

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МИРОВОГО УРОВНЯ  
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В.А. СТЕКЛОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

Весенний семестр 2022/2023 учебного года

Программа курса

**«Неравновесная динамика квантовых  
и классических многочастичных систем»**

(лектор – Ермаков Игорь Владимирович)

1. Введение

1.1. Основные концепции (уравнение Шрёдингера, кубит, базис, квантовые вычисления, квантовые симуляции, квазиклассическое приближение). Различные модели многочастичной физики.

1.2. Вычислительная сложность многочастичных задач.

1.3. Проблема неустойчивости квазиклассических решений.

2. Низкоразмерные системы.

2.1. Двухуровневые системы (Бозе-Хаббард димер, модель Тависа-Каммингса).

2.2. Когерентные состояния, коллапсы и ревайвалы.

2.3. Алгебраический анзац Бете.

2.4. Динамические уравнения Бете.

3. Многочастичные системы.

3.1. Примеры многочастичных систем (спиновые цепочки, взаимодействующие электроны).

3.2. Точная диагонализация, использование симметрий (трансляционная инвариантность, отражение и т. д.).

3.3. Применение теории случайных матриц, спектральная статистика,  $\langle r \rangle$ -value, статистика Вигнера-Дайсона, статистика Пуассона.

3.4. Таулессовское время, рост энтропии.

3.5. Плотность состояний, ансамбль Гиббса, обобщённый ансамбль Гиббса, средняя сила.

3.6. Quantum typicality.

3.7. Квантовая интегрируемость и динамическая интегрируемость. Алгебра Онзагера и замкнутая иерархия уравнений Гейзенберга. Различные представления алгебры Онзагера.

4. Квазиклассическое приближение.

4.1. Квазиклассические уравнения движения, их неустойчивость, теорема КАМ, сечение Пуанкаре.

4.2. Ляпуновский спектр, зависимость экспоненты Ляпунова от начальных условий.

5. Термализация и её нарушения.

5.1. Классические хаотические бильярды и квантовые шрамы.

5.2. Квантовые многочастичные шрамы. Онзагеровские шрамы.

5.3. Eigenstate Thermalization Hypothesis, Gauge adiabatic potential, Quantum butterfly effect.