ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

11-80-764

ЛОБАНОВ
Юрий Юрьевич

НЕКОТОРЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В НЕЛОКАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КВАРКОВ

Специальность: 01.01.07 - вычислительная математика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1980

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:
доктор физико-математических наук — Жидков Евгений Петрович,
доктор физико-математических наук — Ефимов Гарий Владимирович.

Официальные оппоненты:
доктор физико-математических наук — Морозов Владимир Алексеевич,
доктор физико-математических наук — Зиновьев Геннадий Михайлович.

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

Автореферат разослан "____"__________ 1980 г.

Защита диссертации состоится "____"__________ 1981 г.
в "   " часов на заседании Специализированного совета Д047.01.04 при Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, г. Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических
наук — З.М.Иванченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность

Вычисление характеристик различных физических процессов является одной из важнейших задач, к которой приводят исследования в квантовой теории поля [1]. Весьма широкий круг явлений может быть описан в рамках теории возмущений. При вычислении амплитуд физических процессов в заданном порядке теории возмущений обычно приходится решать в числе прочих следующие задачи, требующие использования методов вычислительной математики:

1) построение (генерирование) фейнмановских диаграмм, соответствующих данному типу взаимодействия и заданному порядку теории возмущений;

2) построение подынтегральных выражений из полученного набора диаграмм;

3) вычисление интегралов по фейнмановским параметрам.

Решение этих задач в большинстве случаев является достаточно сложным и практически не может быть осуществлено без помощи электронно-вычислительных машин,в связи с чем особую актуальность имеет разработка методов их решения на ЭВМ.

Методы решения на ЭВМ задач 1) - 2) начали эффективно развиваться лишь в последнее время, главным образом в связи с созданием мощных систем аналитических преобразований на ЭВМ [2]. К настоящему

---

[1] Н.Н.Боголюбов, Д.В.Ширков. Введение в теорию квантованных полей. "Наука", М., 1976.

[2] A.C.Hearn. In: Proceeding of the Intern. Meeting on programming and math. methods for solving the phys. problems. Dubna, JINR, D10,11 - 11264, 1978, p.96.

времени из литературы известны четыре различные программы, позволяющие реализовать на ЭВМ генерирование фейнмановских диаграмм [3,4,5,6]. Две из них [3,4] производят также построение подынтегральных выражений и вычисление интегралов. Все четыре программы не свободны от недостатков, а, кроме того, используемый в них подход к вычислению элементов матрицы рассеяния в некоторых случаях (например, при расчетах в нелокальной модели кварков [7]) оказывается малоэффективным. Таким образом, развитие квантовой теории поля, возникновение новых моделей взаимодействия элементарных частиц настоятельно требуют дальнейших исследований в этой области.

Работы, положенные в основу диссертации, выполнены в соответствии с проблемно-тематическим планом научно-исследовательских работ ОИЯИ.

Цель работы

Целью диссертации является разработка методов вычисления с помощью ЭВМ характеристик физических процессов в квантовой теории поля, развитие математического аппарата для решения ряда задач, возникающих при расчетах в рамках нелокальной модели кварков, а также применение разработанных методов и алгоритмов к расчетам конкретных физических процессов в рамках этой модели.

Для нахождения характеристик физических процессов в рамках теории возмущений необходимо вычислять элементы матрицы рассеяния, которые в n - м порядке теории возмущений записываются в виде [I]:

[3] J.Calmet, M.Perrottet. J.Comp.Phys., 1971, 7, p.191.

[4] J.A.Campbell, A.C.Hearn. J.Comp.Phys., 1970, 5, p.280.

[5] M.Perrottet. In: Comput. as a Language of Phys. Vienna, IAEA, 1972, p.555.

[6] T.Sasaki. J.Comp.Phys., 1976, 22, p.189.

