ГЛАВА V
ВТОРОЙ И ТРЕТИЙ ШАГИ РАЗЛОЖЕНИЯ СРЕДНЕГО ПОЛЯ В МОДЕЛИ НАМБУ - ИОНА-ЛАЗИНИО

В подавляющем большинстве в исследованиях моделей НИЛ применяется либо приближение среднего поля [1, 41, 109, 155, 162], либо в эквивалентное ему в главном порядке $1/n_c$-разложение [183, 185, 186, 195]. Успехи в феноменологическом описании стимулируют изучение структуры модели за рамками приближения среднего поля, либо в следующем порядке $1/n_c$-разложения (см. работы [37, 41, 109, 155, 162, 184]). Такие исследования являются необходимыми для выяснения области применимости результатов и квантовых флюктуаций, вызываемых эффектами высших порядков. Последнее время появляются работы, где вообще ставятся под вопрос существование основных физических эффектов модели НИЛ, таких как ДНКС [166, 167]. Кроме всего, существуют такие физические приложения модели НИЛ, связанные прежде всего многокварковыми функциями (например, распад σ- и ρ- мезонов, пион-пионное рассеяние [106, 189, 190], барионы [176, 187], дибарионные состояния, пентакварки [119, 152, 163, 187, 230] и т.п.), что создает необходимость проводить исследования модели НИЛ в следующих порядках, за главным приближением РСП (см., например [1, 156-158, 160, 161), конкретно, второй и третий шаги итераций).

Известно, что особую роль в полевом описании частиц, а также в корректной постановки задачи о связанных состояниях играют многофермионные уравнения. В главах II-III для $U(1)$- и $SU(2)-$моделей НИЛ нами была использована итерационная схема решения уравнения ШД [201, 205, 208, 210] для производящего функционала функций Грина, позволяющий построить РСП в формализме билокального источника кварков [37, 41, 155, 162, 212]. Единственной связной функцией главного приближения является свободный пропагатор фермиона S . В первом шаге итерации появляются уравнения для двухчастичной функции S_2 и уравнение для поправки к пропагатору кварка первого порядка $S^{(1)}$ (см. разделы 3.2 и 3.4). Уравнения для функций более высоких порядков появляются в следующих шагах итераций (в более высоких порядках РСП). Во втором шаге итераций появляются уравнения для четырехчастичной (восьмихвостка) и трехчастичной (шестихвостка) функции (S_4 и S_3). Уравнения для поправки к двухчастичной функции $S_2^{(1)}$ и для поправки к пропагатору кварка второго порядка $S^{(2)}$ имеют тот же вид, что и уравнения первого шага, за исключением неоднородного члена, в который входят S_4 и S_3 [1]. В третьем порядке разложения появляются уравнения для пятичастичной S_5 и шестичастичной S_6 функций Грина, уравнения для поправки к четырехчастичной и трехчастичной функции первого порядка $S_4^{(1)}$ и $S_3^{(1)}$, соответственно, уравнения для поправки к двухчастичной функции второго порядка $S_2^{(2)}$ и для поправки к пропагатору кварка третьего порядка $S^{(3)}$ [36, 156-158, 160, 161].

5.1. Уравнения второго шага разложения среднего поля в $U(1)$ – модели Намбу - Иона-Лазинио

РСП в формализме билокального источника для $U(1)$ – модели НИЛ подробно исследовано в разделе 3.1. Лагранжиан модели приведен в разделе 3.1 (см. (3.1)).

Уравнение ШД для производящего функционала G имеет вид (3.6), а уравнением главного приближения является аппроксимация уравнения ШД (3.6) с нулевой правой частью (см.(3.7), решением которого является функционал (3.8).

Главное приближение генерирует линейную итерационную схему:

$$G = G^{(0)} + G^{(1)} + \cdots + G^{(n)} + \cdots,$$

где функционал n - го шага $G^{(n)}$, есть решение уравнения

$$\delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)G^{(n)} + \left(i\hat{\partial} - m^{0}\right)^{\alpha\alpha'} \frac{\delta G^{(n)}}{\delta\eta^{\beta\alpha'}(y,x)} +$$

$$+ ig\left\{\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha}(y,x)} tr\left[\frac{\delta G^{(n)}}{\delta\eta(x,x)}\right] - \gamma_5^{\alpha\alpha'} \frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha'}(y,x)} tr\left[\gamma_5 \frac{\delta G^{(n)}}{\delta\eta(x,x)}\right]\right\} =$$

$$= \eta * \frac{\delta G^{(n-1)}}{\delta\eta(x,x_1)}.$$

Решением этого уравнения является функционал $G^{(n)} = P^{(n)}G^{(0)}$, где $P^{(n)}$- полином $2n$ степени по источнику η. Единственная связная функция главного приближения есть пропагатор S. Остальные связные функции Грина появляются в последующих шагах итерационной схемы. В импульсном пространстве свободный пропагатор есть

$$S = \frac{1}{m - \hat{p}}$$

с динамической массой m, которое является решением уравнения самосогласования (3.11).

Решение уравнения первого шага есть функционал (3.15). Массовый оператор первого шага описывается формулой (3.49). Уравнения первого шага описываются формулами (3.16) и (3.17), для пропагатора и двухчастичной функции, соответственно.

Согласно уравнения для $P^{(n)}$ (3.12), уравнение для $P^{(2)}$ примет вид

$$-\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta^{\beta\alpha}(y,x)} + ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\left\{\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha_1}(y,x_1)} \cdot tr\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta(x_1,x_1)} - \right.$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha_2}(y,x_1)}\cdot tr\gamma_5\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}+$$

$$\left.+S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)tr\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)tr\gamma_5\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}\right\}=$$

$$=\int dx_1dx_2S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\eta^{\alpha_1\alpha_2}(x_1,x_2)\left\{P^{(1)}S^{\alpha_2\beta}(x_2-y)+\frac{\delta P^{(1)}}{\delta\eta^{\beta\alpha_2}(y,x_2)}\right\}. \tag{5.1}$$

Решение уравнения (5.1) будем искать в виде

$$P^{(2)}[\eta]=\frac{1}{4!}\int\left\{S_4\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x_2 & y_2\\ x_3 & y_3\\ x_4 & y_4\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_1\beta_1\\ \alpha_2\beta\\ \alpha_3\beta_3\\ \alpha_4\beta_4\end{matrix}}\cdot\eta_{\beta_1\alpha_1}(y_1,x_1)\eta_{\beta_2\alpha_{21}}(y_2,x_2)\eta_{\beta_3\alpha_3}(y_3,x_3)\eta_{\beta_4\alpha_4}(y_4,x_4)\times\right.$$

$$\times dx_1dx_2dx_3dx_4dy_1dy_2dy_3dy_4+$$

$$+\frac{1}{3!}\int\left\{S_3\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x_2 & y_2\\ x_3 & y_3\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_1\beta_1\\ \alpha_2\beta_2\\ \alpha_3\beta_3\end{matrix}}\cdot\eta_{\beta_1\alpha_1}(y_1,x_1)\eta_{\beta_2\alpha_{21}}(y_2,x_2)\eta_{\beta_3\alpha_3}(y_3,x_3)\times\right.$$

$$\times dx_1dx_2dx_3dy_1dy_2dy_3+$$

$$+\frac{1}{2}\int\left\{S_2^{(1)}\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x_2 & y_2\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_1\beta_1\\ \alpha_2\beta_2\end{matrix}}\cdot\eta_{\beta_1\alpha_1}(y_1,x_1)\eta_{\beta_2\alpha_{21}}(y_2,x_2)dx_1dx_2dy_1dy_2\right.$$

$$+\int S_1^{(2)}(x_1-y_1)^{\alpha_1\beta_1}\cdot\eta_{\beta_1\alpha_1}(y_1,x_1)dx_1dy_1\ . \tag{5.2}$$

Подставляя выражение (5.2) в (5.1) и проведя одно дифференцирование, а затем выключая источники η (т.е. $\eta = 0$), получим уравнение для пропагатора второго шага [1]

$$S^{(2)}(x-y)^{\alpha\beta} = ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\left\{ S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}_{\alpha_2\alpha_2}^{\alpha_1\beta} - \right.$$

$$\left. -\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2} S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}_{\alpha_4\alpha_3}^{\alpha_1\beta} \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4} + S^{\alpha_1\beta}(x_1-y) S^{(2)}(0)^{\alpha_2\alpha_2} \right\}. \tag{5.3}$$

Повторяя аналогичные процедуры, получим уравнения для остальных функций второго шага ($S_2^{(1)}$- двухчастичной, S_3 - трехчастичной и S_4 - четырехчастичной функций) [1]:

$$S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix}_{\alpha'\beta'}^{\alpha\beta} = -S(x-y')^{\alpha\beta'} S^{(1)}(x'-y)^{\alpha'\beta} +$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\left\{ S_3\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}_{\alpha_2\alpha_2}^{\alpha_1\beta\;\alpha'\beta'} - \gamma_5^{\alpha_1\alpha_2} S_3\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}_{\alpha_4\alpha_3}^{\alpha_2\beta\;\alpha'\beta'} \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4} + \right.$$

$$+ S^{\alpha_1\beta}(x_1-y) S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}_{\alpha'\beta'}^{\alpha_2\alpha_2} -$$

$$\left. -\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2} S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)^{\alpha_2\beta} S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}_{\alpha'\beta'}^{\alpha_4\alpha_3} \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4} \right\}, \tag{5.4}$$

$$S_3\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}_{\alpha''\beta''}^{\alpha\beta\;\alpha'\beta'} = -S^{\alpha\beta'}(x-y') S_0 S^{\alpha'\beta}(x'-y) S^{(1)\alpha''\beta''}(x''-y'') -$$

$$-S^{\alpha\beta'}(x-y')S_2\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha'\beta}_{\alpha''\beta''}-$$

$$-S^{\alpha\beta''}(x-y'')S^{\alpha''\beta}(x''-y)S^{(1)\alpha'\beta'}(x'-y')-$$

$$-S^{\alpha\beta''}(x-y'')S_2\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha''\beta}_{\alpha'\beta'}-$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\left\{S_4\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}\begin{matrix}\alpha_1\beta \\ \alpha_2\alpha_2 \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta''\end{matrix}-\right.$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}S_4\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}\begin{matrix}\alpha_2\beta \\ \alpha_4\alpha_3 \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta''\end{matrix}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}+S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)S_3\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}\begin{matrix}\alpha_2\alpha_2 \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta''\end{matrix}-$$

$$\left.-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)S_3\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}\begin{matrix}\alpha_4\alpha_3 \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta''\end{matrix}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\right\}, \tag{5.5}$$

$$S_4\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}\begin{matrix}\alpha\beta \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta'' \\ \alpha'''\beta'''\end{matrix}=$$

$$= -S^{\alpha\beta'}(x-y')S^{\alpha'\beta}(x'-y)S_2\begin{pmatrix} x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}_{\alpha'''\beta'''}^{\alpha''\beta''} -$$

$$-S^{\alpha\beta''}(x-y'')^{\alpha\beta''}S^{\alpha''\beta}(x''-y)S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}_{\alpha'''\beta'''}^{\alpha'\beta'} -$$

$$- S^{\alpha\beta'''}(x-y''')S(x'''-y)^{\alpha'''\beta}S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}_{\alpha''\beta''}^{\alpha'\beta'} +$$

$$+ ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\left\{ S(x_1-y)^{\alpha_1\beta}S_4\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha_2\alpha_2 \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta'' \\ \alpha'''\beta''' \end{matrix} - \right.$$

$$\left. + \gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)S_4\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha_4\alpha_3 \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta'' \\ \alpha'''\beta''' \end{matrix}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4} \right\} . \quad (5.6)$$

Из уравнений второго шага (5.3) - (5.4) видно, что уравнения для $S_2^{(1)}$ и $S^{(2)}$ имеют тот же вид, что и уравнения первого шага (см. (3.16) - (3.17)), за исключением неоднородного члена, в который для уравнений второго шага входят также трехчастичная функция S_3. А уравнения (5.5) и (5.6) являются новыми в этой итерационной схеме, графические изображения которых приведены ниже (см. рисунки 5.1 и 5.2).

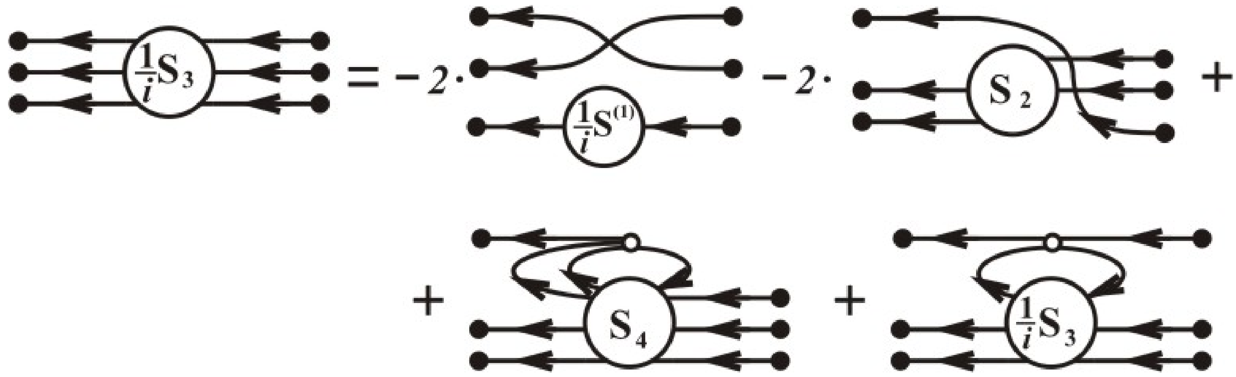

Рис. 5.1 Уравнение для трехчастичной функции

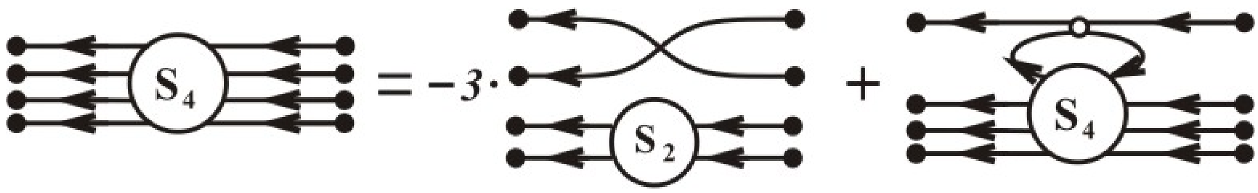

Рис. 5.2 Уравнение для четырехчастичной функции

Решение уравнения для четырехчастичной функции (5.6) удается найти в нижеследующем виде

$$S_4\left(\begin{array}{cc} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{array}\right)\begin{array}{l} \alpha\beta \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta'' \\ \alpha'''\beta''' \end{array} = S_2\left(\begin{array}{cc} x & y \\ x' & y' \end{array}\right)\begin{array}{l} \alpha\beta \\ \alpha'\beta' \end{array}\cdot S_2\left(\begin{array}{cc} x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{array}\right)\begin{array}{l} \alpha''\beta'' \\ \alpha'''\beta''' \end{array} +$$

$$+ S_2\left(\begin{array}{cc} x & y \\ x'' & y'' \end{array}\right)\begin{array}{l} \alpha''\beta'' \\ \alpha'''\beta''' \end{array}\cdot S_2\left(\begin{array}{cc} x' & y' \\ x''' & y''' \end{array}\right)\begin{array}{l} \alpha'\beta' \\ \alpha'''\beta''' \end{array} +$$

$$+ S_2\left(\begin{array}{cc} x & y \\ x''' & y''' \end{array}\right)\begin{array}{l} \alpha\beta \\ \alpha'''\beta''' \end{array}\cdot S_2\left(\begin{array}{cc} x' & y' \\ x'' & y'' \end{array}\right)\begin{array}{l} \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta'' \end{array}. \tag{5.7}$$

Решение (5.7) графически выглядит следующим образом (см. рис. 5.3) [156, 157]:

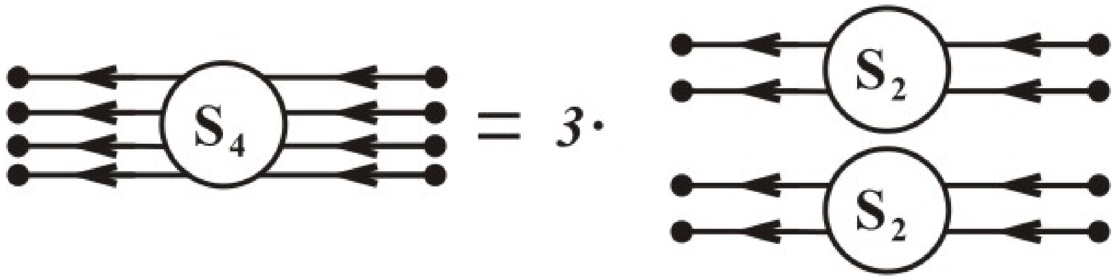

Рис. 5.3 Решение уравнения (5.6)

Видно, что это уравнение не имеет связных частей. Отметим, что связные части для восьмихвостки появятся в третьем шаге итераций.

