

# ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

В.А. Кашурников, А.В. Красавин

## Примерные варианты домашних заданий

### Весенний семестр (2 задачи)

**Задача 1.** В одномерной бозонной модели с гамильтонианом

$$\hat{H} = -t \sum_i (a_i^\dagger a_{i+1} + a_{i+1}^\dagger a_i) + U \sum_i n_i^2 - \mu \sum_i n_i,$$

$t = 1$ ;  $U = 2$ , число узлов 4, максимальное заполнение на узле 3, периодические граничные условия, найти значение химического потенциала  $\mu$ , при котором число частиц в системе в основном состоянии равно 2; рассчитать энергетический спектр и корреляторы  $\langle \varphi_0 | a_1^\dagger a_2 | \varphi_0 \rangle$ ,  $\langle \varphi_0 | n_1 n_3 | \varphi_0 \rangle$ , где  $\varphi_0$  – волновая функция основного состояния.

**Задача 2.** Исследовать методом Монте-Карло фазовый переход в двумерной модели Изинга

$$\hat{H} = -J \sum_{\langle ij \rangle} S_i S_j - H \sum_i S_i,$$

$H$  – внешнее поле,  $H = 0.1$ ;  $J$  – обменный интеграл,  $J = 1$ ;  $S_i$  – проекция спина на узле  $i$ ,  $S_i = \pm 1$ , периодические граничные условия по обоим направлениям.

Построить зависимости энергии, магнитного момента, теплоемкости и восприимчивости от температуры. Указать погрешности расчета. Указать все параметры алгоритма, при которых выполнялось моделирование. Рассмотреть различные размеры системы. Сравнить полученные результаты с точным решением бесконечной двумерной модели Изинга.