[7] Г.В.Ефимов, М.А.Иванов. ОИЯИ, Р2-10740, Дубна, 1977.

$$S_n = \underbrace{\int \ldots \int}_{n} S^{(n)}(x_1, x_2, \ldots, x_n)\, d^4x_1 d^4x_2 \ldots d^4x_n , \qquad (I)$$

где

$$S^{(n)}(x_1, \ldots, x_n) = \frac{i^n}{n!} T\{\mathcal{L}_I(x_1) \ldots \mathcal{L}_I(x_n)\};$$
$$x = \{x^0, x^1, x^2, x^3\} = \{x^0, \vec{x}\}. \qquad (2)$$

Здесь T - хронологический оператор Вика [I], $\mathcal{L}_I(x)$ - лагранжиан взаимодействия полей, участвующих в рассматриваемом процессе.

Квадрат матричного элемента $S_{fi} = (\Phi_f^+ S_n \Phi_i)$ определяет вероятность перехода системы из состояния Φ_i в состояние Φ_f.

Отдельное место в диссертации занимает исследование проблемы генерирования фейнмановских диаграмм.

Научная новизна работы

I. Разработан алгоритм нахождения с помощью аналитических преобразований на ЭВМ подынтегральных выражений $S^{(n)}(x_1, \ldots, x_n)$ элементов матрицы рассеяния в заданном порядке теории возмущений /I/. Новизна этого алгоритма заключается в том, что в отличие от известных работ [3,4], выражения для элементов S - матрицы находятся в диссертации не из набора предварительно сконструированных фейнмановских диаграмм, а непосредственно из лагранжианов взаимодействия согласно (2) в координатном представлении. При таком подходе не возникает проблемы исключения топологически эквивалентных диаграмм и диаграмм, лишенных физического смысла, а также автоматически находятся все необходимые коэффициенты, связанные с различного рода свойствами симметрии, определение которых затруднительно при использовании подхода, рассмотренного в [3,4].

2. Разработан алгоритм генерирования с помощью ЭВМ фейнмановских диаграмм флуктуаций вакуума для случая взаимодействия типа $g\bar{\Psi}\Psi\varphi$ в

произвольном заданном порядке теории возмущений. В отличие от существующих алгоритмов генерирования фейнмановских диаграмм разработанный в диссертации алгоритм подразумевает исключение несвязных графов и графов, содержащих фермионные петли, а также суммирование топологически эквивалентных диаграмм с целью определения коэффициентов при различных типах диаграмм. Разработан также алгоритм нахождения с помощью аналитических преобразований на ЭВМ подынтегральных выражений, соответствующих фейнмановским диаграммам флуктуаций вакуума в случае взаимодействия $g\bar{\psi}\psi\varphi$.

3. Доказана сходимость несобственных интегралов, определяющих элементы матрицы рассеяния при расчетах в рамках нелокальной модели кварков, а также разработана методика вычисления с помощью ЭВМ элементов S - матрицы в координатном и импульсном представлениях /2/.

4. Впервые построены все типы фейнмановских диаграмм флуктуаций вакуума в восьмом порядке теории возмущений и найдены соответствующие им комбинаторные коэффициенты, а также построены подынтегральные выражения, соответствующие этим диаграммам.

5. С помощью разработанных методов и алгоритмов, реализованных в виде комплекса программ для ЭВМ, получены новые численные результаты, важные для физических исследований.

Практическая ценность

В результате выполненных исследований созданы алгоритмы и программы, позволяющие эффективно решать с помощью ЭВМ широкий круг задач в квантовой теории поля. Диссертация охватывает весь цикл теоретического нахождения характеристик физических процессов, начиная с получения необходимых выражений с помощью аналитических преобразований на ЭВМ и кончая нахождением численных значений, представляющих практический интерес.