Используя решение (5.7), уравнении для шестихвостки (5.5) можно переписать в следующем виде

$$S_3\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha\beta \\ \alpha'\beta' \\ \alpha''\beta''\end{matrix}} =$$

$$= -S^{\alpha\beta'}(x-y')S^{\alpha'\beta}(x'-y)S^{(1)}(x''-y'')^{\alpha''\beta''} - S^{\alpha\beta''}(x-y'')S^{\alpha''\beta}(x''-y)S^{(1)}(x'-y')^{\alpha'\beta'} -$$

$$- S^{\alpha\beta'}(x-y')S_2\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha'\beta}_{\alpha''\beta''} - S^{\alpha\beta''}(x-y'')S_2\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha''\beta}_{\alpha'\beta'}$$

$$+ ig\int dx_1 \Bigg\{ S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha_2\alpha_2} S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha'\beta'}_{\alpha''\beta''} +$$

$$+ S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha'\beta'} S_2\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_2}_{\alpha''\beta''} +$$

$$+S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)S_2\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha''\beta''}S_2\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x' & y'\end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_2}_{\alpha'\beta'}\Bigg\}-$$

$$-ig\int dx_1\Bigg\{S^{\alpha\beta_1}(x-x_1)\gamma_5^{\beta_1\alpha_1}\ S_2\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x_1 & x_1\end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha_2\beta_2}\gamma_5^{\beta_2\alpha_2}\ S_2\begin{pmatrix}x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha'\beta'}_{\alpha''\beta''}+$$

$$+S^{\alpha\beta_1}(x-x_1)\gamma_5^{\beta_1\alpha_1}\ S_2\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x' & y'\end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha'\beta'}\ S_2\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta_2}_{\alpha''\beta''}\gamma_5^{\beta_2\alpha_2}+$$

$$+S^{\alpha\beta_1}(x-x_1)\gamma_5^{\beta_1\alpha_1}\ S_2\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha''\beta''}\ S_2\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x' & y'\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta_2}_{\alpha'\beta'}\gamma_5^{\beta_2\alpha_2}\Bigg\}+$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\Big\{S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)S_3\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_2}_{\substack{\alpha'\beta\\ \alpha''\beta''}}-$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\ S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)\ S_3\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_3\beta_3}_{\substack{\alpha'\beta\\ \alpha''\beta''}}\gamma_5^{\beta_3\alpha_3}\Bigg\}. \tag{5.8}$$

5.2. Мезонные пропагаторы и вершины в $U(1)$ – модели

На основе уравнений первого шага и их решении введем некоторые величины, которые будут использованы при решении уравнений второго шага.

5.2.1. Пропагаторы

Исходим из уравнения двухчастичной функции (3.17) первого шага итераций.

а) Введем функцию [156, 157, 161]

$$S_\sigma(x-x') \equiv S_2\begin{pmatrix} x & x \\ x' & x' \end{pmatrix}_{\alpha'_1\alpha'_1}^{\alpha_1\alpha_1} \sim \langle \overline{\psi}\psi(x)\overline{\psi}\psi(x')\rangle. \qquad (5.9)$$

Тогда из уравнения (3.17) получаем

$$S_\sigma(x-x') = -l_s(x-x') + ig\int dx_1 l_s(x-x_1)S_\sigma(x_1-x'), \qquad (5.10)$$

где $l_s(x) \equiv trS(x)S(-x)$. В импульсном пространстве это выражение примет вид

$$S_\sigma(p) = -\frac{l_s(p)}{1-igl_s(p)}. \qquad (5.11)$$

Скалярная петля l_s в импульсном пространстве имеет вид

$$l_s(p) = \int d\tilde{q}\, tr_\alpha[S(p+q)S(q)] =$$

$$= 4\int d\tilde{q}\, \frac{m^2+q^2+(pq)}{[m^2-(p+q)^2](m^2-q^2)}. \qquad (5.12)$$

Преобразуем подынтегральные выражения из (5.12) как в разделе 3.3 (см. (3.37)).

В итоге получим:

$$l_s = 2\left(-I_1(p^2) - I_2(p^2) + (4m^2-p^2)I_0(p^2)\right), \qquad (5.13)$$

где интегралы $I_1(p^2), I_2(p^2), I_0(p^2)$ имеют вид (3.41), (3.42), (3.44), соответственно. В силу трансляционной инвариантности и согласно уравнения самосогласования (3.11), пропагатор мезона (5.11) примет вид

$$S_\sigma(p)=\frac{1}{ig}-\frac{1}{2g^2I_0(p)\left(4m^2-p^2\right)}. \qquad (5.14)$$

Введем пропагатор соответствующий сигма-мезону [156, 157, 161]:

$$\Delta_\sigma(p)=\frac{Z(p)}{4m^2-p^2}, \qquad (5.15)$$

где $Z_\sigma(p)=\dfrac{1}{2gI_0\left(p^2\right)}$.

Тогда согласно (5.14) - (5.15) для пропагатора сигма-мезона получим

$$S_\sigma(p)=\frac{1}{ig}\left(1-i\Delta_\sigma(p)\right). \qquad (5.16)$$

б) Введем функцию

$$S_\pi(x-x')\equiv S_2\begin{pmatrix} x & x \\ x' & x' \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta_1}_{\alpha'_1\beta'_1}\gamma_5^{\beta_1\alpha_1}\gamma_5^{\beta'_1\alpha'_1}\sim\left\langle\overline{\psi}\gamma_5\psi(x)\overline{\psi}\gamma_5\psi(x')\right\rangle \qquad (5.17)$$

Тогда из уравнения (5.17) получим:

$$S_\pi(x-x')=-l_p(x-x')-ig\int dx_1 l_p(x-x_1)S_\pi(x_1-x'), \qquad (5.18)$$

где $l_P(x)\equiv trS(x)\gamma_5S(-x)\gamma_5$ - псевдоскалярная петля. В импульсном пространстве выражение (5.18) примет вид:

$$l_p(p)=\int d\widetilde{q}\,tr_\alpha\left[S(p-q)S(q)\right]=$$

$$=4\int d\widetilde{q}\,\frac{m^2-q^2+(pq)}{\left[m^2-(p-q)^2\right]\left(m^2-q^2\right)}. \qquad (5.19)$$

Преобразовывая подынтегральное выражение так же как в (3.38) имеем

$$L_p = 2\left(I_1 + I_2' + p^2 I_0\right). \qquad (5.20)$$

Здесь интегралы I_1, I_2', I_0 имеют вид (3.41), (3.43), (3.44). Используя уравнение самосогласования (3.11), получим:

$$S_\pi(p) = -\frac{1}{ig} - \frac{1}{2g^2 I_0(p) p^2}. \qquad (5.21)$$

Введем пропагатор $\pi-$мезона

$$\Delta_\pi^{ab}(p) = -\frac{\delta^{ab} Z(p)}{p^2}, \qquad (5.22)$$

где $Z_\pi(p) = \dfrac{1}{2gI_0(p^2)}$.

Согласно (3.42)-(3.44) (в силу трансляционной инвариантности $I_1 = I_2'$) и уравнения самосогласования (3.11) для пропагатора $\pi-$мезона окончательно получаем:

$$S_\pi(p) = -\frac{1}{ig}\left(1 - i\Delta_\sigma(p)\right). \qquad (5.23)$$

5.2.2. Вершины

а) Скалярные вершины определим как

$$V_\sigma(xx'x'') \equiv -S^{\alpha_1\alpha_2}(x-x')S_2\begin{pmatrix} x' & x \\ x'' & x'' \end{pmatrix}_{\alpha'_1\alpha'_1}^{\alpha_2\alpha_1}. \qquad (5.24)$$

Из уравнения (3.17) получаем

$$V_\sigma(xx'x'') = v_S(xx'x'') - ig\int dx_1 v_S(xx'x_1)S_\sigma(x_1 - x''), \tag{5.25}$$

где

$$v_S(xx'x'') = tr[S(x-x')S(x'-x'')S(x''-x)].$$

С учетом (5.16) из (5.25) получаем

$$V_\sigma(xx'x'') = i\int dx_1 v_S(xx'x_1)\Delta_\sigma(x_1 - x''). \tag{5.26}$$

б) Псевдоскалярная вершина определяется как

$$V_\pi(xx'x'') \equiv -S^{\alpha_1\beta_1'}(x-x')\gamma_5^{\beta_1'\alpha_1'} S_2\begin{pmatrix} x' & x \\ x'' & x'' \end{pmatrix}_{\alpha_1''\beta_1''}^{\alpha_1'\alpha_1} \gamma_5^{\beta_1''\alpha_1''}. \tag{5.27}$$

Из уравнения (3.17) получаем

$$V_\pi(xx'x'') = v_P(xx'x'') + ig\int dx_1 v_P(xx'x_1)S_\pi(x_1 - x''), \tag{5.28}$$

где

$$v_P(xx'x'') = trS(x-x')\gamma_5 S(x'-x'')\gamma_5 S(x''-x).$$

С учетом (5.23) получаем

$$V_\pi(xx'x'') = i\int dx_1 v_P(xx'x_1)\Delta_\pi(x_1 - x''). \tag{5.29}$$

5.2.3. $\sigma\pi\pi$ вершина

Введем функцию[156, 157, 161]

$$W_{\sigma\pi\pi}(xx'x'') \equiv S_3 \begin{pmatrix} x & x \\ x' & x' \\ x'' & x'' \end{pmatrix}^{\alpha_1\alpha_1}_{\substack{\alpha'_1\beta'_1 \\ \alpha_1''\beta_1'''}} \gamma_5^{\beta_1'\alpha_1'} \gamma_5^{\beta_1 1''\alpha_1''} \sim \left\langle \overline{\psi}\psi(x)\overline{\psi}\gamma_5\psi(x')\psi\gamma_5\psi(x'') \right\rangle . \qquad (5.30)$$

Используя введенные выше определения (см. подразделы 5.2.1 и 5.2.2) и формулы (3.17), (5.16), (5.21), (5.23), (5.26), (5.29) из уравнения для трехчастичной функции (5.8) получаем уравнение для $W_{\sigma\pi\pi}$:

$$W_{\sigma\pi\pi}(xx'x'') = W^0_{\sigma\pi\pi}(xx'x'') + ig\int dx_1 l_S(x - x_1) W_{\sigma\pi\pi}(x_1x'x''), \qquad (5.31)$$

где

$$W^0_{\sigma\pi\pi}(xx'x'') = V_\pi(xx'x'') + V_\pi(xx''x') +$$

$$+ ig\int dx_1 V_\pi(xx_1x') S_\pi(x_1 - x'') + ig\int dx_1 V_\pi(xx_1x'') S_\pi(x_1 - x') -$$

$$- ig\int dx_1 \left(V_\sigma(xx_1x_1) - V_\pi(xx_1x_1)\right) S_\pi(x' - x'').$$

Из формул (3.17), (5.16), (5.21), (5.23), (5.26), (5.29) получаем

$$V_\pi(xx'x'') + ig\int dx_1 V_\pi(xx_1x'') S_\pi(x_1 - x') =$$

$$= -\int dx_1 dx_2 v_P(xx_1x_2) \Delta_\pi(x_1 - x') \Delta_\pi(x_2 - x''). \qquad (5.32)$$

Переходя в импульсное представление

$$\tilde{\delta}(p - p' - p'') W_{\sigma\pi\pi}(pp'p'') = \int dx dx' dx'' e^{ipx - ip'x' - ip''x''} W_{\sigma\pi\pi}(xx'x'')$$

(Здесь: $p = p' + p''$), решение уравнения (5.31) находим в следующем виде:

$$W_{\sigma\pi\pi}(pp'p'') = -i\Delta_\sigma(p)W^0_{\sigma\pi\pi}(pp'p''). \tag{5.33}$$

Связная часть имеет вид:

$$W^{con}_{\sigma\pi\pi}(pp'p'') = i\Delta_\sigma(p)[v_P(pp'p'') + v_P(pp''p')]\Delta_\pi(p')\Delta(p''), \tag{5.34}$$

которая и есть амплитуда распада $\sigma \to 2\pi$.

5.2.4. Псевдоскалярная треугольная диаграмма

Псевдоскалярную треугольную диаграмму представим так [160, 161]:

$$v_P(xx'x'') = trS(x-x')\gamma_5 S(x'-x'')\gamma_5 S(x''-x), \tag{5.35}$$

которая в импульсном пространстве примет вид

$$v_P(pp'p'') = \int d\tilde{q}\, tr[S(p+q)\gamma_5 S(p''+q)\gamma_5 S(q)] \tag{5.36}$$

(можно доказать, что $v_P(pp'p'') = v_P(pp''p')$).

Проводя суммирование получаем:

$$v_P = -4m[I_0(p) + (p''^2 - (pp''))I_3(p,p'')],$$

где интеграл I_0 имеет вид (3.44), а

$$I_3(p,p'') = \int \frac{d\tilde{q}}{(m^2-(p+q)^2)(m^2-q^2)(m^2-(p''+q)^2)}, \tag{5.37}$$

сходящийся интеграл. Для решения этого интеграла переходим в $\alpha-$

представление:

$$I_3 = -\frac{1}{16\pi^2}\int_0^1 dx \int_0^{1-x} dy \times$$

$$\times \int_0^\infty d\lambda \exp\left[-i\lambda\left(m^2 - i\varepsilon\right) + i\lambda\left(x(1-x)p^2 + y(1-y)p''^2 - 2xy\left(pp''\right)\right)\right]. \quad (5.38)$$

На массовой поверхности $p^2 = 4m^2$, $p'^2 = p''^2 = 0$, $\left(pp'\right) = \left(p'p''\right) = 2m^2$ имеем

$$I_3^{ms} = \frac{1}{256m^2}. \quad (5.39)$$

5.3. Уравнения второго шага разложения среднего поля в $\mathrm{SU}(2)-$модели Намбу-Иона-Лазинио

В разделе 3.4 в рамках РСП в формализме билокального источника для $SU(2)-$модели НИЛ были получены уравнения для пропагатора и двухчастичной функции. Лагранжиан модели описывается формулой (3.76) [1, 155].

Уравнение ШД для производящего функционала G имеет вид (3.78), а уравнением главного приближения является аппроксимация уравнения ШД (3.78) с нулевой правой частью (см.(3.79)), решением которого является функционал

$$G^{(0)} = \exp Tr\left(\eta * S\right).$$

Функционал n - го шага $G^{(n)}$ есть решение уравнения (3.78):

$$\delta^{\alpha\beta}\delta^{cd}\delta_{jk}\delta(x-y)G^{(n)}+\left(i\hat{\partial}-m^{0}\right)_{ji}^{\alpha\alpha'}\frac{\delta G^{(n)}}{\delta\eta^{\beta\alpha'}(y,x)_{ki}^{dc}}+$$

$$+ig\left\{\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha}(y,x)_{kj}^{dc}}tr\left[\frac{\delta G^{(n)}}{\delta\eta(x,x)}\right]-\gamma_{5}^{\alpha\alpha'}\tau_{jj_1}^{a}\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha'}(y,x)_{kj_1}^{dc}}tr\left[\gamma_5\cdot\tau^{a}\cdot\frac{\delta G^{(n)}}{\delta\eta(x,x)}\right]\right\}=$$

$$=\eta*\frac{\delta G^{(n-1)}}{\delta\eta(x,x_1)}.$$

Решением уравнения (3.78) является функционал $G^{(n)}=P^{(n)}G^{(0)}$, где $P^{(n)}$- полином $2n$ степени по источнику η. Единственной связной функцией главного приближения является пропагатор S.

Свободный пропагатор с динамической массой m диагонален по цвету и аромату

$$S_{cd,jk}=\frac{\delta_{cd}\delta_{jk}}{m-\hat{p}}. \tag{5.40}$$

является решением уравнения (3.81).

Массовый оператор первого шага описывается формулой (3.86). Уравнением для двухчастичной функции первого шага является выражение (3.85).

Согласно уравнений для $P^{(n)}$ (3.84) уравнение для $P^{(2)}$ примет вид [160]

$$-\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta^{\beta\alpha}(y,x)_{kj}^{dc}}+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)_{ji}^{cc_1}\left\{\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha_1}(y,x_1)_{ki}^{dc_1}}\cdot tr\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}-\right.$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau_{il}^{a}\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha_2}(y,x_1)}\cdot tr\gamma_5\tau^{a}\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}+$$

$$\left.+S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)_{ik}^{c_1d}tr\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau_{il}^{a}S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)_{ik}^{c_1d}tr\gamma_5\tau^{a}\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}\right\}=$$

$$= \int dx_1 dx_2 S^{\alpha\alpha_1}(x - x_1)_{ji}^{cc_1} \eta^{\alpha_1\alpha_2}(x_1, x_2)_{il}^{c_1c_2} \times$$

$$\times \left\{ P^{(1)} S^{\alpha_2\beta}(x_2 - y)_{lk}^{c_2d} + \frac{\delta P^{(1)}}{\delta \eta^{\beta\alpha_2}(y, x_2)_{kl}^{dc_2}} \right\}. \qquad (5.41)$$

Решение уравнения (5.41) будем искать в виде выражения (5.2), с учетом цветовых и ароматовых индексов.

