

О Т Ч Е Т

о научно-организационной деятельности зав. теоретическим
Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН
академика РАН Чирикова Б.В. за 1997 г.

1. НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Продолжены теоретические исследования и численные эксперименты по динамическому хаосу в классической и квантовой механике.

Классический хаос

Совместно с В.В. Вечеславовым проведены численные эксперименты и теоретический анализ расщепления сепаратрисы нелинейного резонанса в модели стандартного отображения. Измерение угла расщепления $\alpha(K)$, где $K \ll 1$ малый параметр модели, выполнены в огромном диапазоне $\alpha \sim 0.1 - 10^{-208}$ ($K = 1 - 0.0004$) с относительной точностью лучше 10^{-25} и средней точностью $\sim 10^{-30}$. Для решения этой задачи была разработана специальная методика измерения и обработки результатов с использованием универсальной компьютерной программы с произвольной точностью счета. Фактически точность численных экспериментов достигала величины $\sim 10^{-300}$. Наиболее важной особенностью проведенных исследований является первое прямое измерение зависимости $\alpha(K)$ в промежуточной асимптотике ($0 < K \ll 1$) в отличие от известных данных, которые были получены в конечном счете также путем численного решения но вспомогательных уравнений, опирающихся на приближенную теорию. При этом нам удалось на много порядков повысить точность интерполяции, что позволило обнаружить ряд новых эффектов по сравнению с существующей асимптотической теорией. Одним из основных результатов является построение относительно простого эмпирического выражения для зависимости $\alpha(K)$ и неожиданно широкий интервал промежуточной асимптотики: $K \lesssim 10^{-2}$. Исследован также эффект шума, в частности ошибок измерения, который оказался значительно более существенным, чем это можно было предполагать. Полученные нами данные подтверждают теорию Лазуткина и соотр. (Physica D 71, 82 (1994)) и опровергают гипотезу J. Scheurle, J. Marsden and P. Holmes (in Proc. of NATO Workshop on Asymptotics Beyond All Orders, Eds. S. Tanveer and H. Segur).

Совместно с И. Гварнери и В. Оселедец выяснен статус современной теории корреляционных функций в динамических системах, которая неправильно интерпретируется некоторыми физиками (например, И. Пригожин и Б. Альтшулер) как теория "необратимости" в обратимой динамике.

Квантовый хаос

Совместно с Дж. Казати и Дж. Масперо проведены (но не закончены) обширные численные и теоретические исследования влияния квантовых резонансов на локализацию диффузии в модели

стандартного отображения. Получены и подтверждены численно новые полуэмпирические соотношения для скорости расщепления волнового пакета в точном резонансе, а также для интервала времени такого расщепления при конечной отстройке от резонанса. Это позволило оценить меру Лебега (вероятность) существенного влияния всюду плотной системы резонансов для типичного иррационального значения параметра модели. Выяснено, что в квазиклассике даже одиночный резонанс ($q = 1$) может значительно изменить квантовое состояние статистического равновесия. В связи с недавними (ошибочными) попытками построить динамическую теорию квантовой локализации были рассмотрены также особенности квантовых резонансов в ограниченной модели (на торе). Показано существование в этом случае характерной регулярной структуры статистического равновесия.

Начато исследование квантовой критической структуры на границе хаоса и ее влияние на статистические свойства хаотической компоненты движения. Показано, что для достаточно больших квантовых параметров эта структура близка к классической в определенных пространственно-временных масштабах. Наблюдаемое различие обеих структур вне этой области позволяет надеяться получить их важные характеристики.

Работы были частично поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований, грант 97-01-00865 и Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (Italia).

Научные публикации

1. G. Casati, B.V. Chirikov and O.V. Zhirov, How long does the quantum chaos last? *chaodyn/9702012*, 1997; Existence of a long time scale in quantum chaos, *Phys. Rev. E* **55**, 7757 (1997).
2. B.V. Chirikov and V.V. Vecheslavov, Arnold diffusion in large systems, *ЖЭТФ* **112**, 1132 (1997).
3. Boris Chirikov, Linear and nonlinear dynamical chaos, *OSID* **4**, 241 (1997).

2. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

1. Прием проф. В.М. Сомсикова (Алматы, Казахстан, февраль): научные обсуждения по проблемам статистической физики.
2. Визит в Миланский университет (Комо, Италия, июнь, июль): совместные работы с группой проф. Дж. Казати по проблеме "Квантовый хаос в мезоскопических системах".
3. Участие в Национальной конференции по статистической физике (Парма, Италия, июнь): доклад "Pseudochaos in statistical Physics", научные обсуждения.

4. Участие в международном семинаре "New challenging experiments in physics and their theoretical and philosophical consequences" (Зальцбург, Австрия, июль): серия лекций на тему "A long-standing challenging problem of interrelation between dynamical and statistical laws in classical and quantum mechanics"; научные обсуждения.
5. Визит в Национальный институт оптики (Флоренция, Италия, июль): доклад на семинаре "Quantum chaos as a new dynamical phenomenon"; научные обсуждения.

3. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

1. Руководство работами по теоретическому и численному исследованию динамического хаоса в теоретическом отделе ИЯФ и совместными работами с группой проф. Дж. Казати (Миланский университет, Комо, Италия).
2. Ученый секретарь спецсовета Д.002.24.02 при ИЯФ.
3. Член:
 - Ученого совета ИЯФ;
 - Объединенного ученого совета СО РАН по физико-техническим наукам;
 - научного совета по музеям СО РАН;
 - экспертной комиссии по присуждению золотой медали имени П.Н. Лебедева;
 - экспертной комиссии по присуждению золотой медали имени Л.Д. Ландау;
 - комиссии по статистической физике Международного союза чистой и прикладной физики;
 - редколлегии:
 - журнала "Прикладная механика и техническая физика";
 - международных журналов Physica D; Chaos, Solitons and Fractals;
 - издательства Кембриджского университета по нелинейным явлениям.
4. Рецензирование статей в международных журналах и др. (13).



Б.В. Чириков

31 декабря 1997 г.