Разработанные в диссертации методы и алгоритмы успешно использовались при решении ряда задач в рамках нелокальной модели кварков,

в результате чего были получены ценные физические результаты. Впервые в рамках данной модели были произведены расчеты ряда физических процессов с участием барионов и барионных резонансов, в том числе

- рассчитаны поправки к массам в октете барионов /3/;
- получены значения ширин лептонных распадов барионов /4,5/;
- определена перенормировка аксиальной константы связи, вызванная чисто сильным взаимодействием /5/;
- найдена интенсивность вклада F- и D- связи в матричные элементы лептонных распадов барионов /5/;
- вычислены значения аномальных магнитных моментов барионов и слабого магнетизма /5/;
- получены значения ширин распадов декаплета барионных резонансов /6/;
- определены величины магнитных моментов D-B переходов /6/.

Сравнение полученных численных результатов с имеющимися экспериментальными данными позволило сделать вывод о том, что нелокальная модель кварков способна успешно описывать рассмотренные процессы барионной физики низких энергий.

Апробация работы

Работы, положенные в основу диссертации, докладывались на научных семинарах ОИЯИ, а также на заседаниях кафедры физики элементарных частиц физического факультета МГУ. Некоторые результаты доложены на юбилейной научной конференции "Ломоносовские чтения" МГУ, 1979г.

Публикации

Диссертация основана на результатах 6 работ, опубликованных в журнале "Ядерная физика" и в виде сообщений ОИЯИ.

Объем диссертации

Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения и списка литературы, содержащего 59 наименований. Общий объем диссертации составляет 126 страниц, в том числе 7 таблиц и 18 рисунков.

Содержание диссертации

Во введении очерчен круг проблем, исследуемых в диссертации. Приведен обзор литературы, посвященной вычислению на ЭВМ элементов матрицы рассеяния, и рассмотрены достоинства и недостатки существующих методов и алгоритмов. Описаны правила нахождения амплитуд физических процессов в рамках теории возмущений и дана физическая и математическая постановки задачи. Приведены описание структуры диссертации и перечень основных результатов.

В главе I содержатся основные математические результаты диссертации.

§I посвящен разработке методов получения с помощью аналитических преобразований на ЭВМ выражений для элементов матрицы рассеяния. Рассматривается структура элемента S – матрицы, описывающей заданный физический процесс в произвольном порядке теории возмущений. Разработан алгоритм /I/ нахождения с помощью ЭВМ подынтегральных выражений для элементов S – матрицы непосредственно из лагранжианов взаимодействия (без промежуточного этапа генерирования фейнмановских диаграмм) согласно (2) в координатном представлении. Разработанный алгоритм в соответствии с теоремой Вика [I] включает в себя перечисление и суммирование всех различных комбинаций, суммирование по лоренцевым индексам, перемножение антисимметричных тензоров, приведение подобных членов. Алгоритм реализован в программе для ЭВМ, написанной на языке системы аналитических вычислений SCHOONSCHIP [8]. Результатом работы программы является выражение для $S^{(n)}(x_1,\dots,x_n)$ в виде суммы членов, содержащих произведения пропагаторов $G(x_i-x_j)$ и γ – матриц Дирака.

При расчетах в нелокальной модели кварков пропагатор кваркового поля обычно представляется в виде

---

[8] H.Strubbe. Comp.Phys.Comm., 1974, 8, p.I.

$$G(x) = A(x^2) + i\hat{x}\,B(x^2)\ ; \qquad x = \{x^0, \vec{x}\}, \qquad (3)$$

где $\hat{x} = \gamma^\mu x^\mu$; $A(x^2)$ и $B(x^2)$ выражаются через 4-мерные интегралы. Для реализации на ЭВМ дальнейшего расчета (2) разработана программа /I/, также написанная на языке системы SCHOONSCHIP. Эта программа подставляет $G(x_i-x_j)$ в выражение для $S^{(n)}(x_1,\dots,x_n)$ согласно (3) и осуществляет преобразование выражений, содержащих γ – матрицы, взятие шпуров и приведение подобных членов. Результатом работы программы является выражение с явной зависимостью от $A(x^2)$ и $B(x^2)$.