Подставляя выражение (5.2) в (5.41) и проводя одно дифференцирование, а далее выключая источники η (т.е. $\eta = 0$), получим уравнение для пропагатора второго шага итерации [160]

$$S^{(2)\alpha\beta}(x - y)_{jk}^{cd} = ig \int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x - x_1)_{jj_1}^{cc_1} \left\{ S_2^{(1)} \begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}_{\alpha_2\alpha_2, c_2c_2, j_2j_2}^{\alpha_1\beta, c_1d, j_1k} - \right.$$

$$\left. - \gamma_5^{\alpha_1\alpha_2} \tau_{j_1k_1}^a S_2^{(1)} \begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}_{\alpha_4\alpha_3, c_2c_2, k_2j_2}^{\alpha_2\beta, c_1d, k_1k} \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4} \tau_{k_2j_2}^a + S^{\alpha_1\beta}(x_1 - y)_{j_1k}^{c_1d} \, trS^{(2)}(0) \right\}. \qquad (5.42)$$

После аналогичной процедуры получим уравнения для остальных функций второго шага ($S_2^{(1)}$- двухчастичной, S_3- трехчастичной и S_4- четырехчастичной функций) $SU(2)-$модели НИЛ [160]:

$$S_2^{(1)} \begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix}_{\alpha'\beta', c'd', j'k'}^{\alpha\beta, cd, jk} = - S^{\alpha\beta'}(x - y')_{jk'}^{cd'} S^{(1)\alpha'\beta}(x' - y)_{j'k}^{c'd} +$$

$$+ ig \int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x - x_1)_{jj_1}^{cc_1} \cdot \left\{ S_3 \begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}_{\substack{\alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha_2\alpha_2, c_2c_2, j_2j_2}}^{\alpha_1\beta, c_1d, j_1k} - \right.$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\cdot\tau^a_{j_1k_1}S_3\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}^{\begin{smallmatrix}\alpha_2\beta,c_1d,j_1k\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha_4\alpha_3,c_2c_2,k_2j_2\end{smallmatrix}}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\cdot\tau^a_{j_2k_2}+$$

$$+S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)^{c_1d}_{j_1k}S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{smallmatrix}\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{smallmatrix}}-$$

$$\left.-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\cdot\tau^a_{j_1k_1}S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)^{c_1d}_{k_1k}S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{smallmatrix}\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2k_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{smallmatrix}}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\cdot\tau^a_{k_2j_2}\right\}, \tag{5.43}$$

$$S_3\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{smallmatrix}\alpha\beta,cd,jk\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{smallmatrix}}=-S^{\alpha\beta'}(x-y')^{cd'}_{jk'}S^{\alpha'\beta}(x'-y)^{c'd}_{j'k}S^{(1)\alpha''\beta''}(x''-y'')^{c''d''}_{j''k''}-$$

$$-S^{\alpha\beta'}(x-y')^{cd'}_{jk'}S_2\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{smallmatrix}\alpha'\beta,c'd,j'k\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{smallmatrix}}-$$

$$-S^{\alpha\beta''}(x-y'')^{cd''}_{jk''}S^{\alpha''\beta}(x''-y)^{c''d}_{j''k}S^{(1)\alpha'\beta'}(x'-y')^{c'd'}_{j'k'}-$$

$$-S^{\alpha\beta''}(x-y'')^{cd''}_{jk''}S_2\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{smallmatrix}\alpha''\beta,c''d,j''k\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{smallmatrix}}-$$

$$+ig\int dx_1S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)^{cc_1}_{jj_1}\left\{S_4\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{smallmatrix}\alpha_1\beta,c_1d,j_1k\\ \alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{smallmatrix}}-\right.$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\cdot\tau^a_{j_1k_1} S_4\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha_2\beta,c_1d,k_1k \\ \alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2k_2 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\cdot\tau^a_{k_2j_2}+$$

$$+S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)^{c_1d}_{j_1k} S_3\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} -$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\cdot\tau^a_{j_1k_1} S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)^{c_1d}_{k_1k} S_3\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha_4\alpha_3,c_2c_2\,j_2k_2 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\cdot\tau^a_{k_2j_2}\Bigg\}, \qquad (5.44)$$

$$S_4\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha\beta,cd,jk \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''}} =$$

$$=-S^{\alpha\beta'}(x-y')^{cd'}_{jk'} S^{\alpha'\beta}(x'-y)^{c'd}_{j'k} S_2\begin{pmatrix} x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''}} -$$

$$-S^{\alpha\beta''}(x-y'')^{cd''}_{jk''} S^{\alpha''\beta}(x''-y)^{c''d}_{j''k} S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''}} -$$

$$-S^{\alpha\beta'''}(x-y''')^{cd'''}_{jk'''} S^{\alpha'''\beta}(x'''-y)^{c'''d}_{j'''k} S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} +$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}\left(x-x_1\right)^{cc_1}_{jj_1}\left\{S^{\alpha_1\beta}\left(x_1-y\right)^{c_1d}_{j_1k}S_4\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''\end{subarray}} -\right.$$

$$\left.-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^a_{j_1k_1}S^{\alpha_2\beta}\left(x_1-y\right)^{c_1d}_{k_1k}S_4\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2k_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta',c''d'',j''k''\\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''\end{subarray}}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^a_{k_2j_2}\right\}, \qquad (5.45)$$

Решение уравнения (5.45) имеет вид:

$$S_4\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha\beta,cd,jk\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''\end{subarray}} = S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha\beta,cd,jk\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{subarray}}\cdot S_2\begin{pmatrix} x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha''\beta'',c''d'',j''k''\\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''\end{subarray}} +$$

$$+S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha\beta,cd,jk\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{subarray}}\cdot S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''\end{subarray}} +$$

$$+S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha\beta,cd,jk\\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''\end{subarray}}\cdot S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{subarray}{l}\alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{subarray}}, \qquad (5.46)$$

графический вид которого приведен на рис. 5.3.

Уравнения (5.44) и (5.45) в данной итерационной схеме являются новыми, а уравнения для двухчастичной функции $S_2^{(1)}$ и для поправки к пропагатору $S^{(2)}$ имеют тот же вид, что и уравнения первого шага, за исключением неоднородного члена, в которые для уравнений второго шага входит трехчастичная функция S_3. Уравнения (5.44) - (5.46) графически имеют тот же вид (с учетом правила рис.3.4), что и в случае $U(1)-$модели (см. рис.

5.1 - 5.3, соответственно).

С учетом решения (5.46) для уравнения восьмихвостки, уравнение (5.44) для трехчастичной функции перепишем в следующем виде

$$S_3\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha\beta,cd,jk}_{\substack{\alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} =$$

$$= -S^{\alpha\beta'}(x-y')^{cd',jk'} S^{\alpha'\beta}(x'-y)^{c'd,j'k} S^{(1)\alpha''\beta''}(x''-y'')^{c''d'',j''k''} -$$

$$- S^{\alpha\beta''}(x-y'')^{cd'',jk''} S^{\alpha''\beta}(x''-y)^{c''d,j''k} S^{(1)\alpha'\beta'}(x'-y')^{c'd',j'k'} -$$

$$- S^{\alpha\beta'}(x-y')^{cd',jk'} S_2\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha'\beta,c'd,j'k}_{\alpha''\beta'',c''d'',j''k''} -$$

$$- S^{\alpha\beta''}(x-y'')^{cd'',jk''} S_2\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha''\beta,c''d,j''k}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'} +$$

$$+ ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)^{cc_1,ji}\left\{ S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta,c_1d,ik}_{\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2} S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha'\beta',c'd',j'k'}_{\alpha''\beta'',c''d'',j''k''} + \right.$$

$$+ S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta,c_1d,ik}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'} S_2\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2}_{\alpha''\beta'',c''d'',j''k''} +$$

$$\left. + S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta,c_1d,ik}_{\alpha''\beta'',c''d'',j''k''} S_2\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'} \right\} -$$

$$-ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}\left(x-x_1\right)^{cc_1,ji}\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau_{il}^{a_1}\left\{\left[S_2\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x_1 & x_1\end{pmatrix}_{\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2j_1}^{\alpha_2\beta,c_1d,lk} S_2\begin{pmatrix}x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}_{\alpha''\beta'',c''d'',j''k''}^{\alpha'\beta',c'd',j'k'}+\right.\right.$$

$$+S_2\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x' & y'\end{pmatrix}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'}^{\alpha_2\beta,c_1d,lk} S_2\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x'' & y''\end{pmatrix}_{\alpha''\beta'',c''d'',j''k''}^{\alpha_4\alpha_3c_2c_2,j_2j_1}+$$

$$\left.\left.+S_2\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x'' & y''\end{pmatrix}_{\alpha''\beta'',c''d'',j''k''}^{\alpha_2\beta,c_1d,lk} S_2\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x' & y'\end{pmatrix}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'}^{\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2j_1}\right]\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau_{j_1j_2}^{a_1}\right\}+$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}\left(x-x_1\right)^{cc_1,ji}\left\{S^{\alpha_1\beta}\left(x_1-y\right)^{c_1d,ik} S_3\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}_{\substack{\alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}}^{\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2}-\right.$$

$$\left.-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau_{il}^{a_1}S^{\alpha_2\beta}\left(x_1-y\right)^{c_1d,lk} S_3\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}_{\substack{\alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}}^{\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2j_1}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau_{j_1j_2}^{a_1}\right\}. \qquad (5.47)$$

Здесь следует отметить, что 3-ий шаг итераций приводит к появлению уравнений для шестичастичной, пятичастичной, 4-х частичной, трехчастичной , двухчастичной, одночастичной (поправка к пропагатору кварка) функций.

5.4. Мезонные пропагаторы и вершины в $SU(2)-$модели

На основе уравнений первого шага и их решении введем некоторые величины, которые будут использованы при решении уравнений второго шага.

Исходим из уравнения двухчастичной функции (3.85) первого шага итераций:

$$S_2\begin{pmatrix}x & y\\ x' & y'\end{pmatrix}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'}^{\alpha\beta,cd,jk}=-S^{\alpha\beta'}\left(x-y'\right)_{jk'}^{cd'}S^{\alpha'\beta}\left(x'-y\right)_{j'k}^{c'd}+.$$

$$+ig\int dx_1 \left\{ \left[S(x-x_1) S(x_1-y) \right]^{\alpha\beta,cd}_{jk} S_2 \begin{pmatrix} x_1\ x_1 \\ x'\ y' \end{pmatrix}^{\beta_1\beta_1,c_1c_1,j_1j_1}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'} - \right.$$

$$\left. - \left[S(x-x_1)\gamma_5\tau^a S(x_1-y) \right]^{\alpha\beta,cd}_{jk} S_2 \begin{pmatrix} x_1 x_1 \\ x'\ y' \end{pmatrix}^{\beta_1\beta_2,c_1c_1,j_1k_1}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'} \gamma_5^{\beta_2\beta_1}\tau^a_{k_1j_1} \right\}.$$

Здесь $S(x) \equiv S(x)^{\alpha\beta,cd}_{jk} = \delta^{cd}\delta_{jk}\left[(m-\hat{p})^{-1} \right]^{\alpha\beta}$.

5.4.1. Пропагаторы мезонов

а) Введем функцию

$$S_\sigma(x-x') \equiv S_2 \begin{pmatrix} x\ x \\ x'\ x' \end{pmatrix}^{\alpha_1\alpha_1,c_1c_1,j_1j_1}_{\alpha'_1\alpha'_1,c'_1c'_1,j'_1j'_1} \sim \langle \bar{\psi}\psi(x)\bar{\psi}\psi(x') \rangle \tag{5.48}$$

Из уравнения (3.85) получаем

$$S_\sigma(x-x') = -2n_c l_S(x-x') + 2ign_c \int dx_1 l_S(x-x_1) S_\sigma(x_1-x'),$$

где $l_S(x) \equiv tr_\alpha S(x)S(-x)$.

В импульсном пространстве

$$S_\sigma(p) = -\frac{2n_c l_S(p)}{1-2ign_c l_S(p)} = \frac{1}{ig} - \frac{1}{4g^2 n_c I_0(p)\left(4m^2-p^2\right)}. \tag{5.49}$$

Введем пропагатор $\sigma-$мезона:

$$\Delta_\sigma(p) = \frac{Z(p)}{4m^2 - p^2}, \qquad (5.50)$$

где $Z_\sigma(p) = \dfrac{1}{4gn_c I_0(p)}$.

В итоге получаем

$$S_\sigma(p) = \frac{1}{ig}\left(1 - i\Delta_\sigma(p)\right). \qquad (5.51)$$

б) Введем функцию

$$S_\pi^{ab}(x - x') \equiv$$

$$\equiv S_2 \begin{pmatrix} x & x \\ x' & x' \end{pmatrix}_{\alpha'_1\beta'_1,c'_1c'_1,j'_1k'_1}^{\alpha_1\beta_1,c_1c_1,j_1k_1} \gamma_5^{\beta_1\alpha_1} \frac{\tau_{k_1j_1}^a}{2} \gamma_5^{\beta'_1\alpha'_1} \frac{\tau_{k'_1j'_1}^b}{2} \sim \left\langle \overline{\psi}\gamma_5 \frac{\tau^a}{2}\psi(x)\overline{\psi}\gamma_5 \frac{\tau^b}{2}\psi(x') \right\rangle.$$

Из уравнения (3.85) получаем

$$S_\pi^{ab}(x - x') = -\frac{1}{2}n_c\delta^{ab}l_P(x - x') - 2ign_c\int dx_1 l_P(x - x_1)S_\pi^{ab}(x_1 - x'),$$

где $l_P(x) \equiv tr_\alpha\left[S(x)\gamma_5 S(-x)\gamma_5\right]$.

В импульсном пространстве получим:

$$S_\pi^{ab}(p) = -\frac{\frac{1}{2}n_c\,\delta^{ab}\,l_P(p)}{1 + 2ign_c l_P(p)} = -\frac{\delta^{ab}}{4ig} - \frac{\delta^{ab}}{16g^2 n_c I_0(p)p^2}.$$

Введем пропагатор пиона:

$$\Delta_\pi^{ab}(p) = -\frac{\delta^{ab}Z(p)}{p^2}$$

где $Z_\pi(p)=\dfrac{1}{4gn_c I_0(p)}$. Итак получим:

$$S_\pi^{ab}(p)=-\frac{1}{ig}\left(\delta^{ab}-i\Delta_\pi^{ab}(p)\right) \tag{5.52}$$

5.4.2. Вершины

а) Скалярные вершины определим как,

$$V_\sigma(xx'x'')\equiv S^{\alpha_1\alpha_2}(x-x')_{j_1j_2}^{c_1c_2}\ S_2\begin{pmatrix} x' & x \\ x'' & x'' \end{pmatrix}_{\alpha'_1\alpha'_1,c_3c_3,j_3j_3}^{\alpha_2\alpha_1,c_2c_1,j_2j_1}.$$

Из уравнения (3.85) получаем

$$V_\sigma(xx'x'')\equiv 2n_c v_S(xx'x'')-2ign_c\int dx_1 v_S(xx'x_1)S_\sigma(x_1-x''),$$

где

$$v_s(xx'x'')=tr_\alpha\left[S(x-x')S(x'-x'')S(x''-x)\right].$$

С учетом (5.51) получим:

$$V_\sigma(xx'x'')\equiv 2in_c\int dx_1 v_S(xx'x_1)\Delta_\sigma(x_1-x''). \tag{5.53}$$

б) Псевдоскалярную вершину определим следующим образом

$$V_\pi^{ab}(xx'x'')\equiv S^{\alpha_1\beta'_1}(x-x')_{j_1k'_1}^{c_1c'_1}\ \gamma_5^{\beta'_1\alpha'_1}\frac{\tau_{k'_1j'_1}^a}{2}S_2\begin{pmatrix} x' & x \\ x'' & x'' \end{pmatrix}_{\alpha_1''\beta_1'',c_1''c_1'',j_1''k_1''}^{\alpha_1\alpha_1,c'_1c_1,j_1'j_1}\ \gamma_5^{\beta_1''\alpha_1''}\frac{\tau_{k_1''j_1''}^b}{2}.$$

Из уравнения (3.85) получаем

$$V_{\pi}^{ab}(xx'x'')=\frac{n_c}{2}\delta^{ab}v_P\,(xx'x'')+2ign_c\int dx_1 v_P(xx'x_1)S_{\pi}^{ab}(x_1-x''),$$

где

$$v_P(xx'x'')=tr_\alpha\,S(x-x')\gamma_5\;S(x-x'')\gamma_5 S(x''-x).$$

С учетом (5.52) получаем:

$$V_{\pi}^{ab}(xx'x'')=2in_c\int dx_1 v_P(xx'x_1)\Delta_{\pi}^{ab}(x_1-x''). \tag{5.54}$$

5.4.3. $\sigma\pi\pi$ вершина

Введем функцию:

$$W_{\sigma\pi\pi}^{ab}(xx'x'')\equiv$$

$$\equiv S_3\begin{pmatrix} x & x \\ x' & x' \\ x'' & x'' \end{pmatrix}^{\alpha_1\alpha_1,c_1c_1,j_1j_1}_{\substack{\alpha_1'\beta_1',c_1'c_1'j_1'k_1' \\ \alpha_1''\beta_1'',c_1''c_1''j_1''k_1''}}\;\gamma_5^{\beta_1'\alpha_1'}\frac{\tau^a_{k_1'j_1'}}{2}\gamma_5^{\beta_1''\alpha_1''}\frac{\tau^b_{k_1''j_1''}}{2}\sim\left\langle\bar{\psi}\psi(x)\bar{\psi}\gamma_5\frac{\tau^a}{2}\psi(x')\bar{\psi}\gamma_5\frac{\tau^b}{2}\psi(x'')\right\rangle.$$

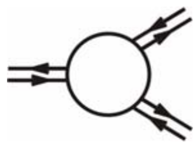

Рис. 5.4 Вершинная функция $\sigma\pi\pi$

Используя введенные определения из подразделов 5.4.1 - 5.4.2 и формулы (3.85), (5.48) - (5.53), получаем для $W_{\sigma\pi\pi}^{ab}$ следующее уравнение:

$$W_{\sigma\pi\pi}^{ab}(xx'x'')=W_0^{ab}(xx'x'')+2ign_c\int dx_1 l_S(x-x_1)W_{\sigma\pi\pi}^{ab}(xx'x''), \tag{5.55}$$

где неоднородный член имеет вид

$$W_0^{ab}(xx'x'') = V_\pi^{ab}(xx'x'') + V_\pi^{ab}(xx''x') +$$

$$+ 4ig\int dx_1 V_\pi^{a_1 a}(xx_1x') S_\pi^{a_1 b}(x_1 - x'') + 4ig\int dx_1 V_\pi^{a_1 b}(xx_1x'') S_\pi^{a_1 a}(x_1 - x') -$$

$$- ig\int dx_1 \left(V_\sigma(xx_1x_1) - 4V_\pi^{a_1 a_1}(xx_1x_1)\right) S_\pi^{ab}(x' - x'').$$

Используя формулы подразделов 5.4.1 - 5.4.2, связную часть неоднородного члена,

$$\left[W_0^{ab}(xx'x'')\right]^{con} = V_\pi^{ab}(xx'x'') + V_\pi^{ab}(xx''x') +$$

$$+ 4ig\int dx_1 V_\pi^{a_1 a}(xx_1x') S_\pi^{a_1 b}(x_1 - x'') + 4ig\int dx_1 V_\pi^{a_1 b}(xx_1x'') S_\pi^{a_1 a}(x_1 - x'),$$

приведем к нижеследующему виду

$$\left[W_0^{ab}(xx'x'')\right]^{con} = -2n_c \int dx_1 dx_2 v_P(xx_1x_2) \left[\Delta_\pi^{a_1 a}(x_2 - x') \Delta_\pi^{a_1 b}(x_1 - x'') +\right.$$

$$\left. + \Delta_\pi^{a_1 ab}(x_2 - x'') \Delta_\pi^{a_1 a}(x_1 - x')\right].$$

Далее переходим в импульсное представление

$$\tilde{\delta}(p - p' - p'') W_{\sigma\pi\pi}^{ab}(pp'p'') = \int dx dx' dx'' e^{ipx - ip'x' - ip''x''} W_{\sigma\pi\pi}^{ab}(xx'x'').$$

В итоге получаем

$$W_{\sigma\pi\pi}^{ab}(pp'p'') = i\Delta_\sigma(p) W_0^{ab}(pp'p''), \tag{5.56}$$

решение которого есть

$$W_{\sigma\pi\pi}^{ab}(pp'p'')=\frac{W_0^{ab}(pp'p'')}{1-2ign_c l_S(p)}$$

(Здесь $p=p'+p''$).

