в формфактор нуклона на расстояниях, превышающих его комptonовскую длину волны $1/M$. Модель векторной доминантности модифицируется на малых расстояниях учетом вклада центральной части нуклона с радиусом $1/M$ в виде фактора y/shy (где y - быстрота), который следует из разложения формфактора по унитарным представлениям группы Лоренца. В результате формула для электромагнитных формфакторов нуклона в приближении бесконечно узких резонансов имеет вид

$$G(t) = \frac{y}{shy} \sum_v \frac{a_v}{1 - t/M_v^2}, \quad (5)$$

который определяет дипольный закон убывания нуклонного формфак-

тора для больших переданных импульсов

$$G(t) \sim \frac{G_0(t/M^2)}{t^2} \quad (6)$$

Суммирование в (5) ведется по векторным мезонам. Множитель y/shy в (5) является релятивистским геометрическим фактором. Он обрещается в единицу в нерелятивистском пределе. Отметим, что введенный фактор y/shy не содержит новых варьируемых параметров и фиксирован разложением на массовом гиперболоиде нуклона.

В § 2 приведены результаты анализа экспериментальных данных по электромагнитным формфакторам протона в модели векторной доминантности, модифицированной на малых расстояниях. Помимо формулы (5) использовались формулы, в которых учитывается возможность существования ядра у нуклона. В этом случае параметризация формфактора имеет вид

$$G(t) = \frac{y}{shy} \left[1 - \sum_r a_r + \sum_r \frac{a_r}{1 - t/M_r^2} \right].$$

Учитывалась также конечная ширина ρ -мезона.

В диссертации был проведен анализ практически всех имеющихся мировых данных (299 точек) по упругому ep -рассеянию. Оказалось, что учет вклада центральной части протона путем включения множителя y/shy заметно улучшает качество описания. При этом достаточно включения в рассмотрение только открытых легких векторных мезонов без привлечения гипотетических частиц. Установлено, что имеющиеся экспериментальные данные не свидетельствуют в пользу наличия ядра у нуклона.

Использовалась также следующая параметризация формфактора

$$G(t) = \frac{y}{shy} \left(\frac{a_1}{1 - a_2 t} + \frac{1 - a_1}{1 - a_3 t} \right).$$

Минимум функционала χ^2 достигается при параметрах

$$a_2^{-1/2} = 1,62 \pm 0,04 \text{ (ГэВ/с)}$$

$$a_3^{-1/2} = 0,63 \pm 0,01 \text{ (ГэВ/с)}$$

Первое из значений близко к массе ρ (1,6) мезона, второе - к массе ρ (0,73) мезона.

В § 3 кратко описаны основные положения модели факторизующихся кварков^{/14/}. В этой модели процесс высокоэнергетического упругого рассеяния адронов на большие углы рассматривается следующим образом. Столкнующиеся адроны создают некоторое самосогласованное поле V эфф, на котором кварки, входящие в состав адронов, рассеиваются квазинезависимым образом. При этом принимается, что амплитуде рассеяния двух адронов на угол θ (в системе центра масс) равна произведению амплитуд рассеяния отдельных валентных кварков $g_q(\theta)$ на потенциале V эфф:

$$M_{ab \rightarrow ab} = \prod_{q_a} g_{q_a}(\theta) \prod_{q_b} g_{q_b}(\theta) \quad (7)$$

В § 4 сформулирована динамическая модель факторизующихся кварков и рассмотрено ее применение для описания электромагнитных формфакторов адронов. Использовано предположение о том, что при высокоэнергетическом рассеянии на большие углы характерный размер области взаимодействия кварков определяется их комптоновской длиной волны. Для реализации этого предположения ока-

здесь удобным аппарат разложения по унитарным представлениям группы Лоренца.

Установлен явный вид элементарной амплитуды

$$g_q(\theta) \sim \frac{y_q}{sh y_q} = \frac{2M_q^2 \ln \left[1 - \frac{t_q}{2M_q^2} + \frac{1}{2M_q^2} \sqrt{t_q(t_q - 4M_q^2)} \right]}{\sqrt{t_q(t_q - 4M_q^2)}},$$

где t_q - передача импульса кварка ($t_q \approx t / (\text{число составляющих})^2$), y_q - быстрота, отвечающая t_q .