В §2 находится представление пропагатора кваркового поля в координатном пространстве. Для этой цели рассмотрены следующие 4-мерные интегралы:

$$\mathcal{A}(v^2;\xi) = \frac{1}{\pi^2}\int \cos(\xi\sqrt{p^2})\cdot e^{-i(pv)-\eta p^2}\, d^4p\,,$$
$$\mathcal{B}(v^2;\xi) = \frac{1}{\pi^2}\int \frac{i(pv)}{\sqrt{v^2}}\cdot\frac{\sin(\xi\sqrt{p^2})}{\sqrt{p^2}}\cdot e^{-i(pv)-\eta p^2}\, d^4p\,, \qquad (4)$$

определяющие пропагатор $G(x)$ при его представлении в форме (3) с помощью соотношений

$$A(x^2) = \frac{1}{\pi^2 L^3}\,\mathcal{A}(v^2;\xi)\,,$$
$$B(x^2) = \frac{1}{\pi^2 L^3}\cdot\frac{1}{\sqrt{x^2}}\,\mathcal{B}(v^2;\xi)\,,$$

где $v = \frac{2x}{L}$; η, ξ и L – параметры модели:

$$0 \le |\xi| \le 2\,,$$
$$0{,}9 \le \eta \le 1{,}1\,,$$
$$L \approx \frac{1}{320\ \text{МэВ}}\,.$$

Кратность интегралов (4) удается понизить путем интегрирования по 4-мерному евклидову пространству в сферических координатах:

$$\mathcal{A}(v^2;\xi) = 4\int_0^\infty t^2\cos(\xi t)\, e^{-\eta t^2}\,\frac{J_1(t\sqrt{v^2})}{\sqrt{v^2}}\, dt\,,$$

$$\mathcal{B}(v^2;\xi) = 4\int_0^\infty t^2 \sin(\xi t)\, e^{-\eta t^2} \frac{J_2(t\sqrt{v^2})}{\sqrt{v^2}}\, dt\,, \qquad (5)$$

где $J_\nu(z)$ – функция Бесселя. Основным результатом §2 является

Теорема I. /2/ Для любого $w\in[0,\infty)$, $\eta>0$ и произвольного вещественного ξ интеграл

$$R_m = \int_0^\infty x^2 e^{-\eta x^2}\, T_m(\xi x)\, \frac{J_m(wx)}{w}\, dx \qquad (m=1,2)\,,$$

где $T_1(\xi x) = \cos\xi x$; $T_2(\xi x)=\sin\xi x$, может быть представлен в виде

$$R_m = w^{m-1} e^{-\frac{w^2}{4\eta}}\left\{P_{1,m}(w^2)+\sum_{k=0}^{n_m} P^{(k)}_{2,m}(w^2)\int_0^\xi e^{-\frac{1}{4\eta}(\xi^2-t^2)}\, I_{2k}\left(\frac{w}{2\eta}\sqrt{\xi^2-t^2}\right)dt\right\}, \qquad (6)$$

причем $P_{1,m}(w^2)$ и $P^{(k)}_{2,m}(w^2)$ – полиномы от w^2 степени I и 2 соответственно; $n_m<\infty$; $I_\nu(z)$ – модифицированная функция Бесселя.

В ходе доказательства установлено, что $n_1=3$; $n_2=4$ и определены все коэффициенты полиномов $P_{1,m}(w^2)$ и $P^{(k)}_{2,m}(w^2)$. Благодаря представлению $\mathcal{A}(w^2;\xi)$ и $\mathcal{B}(w^2;\xi)$ в форме (6), эти выражения удается оценить по модулю некоторыми функциями, достаточно быстро стремящимися к нулю при $w\to\infty$, а также существенно облегчается их численное нахождение.