Связная часть есть амплитуда распада $\sigma\to\pi\pi$ и имеет вид:

$$\left[W_{\sigma\pi\pi}^{ab}(pp'p'')\right]^{con}=\frac{2n_c}{i}\Delta_\sigma(p)\left[v_P(pp'p'')+v_P(pp''p')\right]\Delta_\pi^{aa_1}(p')\Delta_\pi^{a_1b}(p''), \qquad (5.57)$$

Графическое изображение приведено на рис. 5.5.

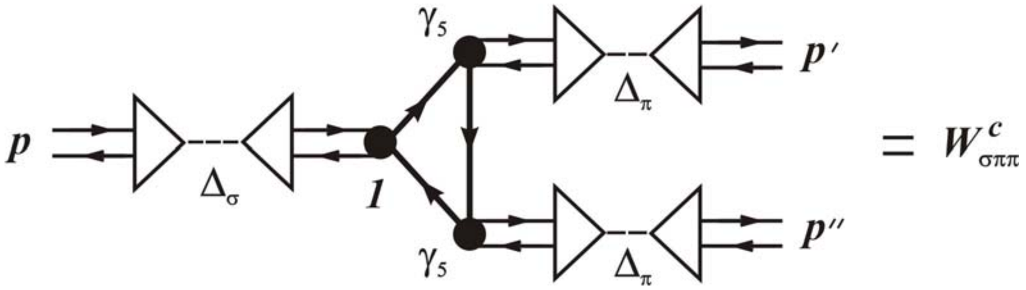

Рис. 5.5 Распад $\sigma\to 2\pi$

(Вычисление v_P приведено в подразделе 5.2.4).

5.5. Решение уравнения для трехкварковой функции

Трехкварковые функции дают принципиальную возможность описания барионов и процессы с их участием через кварковые поля [121, 139, 174, 175]. В работе Дьяконова и Петрова [121], где в киральном пределе в приближении среднего поля трех-, пяти-, семи-кварковые состояния описаны в виде октета, декуплета и антидекуплета как барионы и экзотические барионные состояния (пентакварки и т. д.). Трехкварковые функции также могут быть применены , например, в духе работ [174, 175, 178], к некоторым процессам. В обзорной статье Гарсеванишвили, Хелашвили и др. приводятся весьма аргументированные подходы для описания в ядерной физике много-кварковых связанных состояний [139].

В настоящем разделе приводим решение связной части трехкваркового уравнения (5.47).

5.5.1. Связные части функции

Из уравнения для трехкварковой функции (5.47), получаем

$$S_3\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha\beta,cd,jk \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} = S_3^0\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha\beta,cd,jk \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} +$$

$$+ig\delta^{cd}\int dx_1 \left\{ \delta_{jk}\left(S(x-x_1)S(x_1-y)\right)^{\alpha\beta} \cdot S_3\begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} - \right.$$

$$\left. -\tau_{ik}^{a_1}\left(S(x-x_1)\gamma_5 \cdot S(x_1-y)\right)^{\alpha\beta} \cdot \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau_{j_1j_2}^{a_1} \cdot S_3\begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2j_1 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} \right\}, \qquad (5.58)$$

где S_3^0 - неоднородная часть уравнения (5.58), которая имеет вид

$$S_3^0\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha\beta,cd,jk \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} =$$

$$= -S^{\alpha\beta'}(x-y')^{cd'}_{jk'}\, S^{\alpha'\beta}(x'-y)^{c'd}_{j'k}\, S^{(1)}(x''-y'')^{\alpha''\beta'',c''d''}_{j''k''} -$$

$$- S^{\alpha\beta''}(x-y'')^{cd''}_{jk''}\, S^{\alpha''\beta}(x''-y)^{c''d}_{j''k}\, S^{(1)}(x'-y')^{\alpha'\beta',c'd'}_{j'k'} -$$

$$- S^{\alpha\beta'}(x-y')^{cd'}_{jk'}\, S_2\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha'\beta,c'd,j'k \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} - S^{\alpha\beta''}(x-y'')^{cd''}_{jk''}\, S_2\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha''\beta,c''d,j''k \\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{matrix}} +$$

$$+ ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1`}(x-x_1)^{cc_1}_{ji}\left\{\left[S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_1\beta,c_1d,ik \\ \alpha_2\alpha_2,c_2c_2,,j_2j_2\end{matrix}} \cdot S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha'\beta',c'd'j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} +\right.\right.$$

$$+ S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_1\beta,c_1d,ik \\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{matrix}} \cdot S_2\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2 \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} +$$

$$\left. + S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_1\beta,c_1d,ik \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} \cdot S_2\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k\end{matrix}} \right] -$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^{a_1}_{il}\left[S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_2\beta,c_1d,lk \\ \alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2j_1\end{matrix}} \cdot S_2\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} +\right.$$

$$+ S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_2\beta,c_1d,lk \\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{matrix}} \cdot S_2\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2j_1 \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} +$$

$$\left.\left. + S_2\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_2\beta,c_1d,lk \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} \cdot S_2\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2j_1 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{matrix}} \right]\cdot \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^{a_1`}_{j_1j_2}\right\}. \qquad (5.59)$$

В уравнении (5.59) в наряду со связными частями, также фигурируют несвязные члены. Для выявления связных структур выделим члены дающие при итерациях связные части.

С учетом нижеследующих уравнений

$$S(x) \equiv S(x)^{\alpha\beta,cd}_{jk} = \delta^{cd}\delta_{jk}\left[(m-\hat{p})^{-1}\right]^{\alpha\beta}, \tag{5.60}$$

$$S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix} = -S(x-y')S(x'-y) + S_{2c}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix}, \tag{5.61}$$

$$S_{2c}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{cd,\,jk}_{c'd',\,j'k'} = \delta^{cd}\ \delta^{c'd'}\left[\delta_{jk}\delta_{j'k'}F_\sigma\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix} + \tau^b_{jk}\tau^b_{j'k'}F_\pi\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix}\right] \tag{5.62}$$

получим,

$$\left[S^0\right]^{con} = -\delta^{cd'}\delta^{c'd}\delta^{c''d''}\delta_{jk'}S^{\alpha\beta'}(x-y')\left[\delta_{j'k}\delta_{j''k''}\cdot F_\sigma\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha'\beta}_{\alpha''\beta''} + \tau^b_{j'k}\tau^b_{j''k''}F_\pi\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha'\beta}_{\alpha''\beta''}\right] -$$

$$-\delta^{cd''}\delta^{c''d}\delta^{c'd'}\delta_{jk''}S^{\alpha\beta''}(x-y'')\left[\delta_{j''k}\delta_{j'k'}F_\sigma\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha''\beta}_{\alpha'\beta'} + \tau^b_{j''k}\tau^b_{j'k'}F_\pi\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha''\beta}_{\alpha'\beta'}\right] +$$

$$+ig\int dx_1\delta^{cc_1}\delta_{ji}S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\Big\{\Big[-\delta^{c_1d'}\delta^{c'd'}\delta_{ik'}\delta_{j'k}\cdot S^{\alpha_1\beta'}(x_1-y')S^{\alpha'\beta}(x'-y) +$$

$$+\delta^{c_1d}\delta^{c'd'}\left(\delta_{ik}\delta_{j'k'}F_\sigma\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha'\beta'} + \tau^b_{ik}\tau^b_{j'k'}F_\pi\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha'\beta'}\right)\Big]\times$$

$$\times\left[-\delta^{c_2d''}\delta^{c''c_2}\delta_{j_2k''}\delta_{j''j_2}S^{\alpha_2\beta''}(x_1-y'')S^{\alpha''\alpha_2}(x''-x_1) + \delta^{c_2c_2}\delta^{c''d''}\delta_{j_2j_2}\delta_{j''k''}F_\sigma\begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_2}_{\alpha''\beta''}\right] +$$

$$+\left[-\delta^{c_1d''}\delta^{c''d''}\delta_{ik''}\delta_{j''k}\cdot S^{\alpha_1\beta''}(x_1-y'')S^{\alpha''\beta}(x''-y)+\right.$$

$$\left.+\delta^{c_1d}\delta^{c''d''}\left(\delta_{ik}\delta_{j''k''}\cdot F_\sigma\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha''\beta''}+\tau^b_{ik}\tau^b_{j''k''}F_\pi\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_1\beta}_{\alpha''\beta''}\right)\right]\times$$

$$\times\left[-\delta^{c_2d'}\delta^{c'c_2}\delta_{j_2k'}\delta_{j'j_2}\cdot S^{\alpha_2\beta'}(x_1-y')S^{\alpha''\alpha_2}(x''-x_1)+\delta^{c_2c_2}\delta^{c'd'}\delta_{j_2j_2}\delta_{j'k'}F_\sigma\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x' & y'\end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_2}_{\alpha'\beta'}\right]\Bigg\}-$$

$$-ig\int dx_1\,S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)\delta^{cc_1}\delta_{ji}\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^{a_1}_{il}\left\{\left\{\left[-\delta^{c_1d'}\delta^{c'd'}\delta_{j'k}\delta_{lk'}S^{\alpha_2\beta'}(x_1-y')S^{\alpha'\beta}(x'-y)+\right.\right.\right.$$

$$\left.+\delta^{c_1d}\delta^{c'd'}\left(\delta_{lk}\delta_{j'k'}F_\sigma\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x' & y'\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta}_{\alpha'\beta'}+\tau^b_{lk}\tau^b_{j'k'}F_\pi\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x' & y'\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta}_{\alpha'\beta'}\right)\right]\times$$

$$\times\left[-\delta^{c_2d''}\delta^{c''c_2}\delta_{j_2j''}\delta_{j''j_1}\cdot S^{\alpha_4\beta''}(x_1-y'')S^{\alpha''\alpha_3}(x''-x_1)+\right.$$

$$\left.\left.+\delta^{c_2c_2}\delta^{c''d''}\tau^b_{j_2j_1}\tau^b_{j''k''}F_\pi\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_4\alpha_3}_{\alpha''\beta''}\right]\right\}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^{a_1}_{j_1j_2}+$$

$$+\left\{\left[-\delta^{c_1d''}\delta^{c''d''}\delta_{j''k}\delta_{lk''}S^{\alpha_2\beta''}(x_1-y'')S^{\alpha''\beta}(x''-y)+\right.\right.$$

$$\left.+\delta^{c_1d}\delta^{c''d''}\left(\delta_{lk}\delta_{j''k''}F_\sigma\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta}_{\alpha''\beta''}+\tau^b_{lk}\tau^b_{j''k''}F_\pi\begin{pmatrix}x_1 & y\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta}_{\alpha''\beta''}\right)\right]\times$$

$$\times\left[-\delta^{c_2d'}\delta^{c'c_2}\delta_{j_2j'}\delta_{j'j_1}S^{\alpha_4\beta'}(x_1-y')S^{\alpha'\alpha_3}(x'-x_1)+\right.$$

$$+\delta^{c_2c_2}\delta^{c'd'}+\tau^{b}_{j_2j_1}\tau_{j'k'}F_{\pi}\begin{pmatrix}x_1 & x_1\\ x' & y'\end{pmatrix}^{\alpha_4\alpha_3}_{\alpha'\beta'}\Bigg]\Bigg\}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^{a_1}_{j_1j_2}\Bigg\},\quad(5.63)$$

где далее введем условные обозначения: чисто связные части - $\left[S^0\right]^{con}_{c}$, и несвязные части, которые приводят при итерациях к связным частям - $\left[S^0\right]^{con}_{d}$. Выделим несвязные члены, приводящие к связным итерациям

$$\left[S^0\right]^{con}_{d}=\delta^{cd'}\delta^{c'd}\delta^{c''d''}\cdot$$

$$\cdot\Big\{-S^{\alpha\beta'}(x-y')\Big[\delta_{jk'}\delta_{j'k}\delta_{j''k''}\int dy_1dy_2K^{\alpha'\beta}(x'y_1y)A_{\sigma}(y_1-y_2)K^{\alpha''\beta''}(x''y_2y'')+$$

$$+\delta_{jk'}\tau^{b}_{j'k}\tau^{b}_{j''k''}\int dy_1dy_2K_5^{\alpha'\beta}(x'y_1y)A_{\pi}(y_1-y_2)K_5^{\alpha''\beta''}(x''y_2y'')\Big]+$$

$$+S^{\alpha'\beta}(x'-y)\Big[\delta_{jk'}\delta_{j'k}\delta_{j''k''}\int dy_1dy_2K^{\alpha\beta'}(xy_1y')A_{\sigma}(y_1-y_2)K^{\alpha''\beta''}(x''y_2y'')-$$

$$-\tau^{a_1}_{jk'}\delta_{j'k}\tau^{a_1}_{j''k''}\int dy_1dy_2K_5^{\alpha\beta'}(xy_1y')A_{\pi}(y_1-y_2)K_5^{\alpha''\beta''}(x''y_2y'')\Big]\Big\}+$$

$$+\delta^{cd''}\delta^{c''d}\delta^{c'd'}\cdot\Big\{-S^{\alpha\beta''}(x-y'')\Big[\delta_{jk''}\delta_{j''k}\delta_{j'k'}\int dy_1dy_2K^{\alpha''\beta}(x''y_1y)A_{\sigma}(y_1-y_2)K^{\alpha'\beta'}(x'y_2y')+$$

$$+\delta_{jk''}\tau^{b}_{j''k}\tau^{b}_{j'k'}\int dy_1dy_2K_5^{\alpha''\beta}(x''y_1y)A_{\pi}(y_1-y_2)K_5^{\alpha'\beta'}(x'y_2y')\Big]+$$

$$+S^{\alpha''\beta}(x''-y)\Big[\delta_{jk''}\delta_{j''k}\delta_{j'k'}\int dy_1dy_2K^{\alpha\beta''}(xy_1y'')A_{\sigma}(y_1-y_2)K^{\alpha'\beta'}(x'y_2y')-$$

$$-\tau^{a_1}_{jk''}\delta_{j''k}\tau^{a_1}_{j'k'}\int dy_1dy_2K_5^{\alpha\beta''}(xy_1y'')A_{\pi}(y_1-y_2)K_5^{\alpha'\beta'}(x'y_2y')\Big]\Big\}.\qquad(5.64)$$

Здесь и далее будем использовать следующие обозначения,
ядра:

$$K^{\alpha\beta}(xx_1y) = (S(x-x_1)S(x_1y))^{\alpha\beta},$$

$$K_5^{\alpha\beta}(xx_1x) = (S(x-x_1)\ \gamma_5\ S(x_1-y))^{\alpha\beta}, \tag{5.65}$$

$$tr(K(xx_1x) = l_S(x-x_1); \qquad tr(K(xx_1x)\gamma_5) = 0,$$

$$tr(K_5(xx_1x) = 0; \qquad tr(K(xx_1x)\gamma_5) = l_P(x-x_1);$$

пузырьки:

$$B^{\alpha\beta}(xx_1y)^{\alpha\beta}_{jk} = \left(S_0(xx_1)S_0(x_1x_1)S_0(x_1y)\right)^{\alpha\beta,cd}_{jk},$$

(5.66)

$$B^{\alpha\beta}_{ab}(xx_1y)^{\alpha\beta}_{jk} = \left(S_0(xx_1)i\gamma_5\tau^a S_0(x_1x_1)i\gamma_5\tau^b S_0(x_1y)\right)^{\alpha\beta,cd}_{jk};$$