На основе идеи Ву и Янга о том, что электромагнитная структура частиц находится в соответствии с распределением "сильно взаимодействующей материи", получена формула для электромагнитного формфактора адрона при больших переданных импульсах

$$G_h(t) \sim \prod_{q_h} \frac{y_{q_h}}{sh y_{q_h}}, \quad (8)$$

где в произведение входят амплитуды всех валентных кварков, составляющих адрон h .

Выражение (8) может быть переписано в виде привычной степенной зависимости

$$G_h(t) \sim \left[\frac{|t|}{n^2 M_q^2} \right]^{-N_{эфф}(t)}$$

$$N_{эфф}(t) = n - n \frac{\ln \ln (|t|/n^2 M_q^2)}{\ln (|t|/n^2 M_q^2)},$$

где n - число валентных кварков.

Произведено сравнение предсказаний модели с экспериментальными данными для формфактора протона и π -мезона. Каче-

ство описания соответствует следующим χ^2 на одну степень свободы: для протона $\chi_{d.f.}^2 = 13,3/(14-2)$, для π -мезона $\chi_{d.f.}^2 = 20,6/(16-2)$. Важно отметить, что такое описание достигнуто с единым значением массы кварка $M_q = 0,16$ ГэВ как для протона, так и для π -мезона.

Отметим, что в рамках данной модели могут быть описаны не только электромагнитные формфакторы адронов, но и высокоэнергетические адрон-адронное упругое рассеяние на большие углы и процессы глубоконеупругого рассеяния лептонов на адронах/15/.

Третья глава посвящена дальнейшему развитию предложенного в/16/ метода квазиклассического приближения для конечно-разностного квазипотенциального уравнения и его использовании в релятивистской кварковой модели для отыскания спектра масс и траектории Радже векторных мезонов.

В § I изложен квазиклассический метод решения конечно-разностного квазипотенциального уравнения в релятивистском конфигурационном представлении. Получены волновые функции в квазиклассическом приближении и исследовано их характерное поведение в случае потенциалов запирающего типа. Установлено условие применимости квазиклассического приближения, которое в нерелятивистском пределе переходит в обычное условие, возникающее при квазиклассическом решении уравнения Шредингера, а в ультрарелятивистском пределе имеет вид

$$t \left| \frac{d}{dz} \ln \left| \frac{\lambda(z)}{t} \right| \right| \ll 1,$$

где

$$\lambda(z) = \hbar / p(z) = \hbar / mc \operatorname{sh} \chi(z)$$

$$\chi(z) = \operatorname{Ar} \operatorname{ch} \frac{W - V(z)}{2mc^2} \quad (9)$$

$\lambda = \hbar/mc$ - комптоновская длина волны, W - полная энергия системы, $V(z)$ - квазипотенциал, заданный в релятивистском конфигурационном представлении.

В § 2 в рамках релятивистского квазиклассического приближения получено условие квантования, имеющее вид

$$\frac{1}{2} \int_a^b dz \ln \left[\frac{cb\chi(z) + \sqrt{sb^2\chi(z) - \frac{\lambda^2(e+\frac{1}{2})^2}{z^2}}}{cb\chi(z) - \sqrt{sb^2\chi(z) - \frac{\lambda^2(e+\frac{1}{2})^2}{z^2}}} \right] = \lambda\pi \left(n + \frac{1}{2}\right). \quad (10)$$

Классические точки поворота a и b определяются как корни уравнения

$$sb^2\chi(z) = \frac{\lambda^2(e+\frac{1}{2})^2}{z^2}. \quad (11)$$

Для потенциала $V(z) = \sigma z^s$, $s > 0$ условие квантования принимает вид

$$\sqrt{\frac{F}{2}} \left(\frac{2me^2}{\sigma}\right)^{1/s} (sb\chi_n)^{1/2+1/s} \Gamma\left(1+\frac{1}{s}\right) P_{-1/2-1/s}^{-1/2} (cb\chi_n) = \lambda\pi \left(n + \frac{1}{2}\right) \quad (12)$$

где $P_n^\nu(cb\chi)$ - функции Лежандра, а $\chi_n = A \operatorname{arsh} \frac{W_n}{2mc^2}$.

