О принципе ослабления корреляций в квантовой теории поля

В. П. Гачок

Недавно в своих лекциях по статистической физике Н. Н. Боголюбов [1] сформулировал принцип ослабления корреляций между частицами для систем в состоянии статистического равновесия.

Представляет интерес сформулировать аналогичный принцип ослабления корреляций для квантовой теории поля.

Рассмотрим нейтральное скалярное поле, которое описывается эрмитовым оператором $A(x)$. По предположению оператор $A(x)$ удовлетворяет условию причинности, трансляционной и Лоренц инвариантности. Предполагается также, что существует единственное нормализованное вакуумное состояние $|0>$ и не существует состояний с отрицательной энергией.

Рассмотрим множество M, состоящее из $n+1$ векторов $\vec{x}_i$, где $x_i = (\vec{x}_i, x_i^0) = (x_i^1, x_i^2, x_i^3, x_i^0)$, а скалярное произведение определяется следующим образом: $x_i^2 = (x_i^1)^2 + (x_i^2)^2 + (x_i^3)^2 - (x_i^0)^2$. Разобьем множество M на два подмножества M_1 и M_2:

$$M = M_1 \cup M_2,\ M_1 = \left\{ \vec{x}_\alpha;\ \alpha = 1, 2, \ldots, i \right\},\ M_2 = \left\{ \vec{x}_\beta;\ \beta = i+1, \ldots, n+1 \right\}.$$

Пусть множества M_1 и M_2 таковы, что каждое из них в отдельности можно заключить в некоторую сферу конечного радиуса.

Заставим теперь эти сферы раздвигаться по отношению друг к другу. При этом считаем, что конфигурация точек множеств M_1 и M_2 изменяется лишь внутри соответствующих сфер, а временные компоненты векторов x_i являются произвольно фиксированными.

В этом случае имеет место аналог принципа ослабления корреляций Н. Н. Боголюбова [1].

Вакуумное среднее

$$< 0 | A(x_1) \ldots A(x_i)\, A(x_{i+1}) \ldots A(x_{n+1}) | 0 > \tag{1}$$

распадается на произведение вакуумных средних

$$< 0 | A(x_1) \ldots A(x_i) | 0 > < 0 | A(x_{i+1}) \ldots A(x_{n+1}) | 0 >, \tag{2}$$

если множество M_1 бесконечно удаляется от множества M_2 в вышеопределенном смысле.

Этот принцип может быть обобщен и на случай произвольного разбиения множества M.

Представляет интерес распространить принцип ослабления корреляций на функции Грина [2], [3].

Функция $<0|T(x_1, \ldots, x_{n+1})|0>$, определенная равенством

$$<0|T(x_1, \ldots, x_{n+1})|0> =$$

$$\Sigma\,\Theta(x_1 - x_2) \ldots \Theta(x_n - x_{n+1}) < 0|A(x_1) \ldots A(x_{n+1})|0>, \qquad (3)$$

где сумма берется по всем возможным перестановкам индексов $1, 2, \ldots, n+1$, распадается на произведение функций

$$<0|T(x_1, \ldots, x_i)|0> < 0|T(x_{i+1}, \ldots, x_{n+1})|0>, \qquad (4)$$

если множество M_1 бесконечно удаляется от множества M_2 в вышеопределенном смысле.

Сформулированные утверждения могут быть доказаны при помощи использования результатов Челлена, Вайтмана и Вильгельмсона [4], [5], [6]. Челленом и Вильгельмсоном [6] даны интегральные представления для вакуумных средних произведения полевых операторов без учета условия локальной коммутативности.

Наши выводы основываются на использовании поведения этих интегральных представлений для пространственно-подобных векторов. Идея использования результатов Челлена — Вильгельмсона исходит от Дель' Антонио и Гульманелли [7] при исследовании пространственного асимптотического условия Хаага [8].

Полное доказательство принципа ослабления корреляций дано в другой работе [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Боголюбов, препринт ОИЯИ, 1960.
2. E. Freese, Nuovo Cimento, II, 51 (1955).
3. D. S. Falk, Phys. Rev., 115, 1069 (1959).
4. A. Wightman, Phys. Rev., 101, 860 (1956).
5. G. Källen and A. Wightman, Dan. Mat. Phys. Medd., I, n. 6 (1958)
6. G. Källen and N. Wilhelmsson, Dan. Mat. Phys. Medd., I, n. 9 (1959).
7. G. F. Dell' Antonio and P. Gulmanelli, Nuovo Cimento, 12, 45 (1959).
8. R. Haag, Phys. Rev., 112, 669 (1958).
9. В. П. Гачок, ЖЭТФ, т. 40, 879 (1961).

Поступила 4. X 1960 г.
Киев