головастики:

$$E(x_1) = tr\left[S_0(x_1x_1)\right],$$

(5.67)

$$E(x_1) = tr\left[i\gamma_5\tau^a S_0(x_1x_1)\right],$$

которые коммутируют как,

$$S_0(xy)\big|_{\eta-0} = S_c^{\alpha\beta}(x-y)\delta^{cd}\delta_{jk},$$

$$E(x_1)\big|_{\eta=0} = 2n_c tr_\alpha\left[S_c(x_1-x_1)\right],$$

$$E_a(x_1)\big|_{\eta=0} = 0$$

и

$$C_\sigma^{\alpha\beta}(xy_1y) = K^{\alpha\beta}(xy_1y) - 2n_c F_\sigma\begin{pmatrix} y_1 & y_1 \\ x & y\end{pmatrix}^{\alpha_1\alpha_1}_{\alpha\beta} = \frac{1}{ig}\int dy_2 A_\sigma(y_1-y_2)K^{\alpha\beta}(xy_2y),$$

(5.68)

$$C_\pi^{\alpha\beta}(xy_1y) = K_5{}^{\alpha\beta}(xy_1y) - 2n_c\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}F_\pi\begin{pmatrix} y_1 & y_1 \\ x & y\end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_1}_{\alpha\beta} = \frac{1}{ig}\int dy_2 A_\pi(y_1-y_2)K_5{}^{\alpha\beta}(xy_2y),$$

где

$$F_\sigma\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix} = \int dy_1 dy'_1\, K^{\alpha\beta}(xy_1y)\; A_\sigma(y_1 - y'_1)\cdot K^{\alpha'\beta'}(x'y'_1\,y')$$

$$(5.69)$$

$$F_\pi\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix} = \int dy_1 dy'_1\, K_5^{\alpha\beta}(xy_1y)\; A_\pi(y_1 - y'_1)\cdot K_5^{\alpha'\beta'}(x'y'_1\,y')\,.$$

Далее проделав ампутацию в (5.64) получаем ампутированную несвязную часть, дающую связные части

$$[A_0]_d^{con} = \delta^{cd'}\delta^{c'd}\delta^{c''d''}\times$$

$$\times\Big\{-S^{-1}(x-y')^{\alpha\beta'}\cdot\Big[\delta_{jk'}\delta_{j'k}\delta_{j''k''}\delta^{\alpha'\beta}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x'-y)\delta(x''-y'')A_\sigma(x'-y'')+$$

$$+\delta_{jk'}\tau^b_{j'k}\tau^b_{j''k''}\delta(x'-y)\delta(x''-y'')\gamma_5^{\alpha'\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}A_\pi(x'-y'')\Big]+$$

$$+S^{-1}(x'-y)^{\alpha'\beta}\Big[\delta_{jk'}\delta_{j'k}\delta_{j''k''}\delta^{\alpha\beta'}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x-y')\delta(x''-y'')A_\sigma(x-y'')-$$

$$-\tau^{a_1}_{jk'}\delta_{j'k}\tau^{a_1}_{j''k''}\gamma_5^{\alpha\beta'}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x-y')\delta(x''-y'')A_\pi(x-y'')\Big]\Big\}$$

$$+\delta^{cd''}\delta^{c''d}\delta^{c'd'}\Big\{-S^{-1}(x-y'')^{\alpha\beta''}\cdot\Big[\delta_{jk''}\delta_{j''k}\delta_{j'k'}\delta^{\alpha''\beta}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x''-y)\delta(x'-y')A_\sigma(x''-y')+$$

$$+\delta_{jk''}\tau^b_{j''k}\tau^b_{j'k'}\delta(x''-y)\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}A_\pi(x''-y')\Big]+$$

$$+S^{-1}(x''-y)^{\alpha''\beta}\Big[\delta_{jk''}\delta_{j''k}\delta_{j'k'}\delta^{\alpha\beta''}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x-y'')\delta(x'-y')A_\sigma(x-y')-$$

$$-\tau^{a_1}_{jk''}\delta_{j''k}\tau^{a_1}_{j'k'}\gamma_5^{\alpha\beta''}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x-y'')\delta(x'-y')A_\pi(x-y')\Big]\Big\}. \qquad (5.70)$$

Из (5.63) известно, что связные части имеют вид

$$\left[S_c^0\right]_c^{con} = \delta^{cd}\delta^{c'd'}\delta^{c''d''}\int dx_1 dy_1 dy_2 dy'_2 \left\{-\delta_{jk}\delta_{j'k'}\delta_{j''k''}S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)K^{\alpha_1\beta}(x_1 y_2 y)\times\right.$$

$$\times A_\sigma(y_2 - y'_2)K^{\alpha'\beta'}(x' y'_2\, y')A_\sigma(x_1 - y_1)K^{\alpha''\beta''}(x'' y_1 y'')-$$

$$-\tau^b_{jk}\tau^b_{j'k'}\delta_{j''k''}S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)K_5^{\alpha_1\beta}(x_1 y_2 y)A_\pi(y_2 - y'_2)K_5^{\alpha'\beta'}(x' y'_2\, y')A_\sigma(x_1 - y_1)K^{\alpha''\beta''}(x'' y_1 y'')+$$

$$+\tau^b_{jk}\delta_{j'k'}\tau^b_{j''k''}\left(S(x-x_1)\gamma_5\right)^{\alpha\alpha_1}K^{\alpha_1\beta}(x_1 y_2 y)A_\sigma(y_2 - y'_2)\times$$

$$\times K^{\alpha'\beta'}(x' y'_2\, y')A_\pi(x_1 - y_1)K_5^{\alpha''\beta''}(x'' y_1 y'') + \left(\delta_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^b_{j''k''} - i\in^{abc}\ \tau^a_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^c_{j''k''}\right)\times$$

$$\left.\times\left(S(x-x_1)\gamma_5\right)^{\alpha\alpha_1}K_5^{\alpha_1\beta}(x_1 y_2 y)A_\pi(y_2 - y'_2)K_5^{\alpha'\beta'}(x' y'_2\, y')A_\pi(x_1 - y_1)K_5^{\alpha''\beta''}(x'' y_1 y'')\right\}+$$

$$+\delta^{cd}\delta^{c'd'}\delta^{c''d''}\int dx_1 dy_1 dy_2 dy''_2 \left\{-\delta_{jk}\delta_{j''k''}\delta_{j'k'}S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)K^{\alpha_1\beta}(x_1 y_2 y)\times\right.$$

$$\times A_\sigma(y_2 - y''_2)K^{\alpha''\beta''}(x'' y''_2\, y'')A_\sigma(x_1 - y_1)K^{\alpha'\beta'}(x' y_1 y')-$$

$$-\tau^b_{jk}\tau^b_{j''k''}\delta_{j'k'}S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)K_5^{\alpha_1\beta}(x_1 y_2 y)A_\pi(y_2 - y''_2)\times$$

$$\times K_5^{\alpha''\beta''}(x'' y''_2\, y'')A_\sigma(x_1 - y_1)K^{\alpha'\beta'}(x' y_1 y')+$$

$$+\tau^b_{jk}\delta_{j''k''}\tau^b_{j'k'}\left(S(x-x_1)\gamma_5\right)^{\alpha\alpha_1}K^{\alpha_1\beta}(x_1 y_2 y)A_\sigma(y_2 - y''_2)\times$$

$$\times K^{\alpha''\beta''}(x'' y''_2\, y'')A_\pi(x_1 - y_1)K_5^{\alpha'\beta'}(x' y_1 y')+$$

$$+\left(\delta_{jk}\tau^b_{j''k''}\tau^b_{j'k'} - i\in^{abc}\ \tau^a_{jk}\tau^b_{j''k''}\tau^c_{j'k'}\right)\cdot\left(S(x-x_1)\gamma_5\right)^{\alpha\alpha_1}K_5^{\alpha_1\beta}(x_1 y_2 y)A_\pi(y_2 - y''_2)\times$$

$$\left.\times K_5^{\alpha''\beta''}(x'' y''_2\, y'')A_\pi(x_1 - y_1)K_5^{\alpha'\beta'}(x' y_1 y')\right\}. \qquad (5.71)$$

Проделав ампутацию имеем

$$\left[A^0\right]_c^{con} = \delta^{cd}\delta^{c'd'}\delta^{c''d''}\times$$

$$\times\left\{-\delta_{jk}\delta_{j'k'}\delta_{j''k''}S^{\alpha\beta}(x-y)\delta^{\alpha'\beta'}\delta^{\alpha''\beta''}\cdot\delta(x'-y')\delta(x''-y'')A_\sigma(y-y')A_\sigma(x-y'')-\right.$$

$$-\tau^b_{jk}\tau^b_{j'k'}\delta_{j''k''}\left(S(x-y)\gamma_5\right)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x'-y')\delta(x''-y'')A_\pi(y-y')A_\sigma(x-y'')+$$

$$+\tau^b_{jk}\delta_{j'k'}\tau^b_{j''k''}\left(\gamma_5 S(x-y)\right)^{\alpha\beta}\delta^{\alpha'\beta'}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x'-y')\delta(x''-y'')A_\sigma(y-y')A_\pi(x-y'')+$$

$$+\left(\delta_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^b_{j''k''}-i\in^{abc}\ \tau^a_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^c_{j''k''}\right)\left(\gamma_5 S(x-y)\gamma_5\right)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\times$$

$$\left.\cdot\,\delta(x'-y')\delta(x''-y'')A_\pi(y-y')A_\pi(x-y'')\right\}+$$

$$+\delta^{cd}\delta^{c'd'}\delta^{c''d''}\times$$

$$\times\left\{-\delta_{jk}\delta_{j''k''}\delta_{j'k'}S^{\alpha\beta}(x-y)\delta^{\alpha''\beta''}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x''-y'')\delta(x'-y')A_\sigma(y-y'')A_\sigma(x-y')-\right.$$

$$-\tau^b_{jk}\tau^b_{j''k''}\delta_{j'k'}\left(S(x-y)\gamma_5\right)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x''-y'')\delta(x'-y')A_\pi(y-y'')A_\sigma(x-y')+$$

$$+\tau^b_{jk}\delta_{j''k''}\tau^b_{j'k'}\left(\gamma_5 S(x-y)\right)^{\alpha\beta}\delta^{\alpha''\beta''}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x''-y'')\delta(x'-y')A_\sigma(y-y'')A_\pi(x-y')+$$

$$+\left(\delta_{jk}\tau^b_{j''k''}\tau^b_{j'k'}-i\in^{abc}\ \tau^a_{jk}\tau^b_{j''k''}\tau^c_{j'k'}\right)\left(\gamma_5 S(x-y)\gamma_5\right)^{\alpha\beta}\cdot\gamma_5^{\alpha''\beta''}\cdot\gamma_5^{\alpha'\beta'}\times$$

$$\left.\times\,\delta(x''-y'')\delta(x'-y')A_\pi(y-y'')A_\pi(x-y')\right\}. \qquad (5.72)$$

Итак ампутированное уравнение для трехкварковой функции имеет вид

$$A_3 = A_3^0 + ig\delta^{cd}\delta(x-y)\int dx_1 dy_1 \left\{ \delta^{jk}\delta^{\alpha\beta} S^{\alpha_1\alpha_2}(x-x_1) A_3 \begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix} \begin{matrix} {}^{\alpha_2\beta_1 c_1 c_1 j_1 j_1} \\ {}^{\alpha'\beta' c'd' j'k'} \\ {}^{\alpha''\beta'' c''d'' j''k''} \end{matrix} S^{\beta_1\alpha_1}(y_1-y) - \right.$$

$$\left. - \tau^a_{jk}\gamma_5^{\alpha\beta}\left(\gamma_5 S(x-x_1)\right)^{\alpha_1\alpha_2} A_3 \begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix} \begin{matrix} {}^{\alpha_2\beta_1 c_1 c_1 j_1 j_2} \\ {}^{\alpha'\beta' c'd' j'k'} \\ {}^{\alpha''\beta'' c''d'' j''k''} \end{matrix} \cdot \tau^a_{j_2 j_1} S^{\beta_1\alpha_1}(y_1-y) \right\}. \qquad (5.73)$$

Ампутированная функция $\left[A^0\right]_d^{con}$ несвязной части в неоднородном члене уравнения (5.73)

$$\left[A^0\right]_d^{con} = \delta^{cd'}\delta^{c'd}\delta^{c''d''}\left\{ - S^{-1}(x-y')^{\alpha\beta'}\delta_{jk'}\delta_{j'k}\delta_{j''k''}\delta^{\alpha'\beta}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x'-y)\cdot A_\sigma(x'-y'') \right.$$

$$- \delta_{jk'}\tau^b_{j'k}\tau^b_{j''k''}S^{-1}(x-y')^{\alpha\beta'}\delta(x'-y)\gamma_5^{\alpha'\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}A_\pi(x'-y'') +$$

$$+ \delta_{jk'}\delta_{j'k}\delta_{j''k''}S^{-1}(x'-y)^{\alpha'\beta}\delta^{\alpha\beta'}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x-y')A_\sigma(x-y'') -$$

$$\left. - \tau^b_{jk'}\delta_{j'k}\tau^b_{j''k''}S^{-1}(x'-y)^{\alpha'\beta}\gamma_5^{\alpha\beta'}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x-y')A_\pi(x-y'') \right\}\delta(x''-y'') +$$

$$+ \delta^{cd''}\delta^{c''d}\delta^{c'd'}\left\{ - S^{-1}(x-y'')^{\alpha\beta''}\delta_{jk''}\delta_{j''k}\delta_{j'k'}\delta^{\alpha''\beta}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x''-y)A_\sigma(x''-y') - \right.$$

$$- \delta_{jk''}\tau^b_{j''k}\tau^b_{j'k'}S^{-1}(x-y'')^{\alpha\beta''}\delta(x''-y)\gamma_5^{\alpha''\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}A_\pi(x''-y') +$$

$$+ \delta_{jk''}\delta_{j''k}\delta_{j'k'}S^{-1}(x''-y)^{\alpha''\beta}\delta^{\alpha\beta''}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x-y'')A_\sigma(x-y') -$$

$$\left. - \tau^b_{jk''}\delta_{j''k}\tau^b_{j'k'}S^{-1}(x''-y)^{\alpha''\beta}\gamma_5^{\alpha\beta''}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x-y'')A_\pi(x-y') \right\}\delta(x'-y') \qquad (5.74)$$

подставляя в (5.73), проделаем первую итерацию. В итоге получим

$$\left(A_d^1\right)^{con} = ig\delta^{cd}\delta^{c'd'}\delta^{c''d''}\delta(x-y)\times$$

$$\times\left\{\delta(x''-y'')\left[-\delta_{jk}\delta_{j'k'}\delta_{j''k''}\delta^{\alpha\beta}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x-y')S^{\alpha'\beta'}(x'-y')A_\sigma(x'-y'')-\right.\right.$$

$$-\delta_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^b_{j''k''}\delta^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x-y'')\left(\gamma_5 S(x'-y')\right)^{\alpha'\beta'}A_\pi(x'-y'')+$$

$$+\delta_{jk}\delta_{j'k'}\delta_{j''k''}\delta^{\alpha\beta}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x'-y)S^{\alpha'\beta'}(x'-y')A_\sigma(y'-y'')-$$

$$-\delta_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^b_{j''k''}\delta^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\left(S(x'-y')\gamma_5\right)^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y)A_\pi(y'-y'')+$$

$$+\tau^a_{jk}\tau^a_{j'k'}\delta_{j''k''}\gamma_5^{\alpha\beta}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x-y')\left(S(x'-y')\gamma_5\right)^{\alpha'\beta'}A_\sigma(x'-y'')+$$

$$+\left(\tau^a_{jk}\delta_{j'k'}\tau^a_{j''k''}+i\in^{abc}\tau^a_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^c_{j''k''}\right)\gamma_5^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\left(\gamma_5 S(x'-y')\gamma_5\right)^{\alpha'\beta'}\delta(x-y')A_\pi(x'-y'')-$$

$$-\tau^a_{jk}\tau^a_{j'k'}\delta_{j''k''}\gamma_5^{\alpha\beta}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x'-y)\left(\gamma_5 S(x'-y')\right)^{\alpha'\beta'}A_\sigma(y'-y'')+$$

$$\left.+\left(\tau^a_{jk}\delta_{j'k'}\tau^a_{j''k''}-i\in^{abc}\tau^a_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^c_{j''k''}\right)\gamma_5^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x'-y)\left(\gamma_5 S(x'-y')\gamma_5\right)^{\alpha'\beta'}A_\pi(y'-y'')\right]+$$

$$+\left\{\delta(x'-y')\left[-\delta_{jk}\delta_{j''k''}\delta_{j'k'}\delta^{\alpha\beta}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x-y'')S^{\alpha''\beta''}(x''-y'')A_\sigma(x''-y')-\right.\right.$$

$$-\delta_{jk}\tau^b_{j''k''}\tau^b_{j'k'}\delta^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x-y'')\left(\gamma_5 S(x''-y'')\right)^{\alpha''\beta''}A_\pi(x''-y')+$$

$$+\delta_{jk}\delta_{j''k''}\delta_{j'k'}\delta^{\alpha\beta}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x''-y)S^{\alpha''\beta''}(x''-y'')A_\sigma(y''-y')-$$

$$-\delta_{jk}\tau^b_{j''k''}\tau^b_{j'k'}\delta^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\left(S(x''-y'')\gamma_5\right)^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y)A_\pi(y''-y')+$$

$$-\tau^a_{jk}\tau^a_{j''k''}\delta_{j'k'}\gamma_5^{\alpha\beta}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x-y'')\left(S(x''-y'')\gamma_5\right)^{\alpha''\beta''}A_\sigma(x''-y')+$$

$$+\left(\tau^a_{jk}\delta_{j''k''}\tau^a_{j'k'}+i\in^{abc}\tau^a_{jk}\tau^b_{j''k''}\tau^c_{j'k'}\right)\gamma_5^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\left(\gamma_5 S(x''-y'')\gamma_5\right)^{\alpha''\beta''}\delta(x-y'')A_\pi(x''-y')-$$

$$-\tau^a_{jk}\tau^a_{j''k''}\delta_{j'k'}\gamma_5^{\alpha\beta}\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x''-y)\left(\gamma_5 S(x''-y'')\right)^{\alpha''\beta''}A_\sigma(y''-y')+$$

$$+\left(\tau^a_{jk}\delta_{j''k''}\tau^a_{j'k'}-i\in^{abc}\tau^a_{jk}\tau^b_{j''k''}\tau^c_{j'k'}\right)\gamma_5^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x''-y)\times$$

$$\times\left(\gamma_5 S(x''-y'')\gamma_5\right)^{\alpha''\beta''}A_\pi(y''-y')\Big]\Big\}. \qquad (5.75)$$

