

УДК 530. 145

## НЕКОТОРЫЕ КАЛИБРОВКИ В НЕАБЕЛЕВОЙ ТЕОРИИ БЕЗ НЕОДНОЗНАЧНОСТЕЙ

С.А. ГАДЖИЕВ, А.Н. МАМЕДОВ

Бакинский Государственный Университет

370148, Баку, ул. академика З.Халилова, 23

(Поступило 12.10.96)

Проанализированы калибровочные условия  $D_\mu \dot{A}_\mu = 0$  и  $n_\mu \dot{A}_\mu = 0$ , не приводящие в неоднозначности, получены выражения для производящего функционала для этих калибровок и вычислены соответствующие функции распространения.

Последовательное квантование неабелевых калибровочных полей и доказательство перенормируемости соответствующей квантовой теории в рамках теории возмущений были осуществлены во многих работах (см. [1]).

Квантование калибровочных теорий сопровождается выбором того или иного калибровочного условия, которое помогает исключить из квантования нефизические степени свободы и получить выражение для производящего функционала, приводящего к унитарной  $S$ -матрице в подпространстве физических степеней свободы. Однако, в 1978 году В. Грибов [2] показал, что ряд калибровок обладает вне теории возмущений неоднозначностью; иными словами поверхность калибровки пересекает заданную орбиту группы не один, а, вообще говоря, бесконечное число раз.

Таким образом возникла проблема поиска калибровок, не обладающих такого рода неоднозначностями.

В этой работе мы проанализируем калибровки  $n_\mu \dot{A}_\mu = 0$  и  $D_\mu \dot{A}_\mu = 0$ , которые не обладают неоднозначностями и вычислим функции распространения.

Континуальное представление для вакуумного среднего от калибровочно-инвариантного функционала  $\Phi(A)$  имеет вид:

$$\begin{aligned} \langle \Phi(A_\mu) \rangle_0 &= \int D A_\mu \exp\{-S(A_\mu)\} \Phi(A_\mu) = \\ &= \int D A_\mu \exp\{-S(A_\mu)\} \Phi(A_\mu) \int d\mu(g) \delta(F(A_\mu^\sigma)) \Delta(A_\mu) \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь  $\Delta(A_\mu) = \left[ \int d\mu(g) \delta(F(A_\mu^g)) \right]^{-1}$ ,  $\mu(g)$  мера Хаара на группе калибровочных преобразований  $G$  и  $F(A) = D_\mu \cdot \dot{A}_\mu$ .

Совершим в (1) калибровочное преобразование:

$$A_\mu \rightarrow A_\mu^g = g^{-1} A_\mu g + g^{-1} \partial_\mu g$$

при этом для калибровки  $D_\mu \dot{A}_\mu = 0$  мы получаем следующие соотношения:

$$\begin{aligned}\dot{A}_\mu^g &= g^{-1} (\dot{A}_\mu - D_\mu \sigma) g, \\ D_\mu &\equiv \partial_\mu + [A_\mu, ]_-, \\ \sigma &\equiv g \dot{g}^{-1}\end{aligned}\quad (2)$$

Которые приводят к следующему:

$$D_\mu^g \dot{A}_\mu^g = g^{-1} (D_\mu \dot{A}_\mu - D_\mu^2 \sigma) g$$

Если в (1) произвести калибровочное преобразование (2), то получим следующее выражение:

$$\langle \Phi(A) \rangle_0 = \int DA \exp\{-S(A)\} (\det D_\mu^2) \Phi(A) \delta(g^{-1} (D_\mu A_\mu - D_\mu^2 \sigma) g) \quad (3)$$

умножим обе части (3) на  $\exp\left\{-\frac{1}{2\alpha} \int \sigma \square \sigma d^4x\right\}$  и проинтегрируем по  $\sigma$  [3, 4]:

$$\langle \Phi(A) \rangle_0 = \int DA \exp\{-S(A) - \Delta S(A)\} \Phi(A) ,$$

где

$$\begin{aligned}\Delta S(A) &\equiv \frac{1}{2\alpha} \int d^4x d^4y d^4z (D_\mu^{cd} \dot{A}_\mu^d) (y) \tilde{G}^{bc}(x, y|A) * \\ &* \square_x G^{bm}(x, z|A) (D_v^{bm} \dot{A}_v^n) (z) \quad ,\end{aligned}\quad (4)$$

где  $(D_\nu^2)^{bc}(x) \tilde{G}^{cd}(x, y|A) = \delta^{bd} \delta(x - y)$

Теперь, варьируя  $S + \Delta S$  по  $A_\mu^a(x)$ , получим уравнение свободного движения:

$$\frac{\delta [S(A) + \Delta S(A)]}{\delta A_\nu^a(x)} = 0$$

$$(\delta_{\mu\nu}\square - \partial_\mu\partial_\nu + \frac{1}{\alpha}\partial_\mu\partial_\nu\square^{-1}\partial_0^2)A_\nu = 0 \quad (5)$$

а функция распространения будет иметь вид:

$$(\delta_{\mu\nu}\square - \partial_\mu\partial_\nu + \frac{1}{\alpha}\partial_\mu\partial_\nu\square^{-1}\partial_0^2)G_{\nu\sigma}(x) = \delta_{\mu\sigma}\delta(x)$$

в импульсном пространстве:

$$G_{\mu\nu}(k) = -\frac{1}{k^2} \left( \delta_{\mu\nu} - \frac{k_\mu k_\nu}{k^2} \right) - \alpha \frac{k_\mu k_\nu}{k_0^2 k^2} \quad (6)$$

Теперь проанализируем калибровку  $n_\mu \dot{A}_\mu = 0$ .