В этом же параграфе в рамках квазиклассического приближения найдено значение модуля волновой функции в начале координат, необходимое для вычисления лептонных ширин распадов мезонов в кварковой модели. Полученная формула имеет вид

$$|\Psi_n(0)|^2 = \frac{m^2 c}{4\pi^2 \hbar^3} \frac{\chi_n^2}{sb\chi_n} \frac{dW_n}{dn}. \quad (13)$$

В § 3 получено модифицированное условие квантования для потенциалов запирающего типа, удобное при исследовании орбитальных возбужденных состояний и траекторий Редже мезонов. Это

условие имеет вид

$$\int_a^b dz \chi(z) = \lambda\pi \left(n + \frac{e}{2} + \frac{3}{4}\right), \quad (14)$$

где в данном случае b является классической точкой поворота в потенциале без учета центробежного члена, т.е. совпадает с классической точкой поворота в случае движения с нулевым орбитальным моментом.

В § 4 в релятивистской кварковой модели с потенциалом запираения на основе модифицированного условия квантования найдены спектр масс и траектории Редже векторных мезонов.

Рассмотрен линейно растущий с расстоянием квазипотенциал $V(z) = \sigma z^x$. Для этого случая модифицированное условие квантования (14) принимает вид

$$\chi_n cb\chi_n - sb\chi_n = \frac{\sigma}{2mc^2} \lambda\pi \left(n + \frac{e}{2} + \frac{3}{4}\right). \quad (15)$$

На основе (15) получен спектр радиальных и орбитальных возбуждений ρ , ω , φ , Ψ и η - семейств векторных мезонов. Произведено сравнение с экспериментальными данными. Приведены траектории Редже для ρ и Ψ мезонов. Отмечается, что в случае ρ - мезонов в исследуемом интервале масс траектории с хорошей точностью являются линейными.

Рассмотрена также модель с квазипотенциалом $V(z) = \sigma z - V_0$.

x) Этот квазипотенциал является непосредственным релятивистским обобщением широко используемого в нерелятивистских кварковых моделях линейно растущего с расстоянием потенциала, обеспечивающего невылетание кварков.

В Заключении подведен итог полученных в диссертации результатов.

В Приложении А приведен вывод выражения для релятивистского тензорного потенциала.

В Приложении Б рассмотрен вывод квазипотенциального уравнения при наличии релятивистских спин-орбитальных сил.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ДИССЕРТАЦИИ

1. С помощью применения гармонического анализа на группе Лоренца найдены образы потенциалов однобозонного обмена в релятивистском конфигурационном представлении, в которых сохранена вся информация о взаимодействии, заложенная в фейнмановских матричных элементах амплитуды рассеяния. Получены релятивистские аналоги спин-орбитальных и тензорных сил.

2. На основе квазипотенциального уравнения для системы двух фермионов развит парциальный формализм. Получена система парциальных уравнений для состояний с полным спином $S=0$ и

$S=1$ при наличии спин-орбитального и тензорного квазипотенциалов.

3. Показано, что модель векторной доминантности с вытекающей из разложения формфактора нуклона по унитарным представлениям группы Лоренца модификацией на малых расстояниях, позволяет описать экспериментальные данные по электромагнитным формфакторам протона при использовании лишь открытых легких векторных мезонов и без привлечения гипотетических частиц.

4. Предложена динамическая модель факторизующихся кварков для описания асимптотического поведения формфакторов составных частиц. Продемонстрировано хорошее описание в рамках этой модели электромагнитных формфакторов π -мезона и протона.

5. В диссертации получил дальнейшее развитие релятивистский метод квазиклассического приближения для конечно-разностного квазипотенциального уравнения в релятивистском конфигурационном представлении. Получено релятивистское модифицированное условие квантования для потенциалов запирающего типа. С его помощью в рамках кварковой модели вычислены спектр масс и траектории Редже векторных мезонов. Предсказано существование новых возбужденных состояний по радиальному и орбитальному квантовым числам для $\rho, \omega, \varphi, \psi$ и η - семейств векторных частиц.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

Н.Б.Скачков, И.Л.Соловцов. Письма в ЖЭТФ 25, 334 (1977);
JINR E2-9504, Dubna, 1976.

