*Краткие сообщения по физике № 11-1987 г.*

УДК 530.161/162

# УРАВНЕНИЕ ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ГРИНА В ДИАГРАММНОЙ ТЕХНИКЕ КЕЛДЫША ДЛЯ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

С.Г. Тиходеев

*Получено уравнение для статистической функции F, учитывающее вклад начального состояния системы и переходящее в уравнение Келдыша $F = G^r \Omega G^a$ в пределе $t_0 \to -\infty$.*

В работе /1/ получено уравнение

$$F(1,1') = \int d2d2' G^r(1,2)\Omega(2,2')G^a(2',1'), \tag{1}$$

связывающее статистическую функцию Грина – Келдыша $F(1,1') \doteq -i\langle[\psi(1), \psi^+(1')]_\pm\rangle$ с запаздывающей и опережающей функциями Грина $G^r(1,1') = -i\Theta(t_1 - t_1')\langle[\psi(1), \psi^+(1')]_\mp\rangle$, $G^a(1,1') = G^r(1,1')^*$ и статистической компонентой собственно-энергетической матрицы $\Omega$. Здесь $1 \equiv (r_1, t_1)$, $\Theta(x) = 1$ при $x > 0$; $\Theta(x) = 0$ при $x < 0$; $\psi$ и $\psi^+$ – полевые операторы системы; $[a,b]_\mp = ab \mp ba$; верхний знак относится к бозе-, нижний – к ферми-системе; $\int d2 = \int\limits_V dr_2 \int\limits_{-\infty}^{\infty} dt_2$; V – объем системы; угловые скобки означают усреднение с матрицей плотности в представлении Гайзенберга.

Уравнение (1) применимо к исследуемой в /1/ физической ситуации, когда система "приготовлена" в бесконечно отдаленный момент времени $t_0 = -\infty$ и рассматривается её установившееся под действием сколь угодно сильного внешнего поля состояние. В релаксационных задачах объектом исследования является сам процесс установления этого состояния, и момент времени $t_0$ нельзя положить равным $-\infty$. (Диаграммная техника Келдыша, содержащая явно $t_0$, использовалась, например, в /2,3/.) В этом случае вместо уравнения (1) выполняется следующее соотношение:

$$F(1,1') = \int d2\, d2' G^r(1,2)\,\Omega(2,2')G^a(2',1') + \int dr_2 dr_2' G^r(1; r_2, t_0)F(r_2, t_0; r_2', t_0)G^a(r_2', t_0; 1'). \tag{2}$$

Здесь $\int d2 = \int\limits_V dr_2 \int\limits_{t_0}^{\infty} dt_2$. Добавочное по сравнению с (1) слагаемое в правой части (2) учитывает вклад начального состояния системы, оно затухает на временах порядка времени релаксации системы. Уравнения типа (2) для функций Каданова и Бейма $G^>$ и $G^<$ были получены в работе /4/.

Для доказательства соотношения (2) надо подействовать на интегро-дифференциальное уравнение Дайсона – Келдыша для F /1/ интегральным оператором $\int G^r(3,1)\, d1$, выполнить интегрирование по частям, воспользоваться эрмитово-сопряженным уравнением для $G^r$. В результате уравнение для F принимает вид

$$F(1,1') = \int d2d2' G^r \Omega G^a + i \int dr_2 G^r(1; r_2, t_0)F(r_2, t_0; 1'). \tag{3}$$

Более симметричная форма уравнения (2) получится из (3), если воспользоваться выражением

$$F(r_2, t_0; 1') = -i \int dr_2' F(r_2, t_0; r_2', t_0) G^a(r_2', t_0; 1'),$$

вытекающим из соотношения, комплексно сопряженного по отношению к (3).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Келдыш Л. В. ЖЭТФ, 47, 1515 (1964).
2. Hall A. G. Z. Phys., A8, 214 (1975).
3. Кухаренко Ю. А., Тиходеев С. Г. ЖЭТФ, 83, 1444 (1982).
4. Danielewicz P. Ann. of Phys., 152, 239 (1985).

Поступила в редакцию 22 июля 1987 г.