

# ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

В.А. Кашурников, А.В. Красавин

годовой курс

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

всего 64 часа лекционных и 80 часов практических занятий

### ЛЕКЦИИ

#### ВЕСЕННИЙ СЕМЕСТР

2 часа в неделю

всего 32 часа в семестре

**1 неделя.** Термодинамика. Матрица плотности. Микроканонический ансамбль. Канонический ансамбль. Большой канонический ансамбль. Модели сильной связи.

**2 неделя.** Термодинамика бoльцмановского газа. Термодинамика идеального ферми-газа. Термодинамика идеального бозе-газа.

**3 неделя.** Случайные распределения. Метод обратной функции. Метод фон Неймана. Распределение Пуассона. Нормальное распределение. Почти линейное распределение. Двумерные распределения.

**4 неделя.** Принцип детального равновесия. Алгоритм Метрополиса. Эргодические схемы. Марковские цепи.

**5 неделя.** Понятие о методах Монте-Карло. Расчет интегралов методом Монте-Карло.

**6 неделя.** Модель Изинга в приближении среднего поля. Точное решение модели Изинга. Метод Монте-Карло для модели Изинга.

**7 неделя.** Модель решеточного газа. Алгоритм Монте-Карло для решеточного газа. Моделирование решеточного газа на двумерной решетке.

**8 неделя.** Метод Монте-Карло для сверхпроводящей ВТСП-пластины. Вихри в сверхпроводниках. Постановка задачи. Алгоритм Монте-Карло.

**9 неделя.** Расчет термодинамических средних. Термализация. Расчет погрешностей. Автокорреляционный анализ.

**10 неделя.** Высокотемпературное разложение. Диаграммы. Алгоритм червя. Расчет физических величин.

**11 неделя.** Квантовые алгоритмы Монте-Карло. Checkerboard algorithm для модели Хаббарда. Расчет физических величин. Расчет функции Грина.

**12 неделя.** Квантовые алгоритмы Монте-Карло. Проблема знака. Winding numbers. Связь фермионного знака и winding numbers.

**13 неделя.** Траекторный алгоритм Монте-Карло для конкретных задач. t-J-модель. Моделирование сверхпроводящих плоскостей в ВТСП.

**14 неделя.** Квантовые алгоритмы Монте-Карло в непрерывном времени. Представление взаимодействия.

**15 неделя.** Квантовые алгоритмы Монте-Карло в непрерывном времени. Общая формулировка CTWL-алгоритма. Процедуры обновления конфигураций.

**16 неделя.** Квантовые алгоритмы Монте-Карло в непрерывном времени. Расчет физических величин. Примеры.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

### **ВЕСЕННИЙ СЕМЕСТР**

**3 часа в неделю**

**всего 48 часов в семестре**

**1 неделя.** Многочастичный базис. Модель Бозе-Хаббарда. Повторение.

**2 неделя.** Спиновые системы. Построение базиса и гамильтоновой матрицы.

**3 неделя.** Спиновые системы. Модель Гейзенберга.

**4 неделя.** Температура. Расчет термодинамических средних.

**5 неделя.** Свободный Ферми-газ.

**6 неделя.** Свободный Бозе-газ.

**7 неделя.** Случайные распределения. Алгоритмы получения случайных величин с заданным законом распределения.

**8 неделя.** Интегрирование методом Монте-Карло. Определенные интегралы.

**9 неделя.** Алгоритм Метрополиса.

**10 неделя.** Одномерная модель Изинга. Метод Монте-Карло.

**11 неделя.** Двумерная модель Изинга.

**12 неделя.** Метод Монте-Карло для модели решеточного газа.

**13 неделя.** Расчет погрешностей. Автокорреляционный анализ.

**14 неделя.** Алгоритм шахматной доски для модели Хаббарда. Расчет матричных элементов. Схема алгоритма.

**15 неделя.** Алгоритм шахматной доски для модели Хаббарда. Расчет физических величин.

**16 неделя.** Прием домашнего задания.