В §3 рассматривается вычисление следующих 4-мерных интегралов:

$$J_{sqz}(\tilde m,\xi)=\frac{i}{4\pi^2}\int e^{i(pv)}X_s(v^2;\xi)X_q(v^2;\xi)X_z(v^2;\xi)\,d^4v\Big|_{p^2=-\tilde m^2}, \qquad (7)$$

определяющих элементы S – матрицы при расчетах в нелокальной модели кварков. Здесь $\tilde m=\frac{mL}{2}$, $m=Const>0$ (масса частицы); s,q,z – произвольные комбинации из чисел $\{1,2\}$;

$$X_1(v^2;\xi) = \mathcal{A}(v^2;\xi),$$
$$X_2(v^2;\xi) = \mathcal{B}(v^2;\xi).$$

Путем интегрирования по 4-мерному евклидову пространству в сферических координатах интегралы (7) сводятся к

$$J_{sqz}(\tilde m,\xi)=\int_0^\infty t^2\,\frac{I_1(\tilde m t)}{\tilde m}\,X_s(t^2;\xi)X_q(t^2;\xi)X_z(t^2;\xi)\,dt, \qquad (8)$$

где $I_1(z)$ – модифицированная функция Бесселя. В §3 доказывается

Теорема 2. /2/ Каковы бы ни были значения вещественных параметров ξ , $\tilde m$ и $\eta\neq 0$, интегралы (8) сходятся, причем сходятся абсолютно.

Доказательство теоремы носит конструктивный характер, т.е. указывает метод численного нахождения интегралов (8) с заданной точностью. При вычислении интегралов (8) с заданной относительной погрешностью ε использовалась апостериорная оценка

$$\left|\frac{\delta^T_{sqz}(\tilde m,\xi)}{J_{sqz}(\tilde m,\xi)}\right| \le \frac{\bar\delta^T_{sqz}(\tilde m,\xi)}{|J^T_{sqz}(\tilde m,\xi)|-\bar\delta^T_{sqz}(\tilde m,\xi)} \le \varepsilon\,, \qquad (9)$$

где $J^T_{sqz}(\tilde m,\xi)$ и $\delta^T_{sqz}(\tilde m,\xi)$ представляют собой интеграл (8), в котором интегрирование по t ведется от 0 до T и от T до бесконечности соответственно, причем для $\delta^T_{sqz}(\tilde m,\xi)$ получена оценка

$$|\delta^T_{sqz}(\tilde m,\xi)| \le \bar\delta^T_{sqz}(\tilde m,\xi)\xrightarrow[T\to\infty]{} 0$$

с явной зависимостью от T , $\tilde m$ и ξ . Численный счет на ЭВМ показал, что условие (9), в частности для $\varepsilon=1\%$, выполняется уже при $T=14$ для всех необходимых интегралов.

В §4 рассматривается нахождение некоторых 4-мерных несобственных интегралов, встречающихся при расчетах в импульсном представлении в рамках нелокальной модели кварков. Типичным интегралом по импульсным переменным является

$$R = \iint f(P_1^2,(P_1+P_2)^2,P_2^2)\,d^4P_1\,d^4P_2\,, \qquad (10)$$

где подынтегральные выражения f представляют собой произведения функций $\tilde{\mathcal{A}}(P^2;\xi)$, $\tilde{\mathcal{B}}(P^2;\xi)$ или их производных, например,

$$\tilde{\mathcal{A}}(P_1^2;\xi)\cdot\tilde{\mathcal{A}}((P_1+P_2)^2;\xi)\cdot\frac{\partial\tilde{\mathcal{B}}(P_2^2;\xi)}{\partial(P_2^2)}$$

и т.д. Здесь

$$\tilde{\mathcal{A}}(P^2;\xi) = \cos(\xi\sqrt{P^2})\cdot e^{-P^2},$$

$$\tilde{\mathcal{B}}(P^2;\xi) = \frac{\sin(\xi\sqrt{P^2})}{\sqrt{P^2}}\cdot e^{-P^2}.$$