Н.Б.Скачков, И.Л.Соловцов. ЯФ 26, 695 (1977);
JINR E2-9763, Dubna, 1976.

Н.В.Скачков, И.Л.Соловцов. JINR E2-10260, Dubna, 1976.

Н.Б.Скачков, И.Л.Соловцов. ОИЯИ P2-10320, Дубна, 1976.

С.И.Биленькая, Н.Б.Скачков, И.Л.Соловцов. ЯФ 26, 1051 (1977).
JINR E2-10404, Dubna, 1977.

Н.В.Скачков, И.Л.Соловцов. JINR E2-10530, Dubna, 1977.

Н.Б.Скачков, И.Л.Соловцов. Письма в ЖЭТФ 28, 326 (1978)
JINR E2-11569, Dubna, 1978.

Л и т е р а т у р а

1. E.Salpeter, H.Bethe. Phys. Rev. 54, 1232 (1951).

2. A.A.Logunov, A.N.Tavkhelidze. Nuovo Cim. 29, 380 (1963).

3. С.В.Голоскоков, С.П.Кулешов, В.А.Матвеев, М.А.Смондырев.
ОИЯИ Р2-8337, Дубна, 1974; ТМФ 24, 24 (1975), ОИЯИ
Р2-8897, Дубна, 1976; ЭЧАЯ 8, 969 (1977).
4. Р.Н.Фаустов, ОИЯИ Р-1572, Дубна, 1964; ЭЧАЯ 3, 238 (1972).
Ю.Н.Тюхтяев, Р.Н.Фаустов, ЯФ, 2, 882 (1965).
5. V.A.Matveev, R.M.Muradyan, A.N.Tavkhelidze.
JINR E2-3498, Dubna, 1967; ОИЯИ Р2-3900, Дубна, 1968;
В.Р.Герсеванишвили, А.Н.Квинихидзе, В.А.Матвеев,
А.Н.Тавхелидзе, Р.Н.Фаустов.
ТМФ 23, 310 (1975); ТМФ 25, 37 (1975).
А.А.Логонов, В.И.Саврин, Н.Е.Тюрин, О.А.Хрусталеv.
ТМФ 6, 157 (1971);
В.И.Саврин, Н.Е.Тюрин, О.А.Хрусталеv. ЭЧАЯ 7 21 (1976).
R.N.Faustov. Nucl. Phys. 75, 669 (1966);
ТМФ 3, 240 (1970);
Ann. of Phys. 78, 176 (1973).
6. V.G.Kadyshevsky. Nucl. Phys. B6, 125 (1966);
7. В.Г.Кадышевский. ЖЭТФ 46, 654, 872 (1964).
8. V.G.Kadyshevsky, M.D.Mateev. Nuovo Cim. 55A, 275 (1968).
9. Н.Б.Скачков. ТМФ 22, 213 (1975).
10. V.G.Kadyshevsky, R.M.Mir-Kasimov, N.B.Skachkov.
Nuovo Cim. 55A, 233 (1968).
11. В.Г.Кадышевский, Р.М.Мир-Касимов, Н.Б.Скачков.
ЭЧАЯ 2, 635 (1972).
12. И.С.Шапиро. ДАН СССР 106, 647 (1956).
13. Н.Б.Скачков. ТМФ 25, 313 (1975).
14. H.Kawaguchi, Y.Sumi, H.Yokomi. Progr. Theor. Phys. 38,
1178, 1183 (1967).

15. А.Ф.Пашков, Н.Б.Скачков, И.Л.Соловцов. Письма в ЖЭТФ 25,
452 (1977); ОИЯИ Р2-10490, Дубна, 1977;
ОИЯИ Р2-11211, Дубна, 1978.
16. А.Д.Донков, В.Г.Кадышевский, М.Д.Матеев, Р.М.Мир-
Касимов. Международный семинар по взаимодействию адронов
при высоких энергиях. Изд-во Азербайджанского государст-
венного университета. Баку, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 марта 1979 года