5.5.2. Амплитуды

Изотопическая и цветовая структура A_3 есть

$$A_3=\delta^{cd}\,\delta^{c'd'}\,\delta^{c''d''}\Big[\delta_{jk}\,\delta_{j'k'}\,\delta_{j''k''}A_{\sigma\sigma\sigma}+\delta_{jk}\tau^\alpha_{j'k'}\tau^\alpha_{j''k''}A_{\sigma\pi\pi}+$$

$$+\tau^\alpha_{jk}\delta_{j'k'}\tau^\alpha_{j''k''}A_{\pi\sigma\pi}+\tau^\alpha_{jk}\tau^\alpha_{j'k'}\delta^\alpha_{j''k''}A_{\pi\pi\sigma}+i\varepsilon^{abc}\tau^\alpha_{jk}\tau^b_{j'k'}\tau^c_{j''k''}A_{\pi\pi\pi}\Big]. \qquad (5.76)$$

Итак уравнение для A_3 будет иметь вид

$$A_3=A_3^0+2ign_c\delta(x-y)\int dx_1dy_1\Big\{\delta_{jk}\delta^{\alpha\beta}S^{\alpha_1\alpha_2}(x-x_1)\times$$

$$\times\left[\delta_{j'k'}\delta_{j''k''}\cdot A_{\sigma\sigma\sigma}\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta_1}_{\substack{\alpha'\beta'\\ \alpha''\beta''}}+\tau^b_{j'k'}\tau^b_{j''k''}A_{\sigma\pi\pi}\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta_1}_{\substack{\alpha'\beta'\\ \alpha''\beta''}}\right]\cdot S^{\beta_1\alpha_1}(y_1-y)-$$

$$-\tau^a_{jk}\gamma_5^{\alpha\beta}\left(\gamma_5 S(x-x_1)\right)^{\alpha_1\alpha_2}\left[\delta_{j'k'}\tau^a_{j''k''}A_{\pi\sigma\pi}\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta_1}_{\substack{\alpha'\beta'\\ \alpha''\beta''}}+\right.$$

$$\left.+\tau^a_{j'k'}\delta_{j''k''}A_{\pi\pi\sigma}\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta_1}_{\substack{\alpha'\beta'\\ \alpha''\beta''}}+i\in^{abc}\tau^b_{j'k'}\tau^c_{j''k''}A_{\pi\pi\pi}\begin{pmatrix}x_1 & y_1\\ x' & y'\\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\alpha_2\beta_1}_{\substack{\alpha'\beta'\\ \alpha''\beta''}}\right]\cdot S^{\beta_1\alpha_1}(y_1-y)\Big\}. \qquad (5.77)$$

Далее введя следующие анзацы

$$A_{\sigma\sigma\sigma} = \left\{\delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)S^{\alpha'\beta'}(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_1(xx'y'y'') +\right.$$

$$+ S^{\alpha\beta}(x-y)\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_2(xyy'y'') +$$

$$\left.+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_3(xy'y'')\right\} +$$

$$+ \left\{\delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)S^{\alpha''\beta''}(x''-y'')\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_1(xx''y''y') +\right.$$

$$+ S^{\alpha\beta}(x-y)\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_2(xyy''y') +$$

$$\left.+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_3(xy''y')\right\},$$

$$A_{\sigma\pi\pi} = \left[\delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\left(\gamma_5 S(x'-y')\right)^{\alpha'\beta'}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_4(xx'y'y'') +\right.$$

$$+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\left(S(x'-y')\gamma_5\right)^{\alpha'\beta'}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_5(xx'y'y'') +$$

$$+ \left(\gamma_5 S(x-y)\gamma_5\right)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_6(xyy'y'') +$$

$$\left.+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_7(xy'y'')\right] +$$

$$+ \left[\delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\left(\gamma_5 S(x''-y'')\right)^{\alpha''\beta''}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_4(xx''y''y') +\right.$$

$$+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\left(S(x''-y'')\gamma_5\right)^{\alpha''\beta''}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_5(xx''y''y') +$$

$$+ \left(\gamma_5 S(x-y)\gamma_5\right)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_6(xyy''y') +$$

$$\left.+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_7(xy''y')\right],$$

$$A_{\pi\pi\sigma} = \gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\big(S(x'-y')\gamma_5\big)^{\alpha'\beta'}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_8(xx'y'y'') +$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\big(\gamma_5 S(x'-y')\big)^{\alpha'\beta'}\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_9(xx'y'y'') +$$

$$+\big(S(x-y)\gamma_5\big)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_{10}(xxy'y'') +$$

$$+\big(\gamma_5 S(x-y)\big)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_{11}(xyy'y'') +$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\big(\gamma_5 S(x''-y'')\gamma_5\big)^{\alpha''\beta''}A_{12}(xy'x''y'') +$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_{13}(x\,y'y''),$$

$$A_{\pi\pi\pi} = \gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\big(\gamma_5 S(x'-y')\big)^{\alpha'\beta'}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_{14}(xx'y'y'') +$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\big(\gamma_5 S(x''-y'')\big)^{\alpha''\beta''}A_{15}(xy'x''y'') +$$

$$+\big(\gamma_5 S(x-y)\big)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_{16}(xyy'y'') +$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_{17}(xy'y'')$$

и используя решения уравнений для ампутированных функций первого шага (3.89) и (3.90) получим окончательное решение уравнения для трехкварковой амплитуды

$$A_{\sigma\sigma\sigma}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix} =$$

$$= \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)S^{\alpha'\beta'}(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\left[A_\sigma(x-y')A_\sigma(x'-y'') - A_\sigma(y-x')A_\sigma(y'-y'')\right] -$$

$$- S^{\alpha\beta}(x-y)\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_\sigma(y-y')A_\sigma(x-y'') +$$

$$+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')V_{\sigma\sigma\sigma}(xy'y'') +$$

$$+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)S^{\alpha''\beta''}(x''-y'')\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\left[A_\sigma(x-y'')A_\sigma(x''-y') - A_\sigma(y-x'')A_\sigma(y''-y')\right] -$$

$$- S^{\alpha\beta}(x-y)\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_\sigma(y-y'')A_\sigma(x-y') +$$

$$+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\delta^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')V_{\sigma\sigma\sigma}(xy''y'), \qquad (5.78)$$

$$A_{\sigma\pi\pi}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix} = \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)[(\gamma_5 S(x'-y')^{\alpha'\beta'}A_\sigma(x-y')A_\pi(x'-y'') +$$

$$+ (S(x'-y')\gamma_5)^{\alpha'\beta'}A_\sigma(x-x')A_\pi(y'-y'')]\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'') +$$

$$+ (\gamma_5 S(x-y)\gamma_5)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')A_\pi(y-y')A_\pi(x-y'') -$$

$$- \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')V_{\sigma\pi\pi}(xy'y'') +$$

$$+ \delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)[(\gamma_5 S(x''-y'')^{\alpha''\beta''}A_\sigma(x-y'')A_\pi(x''-y') +$$

$$+ (S(x''-y'')\gamma_5)^{\alpha''\beta''}A_\sigma(x-x'')A_\pi(y''-y')]\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y') +$$

$$+(\gamma_5 S(x-y)\gamma_5)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')A_\pi(y-y'')A_\pi(x-y')-$$

$$-\delta^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')V_{\sigma\pi\pi}(xy''y')\} \ , \qquad (5.79)$$

$$A_{\pi\pi\sigma}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix} = \gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)[(S(x'-y')\gamma_5)^{\alpha'\beta'}A_\pi(x-y')A_\sigma(x'-y'')-$$

$$-(\gamma_5 S(x'-y'))^{\alpha'\beta'}A_\pi(x-x')A_\sigma(y'-y'')]\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')+$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')(\gamma_5 S(x''-y'')\gamma_5)^{\alpha''\beta''}[A_\pi(x-y'')A_\pi(x''-y')+$$

$$+A_\pi(x-x'')A_\pi(y''-y')]+[(\gamma_5 S(x-y))^{\alpha\beta}A_\pi(x-y')A_\sigma(y-y'')-$$

$$-(S(x-y)\gamma_5)^{\alpha\beta}A_\pi(y-y')A_\sigma(x-y'')]\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')+$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\delta^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')[V_{\pi\pi\sigma}(xy'y'')-V_{\pi\sigma\pi}(xy''y')], \quad (5.80)$$

$$A_{\pi\sigma\pi}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix} = A_{\pi\pi\sigma}\begin{pmatrix} x & y \\ x'' & y'' \\ x' & y' \end{pmatrix}, \qquad (5.81)$$

$$A_{\pi\pi\pi}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix} =$$

$$=\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')(\gamma_5 S(x''-y'')\gamma_5)^{\alpha''\beta''}\times$$

$$\times[A_\pi(x-x'')A_\pi(y''-y')-A_\pi(x-y'')A_\pi(x''-y')]+$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)(\gamma_5 S(x'-y')\gamma_5)^{\alpha'\beta'}\gamma_5^{"\alpha\beta"}\delta(x''-y'')\times$$

$$\times[A_\pi(x-y')A_\pi(x'-y'')-A_\pi(x-x')A_\pi(y'-y'')]+$$

$$+(\gamma_5 S(x-y)\gamma_5)^{\alpha\beta}\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta''}\delta(x''-y'')\times$$

$$\times[A_\pi(x-y')A_\pi(y-y'')-A_\pi(y-y')A_\pi(x-y'')]+$$

$$+\gamma_5^{\alpha\beta}\delta(x-y)\gamma_5^{\alpha'\beta'}\delta(x'-y')\gamma_5^{\alpha''\beta'}\delta(x''-y'')[V_{\pi\pi\pi}(xy'y'')-V_{\pi\pi\pi}(xy''y')]\ , \qquad (5.82)$$

где

$$T_{\sigma\sigma}=2n_c\int dx_1dy_1dy_2A_\sigma(x-y_1)tr[S(y_1-x_1)S(x_1-y_2)S(y_2-y_1)]A_\sigma(x_1-y_2),$$

(5.83)

$$T_{\sigma\pi}=2n_c\int dx_1dy_1dy_2A_\sigma(x-y_1)tr[S(y_1-x_1)\gamma_5S(x_1-y_2)\gamma_5S(y_2-y_1)]A_\pi(x_1-y_2)\text{-}$$

головастики;

$$V_{\sigma\sigma\sigma}(xy'y'')=2n_c\int dx_1dy_1dy_2\ A_\sigma(x-x_1)\times$$

$$\times tr\big[S(x_1-y_1)S(y_1-y_2)S(y_2-x_1)\big]A_\sigma(y_2-y')\ A_\sigma(y_1-y''),$$

$$V_{\sigma\pi\pi}(xy'y'')=2n_c\int dx_1dy_1dy_2\ A_\sigma(x-x_1)\times$$

$$\times tr\left[S(x_1-y_1)\gamma_5 S(y_1-y_2)\gamma_5 S(y_2-x_1)\right]A_\pi(y_2-y')\ A_\pi(y_1-y''),$$

$$V_{\pi\sigma\pi}(xy'y'')=2n_c\int dx_1dy_1dy_2\ A_\pi(x-x_1)\times$$

$$\times tr\left[S(x_1-y_1)\gamma_5 S(y_1-y_2)S(y_2-x_1)\gamma_5\right]A_\sigma(y_2-y')\ A_\pi(y_1-y''),$$

$$(5.84)$$

$$V_{\pi\pi\sigma}(xy'y'')=2n_c\int dx_1dy_1dy_2\ A_\pi(x-x_1)\times$$

$$\times tr\left[S(x_1-y_1)S(y_1-y_2)\gamma_5 S(y_2-x_1)\gamma_5\right]\cdot A_\pi(y_2-y')\ A_\sigma(y_1-y''),$$

$$V_{\pi\pi\pi}(xy'y'')=2n_c\int dx_1dy_1dy_2\ A_\pi(x-x_1)\times$$

$$\times tr\left[S(x_1-y_1)\gamma_5 S(y_1-y_2)\gamma_5 S(y_2-x_1)\gamma_5\right]\cdot A_\pi(y_2-y')\ A_\pi(y_1-y'').$$

5.6. Уравнения третьего шага итераций в $SU(2)-$ модели и их возможные физические приложения

Главное приближение и первый порядок РСП включает в себе уравнения для пропагатора кварка и двухчастичной функции, а также уравнение для поправки первого порядка к пропагатору кварка. Рассмотрением этих уравнений обычно и ограничиваются в исследованиях модели НИЛ (см. например [109, 122, 183, 185]). В втором порядке РСП появляются уравнения для четырехчастичной и трехчастичной функций, а также уравнения для двухчастичной функции второго порядка и уравнение для поправки второго порядка к пропагатору кварка. В настоящем разделе мы приводим уравнения третьего порядка РСП в $SU(2)-$модели НИЛ [36, 156-158].

Мы рассматриваем модель НИЛ с лагранжианом (3.76). Производящий функционал функций Грина (вакуумных ожиданий Т-произведения полей) представлен в виде функционального интеграла с билокальным источником. Уравнение ШД для производящего функционала имеет вид (3.78). Уравнение для функционала $n-$го шага имеет вид (3.83).

5.6.1. Уравнения третьего шага итераций модели Намбу – Иона-Лазинио

Итак уравнение третьего шага в терминах $P^{(n)}$ будет иметь вид:

$$
-\frac{\delta P^{(3)}}{\delta\eta^{\beta\alpha}(y,x)^{dc}_{kj}}+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)^{c_1 d}_{j_1 k}\left\{\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha_1}(y,x_1)^{c_1 d}_{j_1 k}}tr\frac{\delta P^{(3)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}-\right.
$$

$$
-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\frac{\tau^a_{j_1 j_2}}{2}\frac{\delta}{\delta\eta^{\beta\alpha_2}(y,x_1)^{c_1 d}_{j_2 k}}tr\gamma_5\frac{\tau^a}{2}\frac{\delta P^{(3)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}+S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)^{c_1 d}_{j_1 k}tr\frac{\delta P^{(3)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}-
$$

$$
\left.-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\frac{\tau^a_{j_1 j_2}}{2}S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)^{c_1 d}_{j_2 k}tr\gamma_5\frac{\tau^a}{2}\frac{\delta P^{(3)}}{\delta\eta(x_1,x_1)}\right\}=
$$

$$
=\int dx_1 dx_2 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)^{c_1 d}_{j_1 k}\eta^{\alpha_1\alpha_2}(x_1,x_2)^{c_1 c_2}_{j_1 j_2}\times
$$

$$
\times\left\{P^{(2)}S^{\alpha_2\beta}(x_2-y)^{c_2 d}_{j_2 k}+\frac{\delta P^{(2)}}{\delta\eta^{\beta\alpha_2}(y,x_2)^{c_2 d}_{j_2 k}}\right\}. \tag{5.85}
$$