Интегралы вида (I0) необходимо вычислять, например, при расчетах ряда характеристик лептонных распадов барионного октета /4/. С учетом того обстоятельства, что подынтегральные выражения зависят только от квадратов 4-векторов, интегралы (I0) сведены к

$$R = 4\pi^3\int_0^\infty t_1^2 e^{-\frac{6}{\sqrt{3}}t_1}dt_1\int_{-1}^{1}(1-t_2^2)\,dt_2\int_{-1}^{1}\sqrt{1-t_3^2}\cdot F(t_1,t_2,t_3)\,dt_3\,, \qquad \text{(II)}$$

где

$$F(t_1,t_2,t_3) = e^{P_1^2+(P_1+P_2)^2+P_2^2}\, f(P_1^2,(P_1+P_2)^2,P_2^2).$$

Доказано, что интегралы (II) являются абсолютно сходящимися, и разработана методика нахождения их с заданной точностью. Верхний предел T интегрирования по t_1 определяется с помощью апостериорной оценки, аналогичной (9). Численный счет на ЭВМ показал, что условие (9) при $\varepsilon = 1\%$ выполняется уже при $T = 10$ для всех интегралов типа (I0), встречавшихся при расчетах.

В §5 рассматривается проблема генерирования с помощью ЭВМ фейнмановских диаграмм флуктуаций вакуума для случая взаимодействия типа $g\bar{\psi}\psi\varphi$, где ψ – фермионное, φ – бозонное поле. Эти диаграммы должны соответствовать следующему выражению:

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(g^2/2)^n}{n!}\Delta(x_1-x_2)\cdot\Delta(x_3-x_4)\cdot\ldots\cdot\Delta(x_{2n-1}-x_{2n})\cdot S_n\,. \qquad \text{(I2)}$$

Здесь S_n представляет собой оператор, являющийся результатом раскрытия определителя матрицы $S^{(n)}$, элементами $S_{ij}^{(n)}$ которой являются операторы, определяемые следующим образом:

$$S_{ij}^{(n)} = \mathcal{S}(x_i - x_j) \qquad (i,j = 1,2,\ldots,2n).$$

Операторы $\Delta(x_i - x_j)$ и $\mathcal{S}(x_i - x_j)$ представляют собой пропагаторы бозонного и фермионного полей соответственно. При генерировании фейнмановских диаграмм, соответствующих (I2) в N-м порядке теории возмущений $(N=2n)$, необходимо рассматривать только связные графы, не содержащие петель. Задачей является также распознавание всех топологически эквивалентных диаграмм (совпадающих с точностью до изоморфизма) и их суммирование (с учетом знака) с целью определения коэффициентов при различных типах диаграмм. В §5 построен алгоритм, позволяющий реализовать на ЭВМ генерирование фейнмановских диаграмм, соответствующих (I2), с учетом перечисленных выше требований. Для исключения несвязных графов получено и сформулировано в виде теоремы 3 необходимое и достаточное условие связности графа, соответствующего (I2), удобное для проверки на ЭВМ.

Разработанный алгоритм реализован в программе для ЭВМ, написанной на ФОРТРАНе. С помощью этой программы удалось сконструировать все фейнмановские диаграммы, соответствующие (I2) в восьмом порядке теории возмущений, и определить коэффициенты при топологически различных типах диаграмм. Оказалось, что общее число диаграмм, соответствующих (I2) и не содержащих петель, равно I4833, из них связных – I3632 и, наконец, число топологически различных типов диаграмм равно 43.

Для нахождения с помощью ЭВМ подынтегральных выражений, соответствующих сконструированным диаграммам, создан комплекс из двух программ, написанных на ФОРТРАНе и на языке системы аналитических вычислений SCHOONSCHIP.

В главе II содержатся расчеты конкретных физических процессов в рамках нелокальной модели кварков, выполненные с помощью разработанных методов и программ, реализованных на ЭВМ CDC – 6500 ОИЯИ.

