индекс 3624

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Препринт ЕФИ-881(32)-86

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒ

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУ

Д.Б.САAКЯН

МОДЕЛЬ ДЕРРИДЫ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ СПИНЕ

ЦНИИатоминформ

ЕРЕВАН-1986

Նախնատիպ ЕФИ-88I(32)-86

ՍԱՀԱԿՅԱՆ Դ.Բ.

ԴԵՐԻԴԱՅԻ ՄՈԴԵԼԸ ԿԱՄԱՅԱԿԱՆ ՍՊԻՆԻ ՀԱՄԱՐ

Դիտարկվում է Դերիդայի կողմից ընդհանրացված Կիրկպատրիկ-Շերինգտոնի մոդելը կամայական սպինի համար։ Երբ փոխազդող հարևանների թիվը ձգտում է անվերջության, մոդելի լուծումն ստացվում է ինչպես պատահական էներգիայի մոդելի Բերմամբ, այնպես էլ ռեպլիկների եղանակով ըստ Փարիզիի դրույթի։

Երևանի Ֆիզիկայի Ինստիտուտ

Երևան 1986

В работе [I] была точно решена обобщенная модель Киркпатрика-Шеррингтона со следующим гамильтонианом при $p \to \infty$

$$H_0 = -\sum_{1\le i_1<\dots<i_p\le N} J_{i_1\dots i_p}\,\sigma_{i_1}\dots\sigma_{i_p} \qquad (I)$$

и распределением вероятности для J :

$$P(J_{i_1\dots i_p}) = \sqrt{\frac{N^{p-1}}{\pi p!}}\,\exp\left(\frac{-J^2_{i_1\dots i_p}N^{p-1}}{p!}\right). \qquad (2)$$

При $p = 2$ мы получили бы модель Киркпатрика-Шеррингтона.

В работе [2] та же задача была решена с помощью стандартных методов теории спиновых стекол. Уже в первом порядке нарушения репликовой симметрии были воспроизведены результаты Дерриды. В дальнейшем в [3] были вычислены поправки из-за конечности p.

Работы [I,2] дают возможность независимым методом проверить правильность репликового подхода к решению задач спиновых стекол. В настоящей работе рассматривается обобщение (I) для произвольного спина Q :

$$H_0 = -\sum_{1\le i_1\dots<i_p\le N} \mathrm{Re}\,\bar{J}_{i_1\dots i_p}\,\sigma_{i_1}\dots\sigma_{i_p}, \qquad (3)$$

где σ_i принимает значения $\exp(i2\pi K/Q), K=1\dots Q-1$, комплексная константа связи J имеет распределение:

$$\frac{N^{p-1}}{\pi p!} \exp\left(-|J_{i_1 \dots i_p}|^2 \frac{N^{p-1}}{p!}\right). \tag{4}$$

Гамильтониан обладает калибровочной инвариантностью, что и дает возможность решить модель.

Если рассмотреть два различных набора спинов σ^1 и σ^2, то перекрытие между двумя состояниями (см. [I]) q выражается через простое перекрытие $q_1 = \frac{1}{N} \sum_i \bar{\sigma}_i^1 \sigma_i^2$,

где $$q = \operatorname{Re} q_1^p . \tag{5}$$

Можно легко показать, что модель (3) эквивалентна модели случайных уровней энергии. Для свободной энергии получаем:

$$\frac{F}{N} = \begin{cases} -T \ln Q - \frac{1}{4T}, & T > T_c \\ -\sqrt{\ln Q}, & T < T_c \end{cases}$$

$$T_c = \frac{1}{2\sqrt{\ln Q}} . \tag{6}$$

Тот же самый результат можно получить и в рамках нарушений реп-ликовой симметрии с анзацом Паризи. Для параметра порядка Паризи получаем:

$$q(x) = \theta\left(x - \frac{T}{T_c}\right) \tag{7}$$

Введем теперь взаимодействие с магнитным полем

$$H = H_0 - h \sum_i \operatorname{Re} \sigma_i . \tag{8}$$

Для свободной энергии F и намагниченности M с помощью обоих методов найдем (при $T > T_c$):

$$\frac{F}{N} = -\frac{4}{T} - T \ln \sum_k \exp\left(\frac{h}{T} \cos(2\pi k/Q)\right),$$
$$M = \sum_k \cos(2\pi k/Q) \exp\left(\frac{h}{T} \cos(2\pi k/Q)\right) . \tag{9}$$

При $T < T_c$

$$\frac{F}{N} = -\frac{1}{2T_c} - \frac{h \sum_k \cos(2\pi k/Q) \exp(\cos(2\pi k/Q))}{\sum_k \exp(\cos(2\pi k/Q))} \tag{10}$$

определяется из уравнения

$$\frac{\beta_c^2}{4} = \ln \sum_k \exp(\beta_c h \cos 2\pi k/Q) - \frac{h\beta_c \sum_k \cos\left(\frac{2\pi k}{Q}\right) \exp\left(\frac{h}{T_c} \cos\left(\frac{2\pi k}{Q}\right)\right)}{\sum_k \exp\left(\frac{h}{T_c} \cos \frac{2\pi k}{Q}\right)}, \tag{11}$$

где

$$q(x) = \theta\left(x - \frac{T}{T_c}\right) + \theta\left(\frac{T}{T_c} - x\right) \frac{\left(\sum_k \cos\left(\frac{2\pi k}{Q}\right) \exp\left(\cos\left(\frac{2\pi k}{Q}\right) \frac{h}{T_c}\right)\right)^2}{\left(\sum_k \exp\left(\frac{h}{T_c} \cos \frac{2\pi k}{Q}\right)\right)^2} . \tag{12}$$

Рассмотрение первой поправки из-за конечности p для T_c дает: $\Delta T_c \sim Q^{-p}$.

Это значит, что случай $Q > 2$ может оказаться более легким для исследования реальных систем ($p = 2$, $d = 3$), чем $Q = 2$.

В заключение автор выражает благодарность Н.С.Ананикяну и С.Г.Матиняну за полезное обсуждение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Derrida B. Random-energy model: limit of a family of disordered models. Phys. Rev. Lett., 1980, vol.45, N.2,p.79-83.
2. Gross D.J., Merard M. The simplest spin glass. Nucl.Phys. 1984, vol.B240 [FS12], p.431-452.
3. Gardner E. Spin glasses with p-spin interactions. Nucl.Phys. 1985, vol.B257 [FS14], p.747-765

Рукопись поступила 5 марта 1986 г.

Д.Б.СААКЯН

МОДЕЛЬ ДЕРРИДЫ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ СПИНЕ

Редактор Л.П.Мукаян
Технический редактор А.С.Абрамян

Подписано в печать I7/IУ-86г. ВФ-05456 Формат 60х84/I6
Офсетная печать. Уч.изд.л. 0,3 Тираж 299 экз. Ц. 5 к.
Зак.тип. 250 Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, Маркаряна 2