Решение уравнения (5.85) будем искать в виде:

$$P^{(3)}[\eta]=\frac{1}{6!}\int S_6\left(\begin{array}{cc} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_4 & y_4 \\ x_5 & y_5 \\ x_6 & y_6 \end{array}\right)\begin{array}{l} {}^{\alpha_1\beta_1,c_1d_1,j_1k_1} \\ {}^{\alpha_21\beta_2,c_2d_2,j_2k_2} \\ {}^{\alpha_3\beta_3,c_3d_3,j_3k_3} \\ {}^{\alpha_1\beta_1,c_1d_1,j_1k_1} \\ {}^{\alpha_5\beta_5,c_51d_5,j_5k_5} \\ {}^{\alpha_6\beta_6,c_6d_6,j_6k_6} \end{array}\cdot\eta^{\beta_1\alpha_1}\left(y_1,x_1\right)_{k\ j_2}^{d_1c_2}\eta^{\beta_2\alpha_2}\left(y_2,x_2\right)_{k_2j_2}^{d_2c_2}\times$$

$$\times\eta^{\beta_3\alpha_3}\left(y_3,x_3\right)_{k_3j_3}^{d_3c_3}\eta^{\beta_4\alpha_4}\left(y_4,x_4\right)_{k_4j_4}^{d_4c_4}\eta^{\beta_5\alpha_5}\left(y_5,x_5\right)_{k\ j_2}^{d_1c_2}\times$$

$$\times\eta^{\beta_1\alpha_1}\left(y_6,x_6\right)_{k_6j_6}^{d_6c_6}dx_1dx_2dx_3dx_4dx_5dx_6dy_1dy_2dy_3dy_4dy_5dy_6+$$

$$+\frac{1}{5!}\int S_5\left(\begin{array}{cc} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_4 & y_4 \\ x_5 & y_5 \end{array}\right)\begin{array}{l} {}^{\alpha_1\beta_1,c_1d_1,j_1k_1} \\ {}^{\alpha_21\beta_2,c_2d_2,j_2k_2} \\ {}^{\alpha_3\beta_3,c_3d_3,j_3k_3} \\ {}^{\alpha_1\beta_1,c_1d_1,j_1k_1} \\ {}^{\alpha_5\beta_5,c_51d_5,j_5k_5} \end{array}\cdot\eta^{\beta_1\alpha_1}\left(y_1,x_1\right)_{k\ j_2}^{d_1c_2}\eta^{\beta_2\alpha_2}\left(y_2,x_2\right)_{k_2j_2}^{d_2c_2}\eta^{\beta_3\alpha_3}\left(y_3,x_3\right)_{k_3j_3}^{d_3c_3}\times$$

$$\times\eta^{\beta_4\alpha_4}\left(y_4,x_4\right)_{k_4j_4}^{d_4c_4}\eta^{\beta_5\alpha_5}\left(y_5,x_5\right)_{k\ j_2}^{d_1c_2}dx_1dx_2dx_3dx_4dx_5dy_1dy_2dy_3dy_4dy_5+$$

$$+\frac{1}{4!}\int S_4^{(1)}\left(\begin{array}{cc} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_4 & y_4 \end{array}\right)\begin{array}{l} {}^{\alpha_1\beta_1,c_1d_1,j_1k_1} \\ {}^{\alpha_21\beta_2,c_2d_2,j_2k_2} \\ {}^{\alpha_3\beta_3,c_3d_3,j_3k_3} \\ {}^{\alpha_4\beta_4,c_4d_4,j_4k_4} \end{array}\cdot\eta^{\beta_1\alpha_1}\left(y_1,x_1\right)_{k\ j_2}^{d_1c_2}\eta^{\beta_2\alpha_2}\left(y_2,x_2\right)_{k_2j_2}^{d_2c_2}\eta^{\beta_3\alpha_3}\left(y_3,x_3\right)_{k_3j_3}^{d_3c_3}\times$$

$$\times\eta^{\beta_4\alpha_4}\left(y_4,x_4\right)_{k_4j_4}^{d_4c_4}dx_1dx_2dx_3dx_4dy_1dy_2dy_3dy_4+$$

$$+\frac{1}{3!}\int S_3^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \end{pmatrix}_{\substack{\alpha_1\beta_1,c_1d_1,j_1k_1 \\ \alpha_21\beta_2,c_2d_2,j_2k_2 \\ \alpha_3\beta_3,c_3d_3,j_3k_3}} \cdot\eta^{\beta_1\alpha_1}\left(y_1,x_1\right)_{k\ j_2}^{d_1c_2}\eta^{\beta_2\alpha_2}\left(y_2,x_2\right)_{k_2j_2}^{d_2c_2}\eta^{\beta_3\alpha_3}\left(y_3,x_3\right)_{k_3j_3}^{d_3c_3}\times$$

$$\times dx_1dx_2dx_3dy_1dy_2dy_3 +$$

$$+\frac{1}{2}\int S_2^{(2)}\begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \end{pmatrix}_{\substack{\alpha_1\beta_1,c_1d_1,j_1k_1 \\ \alpha_21\beta_2,c_2d_2,j_2k_2}} \cdot\eta^{\beta_1\alpha_1}\left(y_1,x_1\right)_{k\ j_2}^{d_1c_2}\eta^{\beta_2\alpha_2}\left(y_2,x_2\right)_{k_2j_2}^{d_2c_2}dx_1dx_2dy_1dy_2 +$$

$$+\int S^{(3)\alpha_1\beta_1,}\left(x_1-y_1\right)_{j_1k_1}^{c_1d_1}\cdot\eta^{\beta_1\alpha_1}\left(y_1,x_1\right)_{k\ j_2}^{d_1c_2}dx_1dy_1.$$

Проводя соответствующую процедуру (см. раздел 5.3) получим уравнения для третьего шага итераций модели НИЛ.

Уравнение для шестикварковой функции:

$$S_6\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha\beta,cd,jk \\ \alpha'\beta',c'd',j'k \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV},c^{IV}d^{IV},j^{IV}k^{IV} \\ \alpha^{V}\beta^{V},c^{V}d^{V},j^{V}k^{V} \end{matrix} =$$

$$= -S^{\alpha\beta'}\left(x-y'\right)_{jk'}^{cd'} S^{\alpha'\beta}\left(x'-y\right)_{j'k}^{c'd} S_4 \left(\begin{array}{cc} x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{array}\right) \begin{array}{c} \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \\ \alpha^{V}\beta^{V}, c^{V}d^{V}, j^{V}k^{V} \end{array} -$$

$$-S^{\alpha\beta''}\left(x-y''\right)_{jk''}^{cd''} S^{\alpha''\beta}\left(x''-y\right)_{j''k}^{c''d} S_4 \left(\begin{array}{cc} x' & y' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{array}\right) \begin{array}{c} \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \\ \alpha^{V}\beta^{V}, c^{V}d^{V}, j^{V}k^{V} \end{array} -$$

$$-S^{\alpha\beta'''}\left(x-y'''\right)_{jk'''}^{cd'''} S^{\alpha'''\beta}\left(x'''-y\right)_{j'''k}^{c'''d} S_4 \left(\begin{array}{cc} x' & y' \\ x'' & y'' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{array}\right) \begin{array}{c} \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \\ \alpha^{V}\beta^{V}, c^{V}d^{V}, j^{V}k^{V} \end{array} -$$

$$-S^{\alpha\beta^{IV}}\left(x-y^{IV}\right)_{jk^{IV}}^{cd^{IV}} S^{\alpha^{IV}\beta}\left(x^{IV}-y\right)_{j^{IV}k}^{c^{IV}d} S_4 \left(\begin{array}{cc} x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{V} & y^{V} \end{array}\right) \begin{array}{c} \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{V}\beta^{V}, c^{V}d^{V}, j^{V}k^{V} \end{array} -$$

$$-S^{\alpha\beta^{V}}\left(x-y^{V}\right)_{jk^{V}}^{cd^{V}} S^{\alpha^{V}\beta}\left(x^{V}-y\right)_{j^{V}k}^{c^{V}d} S_4 \left(\begin{array}{cc} x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{array}\right) \begin{array}{c} \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} +$$

$$+ ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}\left(x-x_1\right)^{cc_1}_{jj_1}\left\{ S^{\alpha_1\beta}\left(x_1-y\right)^{c_1d}_{j_1k} S_6 \begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha_2\alpha_2, c_2c_2, j_2j_2 \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k'' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \\ \alpha^{V}\beta^{V}, c^{V}d^{V}, j^{V}k^{V} \end{array} - \right.$$

$$\left. - \gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^a_{j_1k_1} S^{\alpha_2\beta}\left(x_1-y\right)^{c_1d}_{k_1k} S_6 \begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha_4\alpha_3, c_2c_2, j_2k_2 \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k'' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \\ \alpha^{V}\beta^{V}, c^{V}d^{V}, j^{V}k^{V} \end{array} \cdot \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^a_{k_2j_2} \right\}, \qquad (5.86)$$

Уравнение для пятикварковой функции:

$$S_5 \begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha\beta, cd, jk \\ \alpha'\beta', c'd', j'k \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} =$$

$$= -S^{\alpha\beta'}\left(x-y'\right)^{cd'}_{jk'} S^{\alpha'\beta}\left(x'-y\right)^{c'd}_{j'k} S_3 \begin{pmatrix} x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} -$$

$$- S^{\alpha\beta'}\left(x-y'\right)^{cd'}_{jk'} S_4 \begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha'\beta, c'd, j'k \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} -$$

$$- S^{\alpha\beta''}\left(x - y''\right)^{cd''}_{jk''} S^{\alpha''\beta}\left(x''-y\right)^{c''d}_{j''k} S_3 \begin{pmatrix} x' & y' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} -$$

$$- S^{\alpha\beta''}\left(x - y''\right)^{cd''}_{jk''} S_4 \begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha''\beta, c''d, j''k \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} -$$

$$- S^{\alpha\beta'''}\left(x - y'''\right)^{cd'''}_{jk'''} S^{\alpha'''\beta}\left(x'''-y\right)^{c'''d}_{j'''k} S_3 \begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} -$$

$$- S^{\alpha\beta'''}\left(x - y'''\right)^{cd'''}_{jk'''} S_4 \begin{pmatrix} x''' & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha'''\beta, c'''d, j'''k \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} -$$

$$- S^{\alpha\beta^{IV}}\left(x - y^{IV}\right)^{cd^{IV}}_{jk^{IV}} S^{\alpha^{IV}\beta}\left(x^{IV} - y\right)^{c^{IV}d}_{j^{IV}k} S_3 \begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \end{array} -$$

$$- S^{\alpha\beta^{IV}}\left(x - y^{IV}\right)^{cd^{IV}}_{jk^{IV}} S_4 \begin{pmatrix} x^{IV} & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix} \begin{array}{l} \alpha^{IV}\beta, c^{IV}d, j^{IV}k \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \end{array} +$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}\left(x-x_1\right)_{jj_1}^{cc_1}\left\{S_6\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix}\begin{array}{l} \alpha_1\beta, c_1 d, j_1 k \\ \alpha_2\alpha_2, c_2 c_2, j_2 j_2 \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array}\right. -$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau_{j_1k_1}^a S_6\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix}\begin{array}{l} \alpha_2\beta, c_1 d, k_1 k \\ \alpha_4\alpha_3, c_2 c_2, j_2 k_2 \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau_{k_2j_2}^a +$$

$$+S^{\alpha_1\beta}\left(x_1-y\right)_{j_1k}^{c_1d} S_5\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix}\begin{array}{l} \alpha_2\alpha_2, c_2 c_2, j_2 j_2 \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k'' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array} -$$

$$\left. -\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau_{j_1k_1}^a S^{\alpha_2\beta}\left(x_1-y\right)_{k_1k}^{c_1d} S_5\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix}\begin{array}{l} \alpha_4\alpha_3, c_2 c_2, j_2 k_2 \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta', c''d'', j''k' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k'' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV}, c^{IV}d^{IV}, j^{IV}k^{IV} \end{array}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau_{k_2j_2}^a\right\}. \quad (5.87)$$

Уравнения (5.86) и (5.87) в данной итерационной схеме являются новыми (графически они приведены на рисунках 5.6 и 5.7), а уравнения для 4-х кварковой $S_4^{(1)}$, 3-х кварковой $S_3^{(1)}$, 2-х кварковой функции $S_2^{(2)}$ и пропагатора кварка $S^{(3)}$ имеют тот же вид, что и уравнения второго шага, за исключением неоднородных членов.

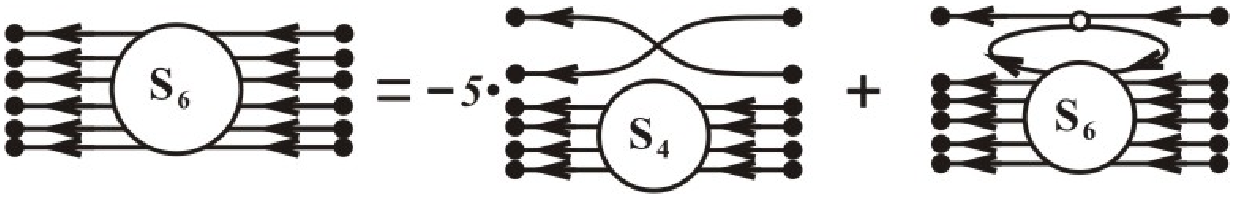

Рис.5.6 Уравнение для шестикварковой функции

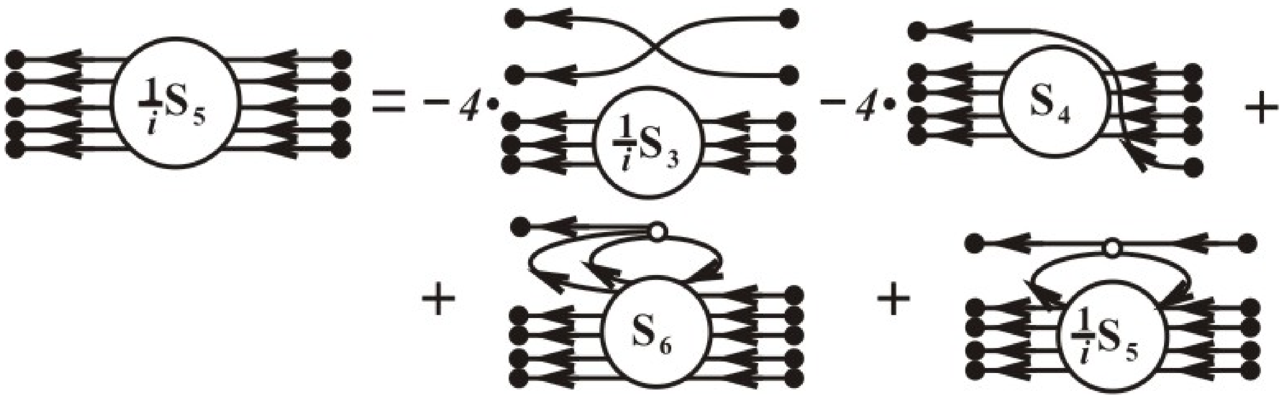

Рис. 5.7 Уравнение для пятикварковой функции

Уравнение для четырехчастичной функции третьего шага:

$$S_4^{(1)}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha\beta, cd, jk \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \end{matrix} =$$

$$= -S^{\alpha\beta'}\left(x - y'\right)_{jk'}^{cd'} S^{\alpha'\beta}\left(x' - y\right)_{j'k}^{c'd} S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \end{matrix} -$$

$$-S^{\alpha\beta'}\left(x-y'\right)^{cd'}_{jk'}S_3\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha'\beta,c'd,j'k \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''}} -$$

$$-S^{\alpha\beta''}\left(x-y''\right)^{cd''}_{jk''}S^{\alpha''\beta}\left(x''-y\right)^{c''d}_{j''k}S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x' & y' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''}} -$$

$$-S^{\alpha\beta''}\left(x-y''\right)^{cd''}_{jk''}S_3\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha''\beta,c''d,j''k \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''}} -$$

$$-S^{\alpha\beta'''}\left(x-y'''\right)^{cd'''}_{jk'''}S^{\alpha'''\beta}\left(x'''-y\right)^{c'''d}_{j'''k}S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} -$$

$$-S^{\alpha\beta'''}\left(x-y'''\right)^{cd'''}_{jk'''}S_3\begin{pmatrix} x''' & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha'''\beta,c'''d,j'''k \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''}} +$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}\left(x-x_1\right)^{cc_1}_{jj_1}\left\{S_5\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha_1\beta,c_1d,j_1k \\ \alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''}} -\right.$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^a_{j_1k_1}S_5\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}^{\substack{\alpha_2\beta,c_1d,k_1k \\ \alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2k_2 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''}}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^a_{k_2j_2} +$$

$$+S^{\alpha_1\beta}\left(x_1-y\right)_{j_1k}^{c_1d}S_4^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha_2\alpha_2, c_2c_2, j_2j_2 \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \end{matrix} -$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau_{j_1k_1}^{a}S^{\alpha_2\beta}\left(x_1-y\right)_{k_1k}^{c_1d}S_4^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha_4\alpha_3, c_2c_2, j_2k_2 \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \\ \alpha'''\beta''', c'''d''', j'''k''' \end{matrix}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau_{k_2j_2}^{a}\Bigg\}. \tag{5.88}$$

Уравнение для трехчастичной функции третьего шага:

$$S_3^{(1)}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha\beta, cd, jk \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \end{matrix} =$$

$$=-S^{\alpha\beta'}\left(x-y'\right)_{jk'}^{cd'}S^{\alpha'\beta}\left(x'-y\right)_{j'k}^{c'd}S^{(2)\alpha''\beta''}\left(x''-y''\right)_{j''k''}^{c''d''}-$$

$$-S^{\alpha\beta'}\left(x-y'\right)_{jk'}^{cd'}S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x' & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha'\beta, c'd, j'k \\ \alpha''\beta'', c''d'', j''k'' \end{matrix}-$$

$$-S^{\alpha\beta''}\left(x-y''\right)_{jk''}^{cd''}S^{\alpha''\beta}\left(x''-y\right)_{j''k}^{c''d}S^{(1)\alpha'\beta'}\left(x'-y'\right)_{j'k'}^{c'd'}-$$

$$-S^{\alpha\beta''}\left(x-y''\right)_{jk''}^{cd''}S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x'' & y \\ x' & y' \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha''\beta, c''d, j''k \\ \alpha'\beta', c'd', j'k' \end{matrix}+$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}\left(x-x_1\right)^{cc_1}_{jj_1}\left\{S_4^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_1\beta,c_1d,j_1k\\ \alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} -\right.$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^a_{j_1k_1}S_4^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_2\beta,c_1d,k_1k\\ \alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2k_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^a_{k_2j_2}+$$

$$+S^{\alpha_1\beta}\left(x_1-y\right)^{c_1d}_{j_1k}S_3^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}} -$$

$$\left.-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^a_{j_1k_1}S^{\alpha_2\beta}\left(x_1-y\right)^{c_1d}_{k_1k}S_3^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \\ x'' & y''\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2k_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix}}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^a_{k_2j_2}\right\}. \qquad (5.89)$$