В §I приводится краткое описание этой недавно возникшей модели, представляющей собой принципиально новый подход к объяснению механизма "удержания" кварка.

В §2 рассматривается техника вычисления в рамках этой модели амплитуд физических процессов и формулируются требования к численным расчетам.

В последующих параграфах (§§ 3 - 9) приведены расчеты ряда характеристик физических процессов с участием барионов и барионных резонансов с помощью разработанной методики, а также сравнение полученных результатов расчетов с имеющимися экспериментальными данными и со значениями, полученными другими авторами. Это сравнение позволяет сделать вывод, что разработанная методика является вполне эффективной, а нелокальная модель кварков способна успешно описывать рассмотренные процессы барионной физики.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ

I. Разработаны алгоритмы и созданы программы, написанные на языке системы аналитических вычислений SCHOONSCHIP, предназначенные для получения с помощью ЭВМ подынтегральных выражений элементов матрицы рассеяния в заданном порядке теории возмущений непосредственно из лагранжианов взаимодействия, а также для преобразования этих выражений к виду, необходимому для дальнейших численных расчетов.

2. Доказана сходимость несобственных интегралов, определяющих элементы матрицы рассеяния при расчетах в координатном и импульсном представлениях в рамках нелокальной модели кварков, а также разработаны алгоритмы нахождения этих интегралов с заданной точностью.

3. Разработан алгоритм генерирования с помощью ЭВМ фейнмановских диаграмм флуктуаций вакуума для случая взаимодействия типа $g\bar{\psi}\psi\varphi$ в заданном порядке теории возмущений, содержащий исключение несвязных графов и графов, содержащих петли, а также суммирование топологически эквивалентных диаграмм с целью нахождения комбинаторных коэффициентов, соответствующих различным типам диаграмм. Разработан также алгоритм нахождения с помощью аналитических преобразований на ЭВМ

подынтегральных выражений, соответствующих полученным фейнмановским диаграммам.

4. Разработана методика вычисления с помощью ЭВМ элементов матрицы рассеяния в координатном и импульсном представлениях. Для этой цели получено представление для 4-мерных несобственных интегралов, зависящих от параметра, определяющих пропагатор поля кварков в координатном пространстве, удобное для численных расчетов на ЭВМ и показывающее, что эти интегралы достаточно быстро стремятся к нулю при стремлении параметра к бесконечности.

5. С помощью разработанных методов и алгоритмов, реализованных в виде комплекса программ для ЭВМ, получен ряд новых результатов, важных для физических исследований.

Работы, положенные в основу диссертации

I. Е.П.Жидков, Ю.Ю.Лобанов. Вычисление на ЭВМ элементов S- матрицы в нелокальной модели кварков. ОИЯИ, PII-80-93, Дубна, I980.

2. Е.П.Жидков, Ю.Ю.Лобанов. О некоторых алгоритмах численных расчетов в нелокальной модели кварков. ОИЯИ, PII-I25I9, Дубна, I979.

3. Г.В.Ефимов, М.А.Иванов, Ю.Ю.Лобанов. Поправки к массам барионов в нелокальной модели кварков. ОИЯИ, P2-II878, Дубна, I978.

4. М.Динейхан, Г.В.Ефимов, Ю.Ю.Лобанов. Распады барионов в нелокальной модели кварков. ОИЯИ, P2-I2430, Дубна, I979.

5. М.Динейхан, Г.В.Ефимов, Ю.Ю.Лобанов. Лептонные распады и магнитные моменты барионов в нелокальной модели кварков. ЯФ, I980, т.32, № I(7), с.I83 - I96.

6. М.Динейхан, Г.В.Ефимов, Ю.Ю.Лобанов. Распады декаплета барионных резонансов в нелокальной модели кварков. ОИЯИ,P2-I3053,Дубна,I980.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 ноября I980 года.