Отметим, что здесь расчеты проводятся в евклидовом пространстве, поэтому всегда можно выбрать  $n_\mu^2 = 1$ .

В этой калибровке вакуумное среднее от калибровочно-инвариантного функционала  $\Phi(A)$  записывается в следующем виде:

$$\langle \Phi(A) \rangle_0 = \int DA \exp\{-S(A)\} \Phi(A) d\mu(g) \delta(n_\mu \dot{A}_\mu^a) \Delta(A)$$

$$\Delta(A) = \left[ \int d\mu(g) \delta(n_\mu \dot{A}_\mu^a) \right]^{-1}$$

В этом выражении следует произвести калибровочное преобразование (2); опуская промежуточные вычисления, получим следующее:

$$\langle \Phi(A) \rangle_0 = N \int DA \exp\{-S(A)\} \Phi(A) *$$

$$* \det(n_\mu D_\mu) \delta(n_\mu g^{-1}(\dot{A}_\mu - D_\mu \sigma) g)$$

умножая это выражение на  $\exp\left\{-\frac{1}{2\alpha} \int \sigma \square \sigma d^4x\right\}$

и интегрируя по  $\sigma$  получим следующее:

$$\langle \Phi(A) \rangle_0 = N \int dA \exp\{-S(A) - \Delta S(A)\} \Phi(A)$$

где

$$\Delta S(A) = \frac{1}{2\alpha} \int (nD)^{-1}(nA) \square (nD)^{-1}(nA) d^4x$$

Варьируя  $S + \Delta S$  по  $A_\mu$ , получим уравнение свободного движения:

$$(\delta_{\mu\nu} \square - \partial_\mu \partial_\nu + \frac{1}{\alpha} n_\mu n_\nu \partial_0^2 (n\partial)^{-2} \square) A_\nu = 0 \quad , \quad (7)$$

а функция распространения:

$$\left( \delta_{\mu\nu} - \frac{k_\mu k_\nu}{k^2} + \frac{1}{\alpha} n_\mu n_\nu \frac{k_0^2}{(nk)^2} \right) G_{\mu\nu}(k; n) = -\frac{1}{k^2} \delta_{\mu\nu} \quad ,$$

а в импульсном пространстве:

$$G_{\mu\nu}(k) = -\frac{1}{k^2} \left[ \delta_{\mu\nu} + \left( 1 + \alpha \frac{(nk)^2}{k_0^2} \right) \frac{k_\mu k_\nu}{(nk)^2} - \frac{k_\mu n_\nu + k_\nu n_\mu}{(nk)^2} \right] \quad (8)$$

Следует отметить, что выражения (5), (6), (7) и (8) впервые получены нами, а анализ, подобный проведенному в работе [3] показывает, что рассмотренные здесь калибровки не обладают неоднозначностями. Поэтому можно провести расчеты конкретных явлений, используя выражения (6) и (8).

### Литература

1. Слаенов А.А., Фадеев Л.Д. Введение в квантовую теорию калибровочных полей. Москва, 1988.
2. Gribov V.N. Nucl. Phys. B. 139, 1 (1978).
3. Мамедов А.Н., Сараджес Ф.М., Файнберг В.Я. Физика элементарных частиц атомов и молекул. Баку, 1988.
4. Гаджисеев С.А., Мамедов А.Н. Тезисы докладов Республиканской Научной Конференции. "Физика -93", Баку, 1993, с. 112.

5. Гаджисев С.А., Мамедов А.Н. Материалы Научной Конференции, посвященной 75-летию БГУ, Баку, 1994, с. 13

S.A. Hacıyev, Ə. N. Mamedov

## QEYRİ-ABEL NƏZƏRİYYƏSİNDE BİRQİYMƏTLİ KALİBROVKALAR

Məqalede  $D_\mu \dot{A}_\mu = 0$  və  $n_\mu \dot{A}_\mu = 0$  kalibrovkaları təhlil edilir, yaradıcı funksional və uyğun Qrin funksiyaları hesablanır.

S.A. Gadzhiev, A.N. Mamedov

## GAUGE CONDITIONS WITHOUT AMBIGUITIES IN NONABELIAN THEORY

The gauge conditions  $D_\mu \dot{A}_\mu = 0, n_\mu \dot{A}_\mu = 0$  which do not lead to ambiguities have been analysed. Expressions for generating functional for these gauges have been obtained and corresponding propagation functions have been calculated.