Уравнение для двухчастичной функции третьего шага:

$$S_2^{(1)}\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y'\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha\beta,cd,jk\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{matrix}} = -S^{\alpha\beta'}\left(x-y'\right)^{cd'}_{jk'}S^{(2)\alpha'\beta}\left(x'-y\right)^{c'd}_{j'k}+$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}\left(x-x_1\right)^{cc_1}_{jj_1}\left\{S_3^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y'\end{pmatrix}^{\begin{matrix}\alpha_1\beta,c_1d,j_1k\\ \alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2\\ \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{matrix}} -\right.$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^a_{j_1k_1}S_3^{(1)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha_2\beta,c_1d,k_1k}_{\substack{\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,k_2j_2 \\ \alpha'\beta',c'd',j'k'}}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^a_{j_21k_2}+$$

$$+S^{(0)\alpha_1\alpha_2}(x_1-y)^{c_1d}_{j_1k}S_2^{(2)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'}-$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^a_{j_1k_1}S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)^{c_1d}_{k_1k}S_2^{(2)}\begin{pmatrix} x_1 & x_1 \\ x' & y' \end{pmatrix}^{\alpha_4\alpha_3c_2c_2,k_2j_2}_{\alpha'\beta',c'd',j'k'}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^a_{j_21k_2}\Bigg\}. \qquad (5.90)$$

Уравнение для поправки к пропагатору кварка третьего порядка:

$$S^{(3)\alpha\beta}(x-y)^{cd}_{jk}=ig\int dx_1S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)^{cc_1}_{jj_1}\Bigg\{S_2^{(2)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}^{\alpha_1\beta,c_1d,j_1k}_{\alpha_2\alpha_2,c_2c_2,j_2j_2}-$$

$$-\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau^a_{j_1k_1}S_2^{(2)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ x_1 & x_1 \end{pmatrix}^{\alpha_2\beta,c_1d,k_1k}_{\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,k_2j_2}\gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau^a_{j_21k_2}+S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)^{c_1d}_{j_1k}trS^{(3)}(0)\Bigg\}. \quad (5.91)$$

Уравнение для шестикварковой функции Грина имеет простое точное решение которое имеет вид:

$$S_6\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix}\begin{matrix} \alpha\beta,cd,jk \\ \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k''' \\ \alpha^{IV}\beta^{IV},c^{IV}d^{IV},j^{IV}k^{IV} \\ \alpha^{IV}\beta^{IV},c^{IV}d^{IV},j^{IV}k^{IV} \end{matrix}=$$

$$= S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x' & y' \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha\beta,cd,jk \\ \scriptstyle \alpha'\beta',c'd',j'k'\end{matrix} \cdot S_4\begin{pmatrix} x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \scriptstyle \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k''' \\ \scriptstyle \alpha^{IV}\beta^{IV},c^{IV}d^{IV},j^{IV}k^{IV} \\ \scriptstyle \alpha^{V}\beta^{V},c^{V}d^{V},j^{V}k^{V}\end{matrix} +$$

$$+ S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x'' & y'' \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha\beta,cd,jk \\ \scriptstyle \alpha''\beta'',c''d'',j''k''\end{matrix} \cdot S_4\begin{pmatrix} x' & y' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \scriptstyle \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k''' \\ \scriptstyle \alpha^{IV}\beta^{IV},c^{IV}d^{IV},j^{IV}k^{IV} \\ \scriptstyle \alpha^{V}\beta^{V},c^{V}d^{V},j^{V}k^{V}\end{matrix} +$$

$$+ S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x''' & y''' \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha\beta,cd,jk \\ \scriptstyle \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k'''\end{matrix} \cdot S_4\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \\ x^{IV} & y^{IV} \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \scriptstyle \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \scriptstyle \alpha^{IV}\beta^{IV},c^{IV}d^{IV},j^{IV}k^{IV} \\ \scriptstyle \alpha^{V}\beta^{V},c^{V}d^{V},j^{V}k^{V}\end{matrix} +$$

$$+ S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha\beta,cd,jk \\ \scriptstyle \alpha^{IV}\beta^{IV},c^{IV}d^{IV},j^{IV}k^{IV}\end{matrix} \cdot S_4\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \scriptstyle \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \scriptstyle \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k''' \\ \scriptstyle \alpha^{V}\beta^{V},c^{V}d^{V},j^{V}k^{V}\end{matrix} +$$

$$+ S_2\begin{pmatrix} x & y \\ x^{V} & y^{V} \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha\beta,cd,jk \\ \scriptstyle \alpha^{V}\beta^{V},c^{V}d^{V},j^{V}k^{V}\end{matrix} \cdot S_4\begin{pmatrix} x' & y' \\ x'' & y'' \\ x''' & y''' \\ x^{IV} & y^{IV} \end{pmatrix}\begin{matrix}\scriptstyle \alpha'\beta',c'd',j'k' \\ \scriptstyle \alpha''\beta'',c''d'',j''k'' \\ \scriptstyle \alpha'''\beta''',c'''d''',j'''k''' \\ \scriptstyle \alpha^{IV}\beta^{IV},c^{IV}d^{IV},j^{IV}k^{IV}\end{matrix}, \qquad (5.92)$$

графически которое изображено на рис. 5.8.

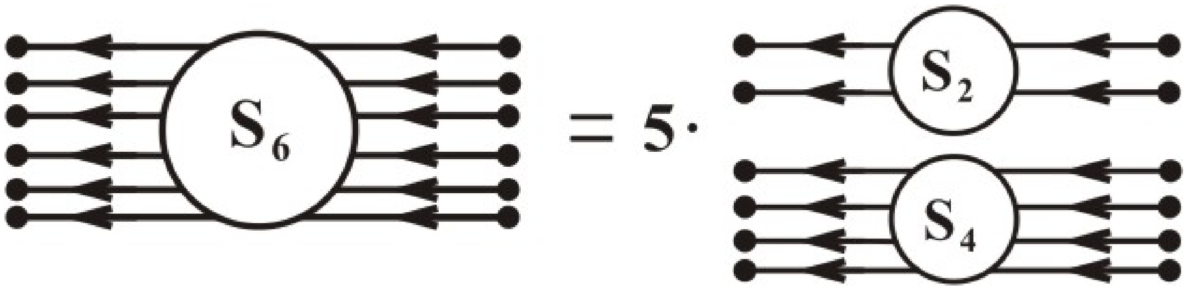

Рис. 5.8 Решение уравнения для шестикварковой функции

Предложенный метод, основанный на аппроксимации системы уравнений ШД для производящего функционала функции Грина с точно решаемым уравнением, которое генерирует линейную итерационную схему, каждый шаг которой описывается замкнутой системой интегро-дифференциальных уравнений является одним из способов РСП в формализме с билокальным источником для модели НИЛ. В главах III-V в рамках формализма билокального источника кварков нами построено РСП для модели НИЛ. Где нами получены уравнения для многочастичных функций Грина в модели НИЛ в РСП до третьего порядка включительно. Приведем краткий обзор первых результатов предпринятого нами исследования высших порядков РСП в модели НИЛ и возможные физические приложения.

В главном приближении РСП появляется одно уравнение (см. (3.9) для $U(1)-$модели, или (3.80) для $SU(2)-$модели), решением которого является свободный пропагатор кварка S .

Первый порядок РСП включает в себе уравнение (3.85) для двухчастичной функции S_2, а также уравнение для поправки первого шага к пропагатору кварка $S^{(1)}$ ((3.16) для $U(1)-$модели, или (3.86) для $SU(2)-$модели).

Во втором порядке РСП появляются уравнения для четырехчастичной S_4 и трехчастичной S_3 функций (см. (5.6) для $U(1)-$модели, или (5.45) для

$SU(2)-$модели и (5.5) для $U(1)-$модели, или (5.44) для $SU(2)-$модели), а также уравнение для двухчастичной функции $S^{(1)}$ (см. (5.4) для $U(1)-$модели, или (5.43) для $SU(2)-$модели) и уравнение для поправки к пропагатору кварка $S^{(2)}$ второго порядка (см. (5.3) для $U(1)-$модели, или (5.42) для $SU(2)-$модели).

Уравнение для двухчастичной функции первого порядка $S_2^{(1)}$ имеет такой же вид, что и уравнение для двухчастичной функции S_2. Эти уравнения имеют отличие в том, что в подынтегральном выражении уравнения для $S_2^{(1)}$ кроме двухчастичной функции $S_2^{(1)}$ фигурирует трехчастичная функция S_3, а также в неоднородном члене свободный пропагатор S умножается на поправку к пропагатору первого порядка $S^{(1)}$.

Уравнение для поправки к пропагатору второго порядка $S^{(2)}$ отличается от уравнения для поправки к пропагатору первого порядка $S^{(1)}$ в нижеследующем: в подынтегральном выражении уравнения для $S^{(2)}$ появляется двухчастичная функция второго шага $S_2^{(1)}$, а в третьем члене в подынтегральном выражении свободный пропагатор $S^{(0)}$ умножается на $S^{(2)}(0)$.

В третьем порядке РСП появляются уравнения для шестичастичной S_6 и пятичастичной S_5 функций (см. (5.86) и (5.87)). В данном этапе настоящей итерационной схемы эти уравнения являются новыми. В третьем порядке разложения появляется также уравнения для четырехчастичной $S_4^{(1)}$ (см. (5.88)), трехчастичной $S_3^{(1)}$ (см. (5.89)), двухчастичной $S_2^{(2)}$ (см. (5.90)) функций и уравнение для поправки к пропагатору кварка третьего порядка $S^{(3)}$ (см. (5.91)).

Приведем сравнение уравнений для четырехчастичных функций первого порядка $S_4^{(1)}$ и S_4:

- в подынтегральном выражении уравнения для $S_4^{(1)}$ в отличие от уравнения для S_4 дополнительно появилась пятичастичная функция S_5;
- в неоднородной части уравнения для $S_4^{(1)}$ дополнительно появились еще три члена, в которых свободный пропагатор главного порядка S умножается на трехчастичную функцию S_3, а в остальных трех повторяющихся членах свободный пропагатор главного приближения, в отличие от уравнения S_4, вместо двухчастичной функции S_2 появляется двухчастичная функция первого порядка $S_2^{(1)}$.

Сравним уравнения для трехчастичной функции первого порядка $S_3^{(1)}$ с аналогичным уравнением S_3:
- в неоднородной части в подынтегральном выражении уравнения для $S_3^{(1)}$ в отличие от уравнения для S_3 вместо функции S_4 фигурирует четырехчастичная функция первого порядка $S_4^{(1)}$;
- также, в неоднородной части уравнения для $S_3^{(1)}$ в отличие от уравнения для S_3 вместо $S^{(1)}$ фигурирует $S^{(2)}$, а также вместо S_2 стоят $S_2^{(1)}$.

Сравнение уравнений для двухчастичных функций третьего порядка РСП ($S_2^{(2)}$) и второго порядка разложения ($S_2^{(1)}$) приводит нас к следующему:
- они имеют один и тот же вид;
- в неоднородной части в подынтегральном выражении уравнения для $S_2^{(2)}$ в отличие от уравнения для $S_2^{(1)}$ вместо S_3 стоит $S_3^{(1)}$;
- также в неоднородной части уравнения для $S_2^{(2)}$ свободный пропагатор вместо $S^{(1)}$ умножается на поправку к пропагатору второго порядка $S^{(2)}$.

А уравнение для поправки к пропагатору третьего порядка имеет один и тот же вид с уравнениями для поправок к пропагаторам второго и первого порядков. В неоднородную часть входит функция $S_2^{(2)}$.

Следует также отметить, что в четвертем шаге итераций появятся уравнения для восьмичастичной S_8 и семичастичной S_7 функций, а также уравнения для шестичастичной первого порядка $S_6^{(1)}$, пятичастичной первого порядка $S_5^{(1)}$, четырехчастичной второго порядка $S_4^{(2)}$, трехчастичной второго порядка $S_3^{(2)}$, двухчастичной третьего порядка $S_2^{(3)}$ функций Грина. Также появится уравнение для поправки к пропагатору четвертого порядка $S^{(4)}$.

Подводя итог анализа структуры уравнений итераций можно получить уравнение произвольного порядка,

$$S_n^{(k)}\begin{pmatrix} x & y \\ \bullet & \bullet & \bullet \\ x^k & y^k \end{pmatrix}_{\alpha^k\beta^k,c^kd^k,j^kk^k}^{\alpha\beta,cd,jk} = -S_n^0 +$$

$$+ig\int dx_1 S^{\alpha\alpha_1}(x-x_1)_{jj_1}^{cc_1}\left\{ S^{\alpha_1\beta}(x_1-y)_{j_1k}^{c_1d} S_n^{(k)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ \bullet & \bullet & \bullet \\ x^k & y^k \end{pmatrix}_{\alpha^k\beta^k,c^kd^k,j^kk^k}^{\alpha_1\beta,c_1d,j_1k} - \right.$$

$$\left. -\gamma_5^{\alpha_1\alpha_2}\tau_{j_1k_1}^a S^{\alpha_2\beta}(x_1-y)_{k_1k}^{c_1d} S_n^{(k)}\begin{pmatrix} x_1 & y \\ \bullet & \bullet & \bullet \\ x^k & y^k \end{pmatrix}_{\alpha^k\beta^k,c^kd^k,j^kk^k}^{\alpha_4\alpha_3,c_2c_2,j_2k_2} \gamma_5^{\alpha_3\alpha_4}\tau_{k_2j_2}^a \right\} \quad , \qquad (5.93)$$

Здесь: $S_n^0 -$ неоднородная часть уравнений.

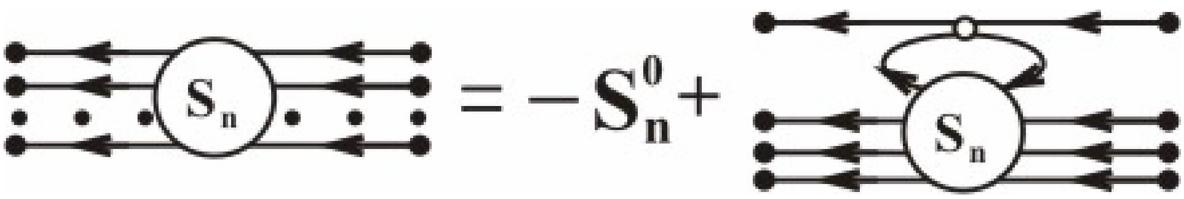

Рис. 5.9 Графический вид уравнения для функций произвольного порядка

Графический вид точного уравнения для функции Грина с четным числом частиц приведен на Рис. 5.10.

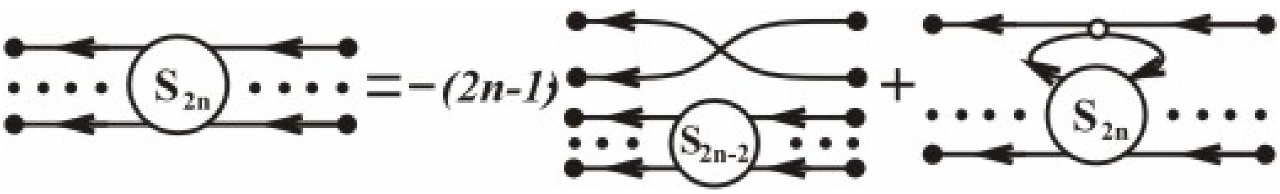

Рис. 5.10 Графический вид уравнения для функций с четным числом частиц

5.6.2. Возможные физические приложения

Многие возможные физические приложения модели НИЛ связаны с многокварковыми функциями (например, распады мезонов, пион-пионное рассеяние, барионы, пентакварки и т.п.) стимулировал нас исследовать модели НИЛ в высших порядках РСП [156-158].

Приведем возможные физические приложения:

- в некоторой обобщенной модели НИЛ возможны описывать распады векторных мезонов в трехкварковых функциях;
- описание нуклонов как связанные состояния в трехкварковой функции $S_3^{(1)}$-$S_3^{(2)}$;

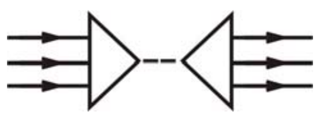

Рис. 5.11 Нуклон как связанное состояние в трехкварковой функции

- Пентакварки как пятикварковые связанные состояния в пятикварковой функции $S_5^{(1)}$-$S_5^{(21)}$;

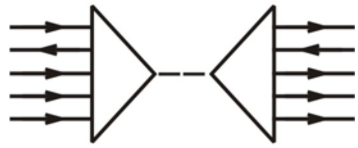

Рис. 5.12 Пентакварк как связанное состояние в пятикварковой функции

-$\pi\pi-$рассеяние в четырехкварковой функции $S_4^{(1)}$

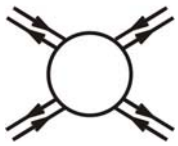

Рис. 5.13 Вершинная функция рассеяния пионов в четырехкварковой функции

Выводы по главе V

1. Впервые получены уравнения второго порядка РСП: уравнения для пропагатора $S^{(2)}$, двухчастичной (четыреххвостка) функции $S_2^{(1)}$, трехчастичной (шестихвостка) S_3 и четырехчастичной (восьмихвостка) функции S_4, для $U(1)$ - модели НИЛ и $SU(2)$ - модели НИЛ, соответственно.

2. Найдено решение уравнения для восьмихвостки S_4.

3. Определены пропагаторы и вершины мезонов ($\sigma-$мезон и пион) в обеих моделях ($U(1)-$ и $SU(2)-$ модели НИЛ).

4. Найдено решение связной части уравнения для трехкварковой функции. Определены трехкварковые амплитуды.

5. В рамках формализма билокального источника кварков впервые получены уравнения третьего порядка РСП модели НИЛ: уравнение для

шестичастичной функции S_6, пятичастичной функции S_5, четырехчастичной функции $S_4^{(1)}$, трехчастичной функции $S_3^{(1)}$, двухчастичной функции $S_2^{(2)}$, а также уравнение для поправки к пропагатору кварка третьего порядка $S^{(3)}$.

Найдено решение уравнения для шестикварковой функции Грина.

Приведено обобщение уравнение произвольного порядка.

Приведены возможные физические приложения полученных уравнений.