

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 1996 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 проведена новая обработка и анализ уникальной серии численных экспериментов по структуре хаотических слоев нелинейных резонансов в многомерной гамильтоновой модели с числом степеней свободы до $N = 15$. Для получения более надежных результатов в наиболее интересном режиме быстрой диффузии Арнольда (БДА) число подгоночных параметров было сокращено с 4 до 3 за счет правдоподобной оценки параметра $A \approx 2$ в выражении для скорости убывания высоких гармоник возмущения $\sigma = \ln(A/K)$, где $K \rightarrow 0$ - малый параметр возмущения. Разработан новый вариант теории БДА, значительно более простой и ясный физически. Обнаружено, что в рассматриваемой модели область БДА оказывается чрезвычайно широкой по параметру возмущения K даже при относительно небольшом числе степеней свободы. Так, в огромном диапазоне скорости диффузии (почти 50 порядков!) режим БДА сохраняется вплоть до $N = 3$, и только для $N = 2$ происходит резкий переход в асимптотический режим медленной диффузии Арнольда.

Измерена точность наиболее аккуратной и строгой оценки расщепления сепаратрисы нелинейного резонанса, полученной В.Ф. Лазуткиным. Относительная ошибка равна $\delta \approx \pi/\lambda$, где $\lambda = 2\pi/\sqrt{K} \gtrsim 10$ (большой) параметр адиабатичности. Полученная зависимость оказалась весьма регулярной, что позволяет надеяться на существенное увеличение точности оценки.

Продолжены численные эксперименты по аномальной диффузии в микротроне на границе хаос-порядок, окружающей маленькие островки микротронного ускорения в фазовом пространстве. Найдено уточненное значение критического показателя диффузии $c_D = 0.33 \pm 0.03$ в хорошем согласии с уточненным же теоретическим значением $c_D = 1/3$. Численно получено также значение критического показателя возвратов Пуанкаре $c_P = 1.50 \pm 0.05$ в хорошем согласии со средним теоретическим $c_P = 3/2$. Еще одна проверка теории произведена по диффузии в присутствии границы хаос-хаос, когда теоретическое значение $c_D \approx 1$, а эмпирическое оказалось $c_D = 1 \pm 0.03$. Вместе с тем, при большом времени движения в последнем случае обнаружено значительное отклонение от теории, причина которого выясняется.

При исследовании статистики возвратов Пуанкаре обнаружена новая форма их распределения - начальное экспоненциальное падение вероятности (вплоть до 10^{-5}) со временем возврата вместо

асимптотического степенного закона. Причина этого связана с аномально малым размером критической структуры несмотря на обширную границу хаоса. Механизм этой аномалии изучается.

Проанализирована новая теория микроструктуры развитой гидродинамической турбулентности, развитая В.М. Малкиным, и найден новый эмпирический закон ренормдинамики в такой структуре, который возможно поможет глубже понять лежащий в ее основе механизм.

Квантовый хаос

Совместно с Ф.М. Израйлевым (ИЯФ) и Дж. Казати (Миланский университет) продолжено изучение структуры квантового хаоса в модели Вигнера (полосковые матрицы). Проанализирована возможность применения этой модели для описания возбужденных состояний сложных атомов. Совместно с группой В.В. Фламбаума (Сиднейский университет) получены предварительные обнадеживающие результаты для серии состояний 4^+ атома церия; анализ которых продолжается. В частности, были найдены новые представления структуры хаоса в зависимости от упорядочения энергий базиса и собственных состояний. Предварительные численные данные указывают на значительную асимметрию между спектром функций Грина и собственными состояниями несмотря на хорошую эргодичность последних. Природа такой асимметрии выясняется.

В численных экспериментах с однородными полосковыми матрицами были обнаружены существенные отклонения от теории Федорова - Мирлина для флуктуаций длины локализации при малых значениях последней. Теоретическое объяснение и корректировка теории разрабатывается сейчас И.В. Колоколовым и сотр. Найдено простое аналитическое выражение для функции распределения таких флуктуаций, которая ранее могла быть получена лишь численно.

Совместно с О.В. Жировым проведен анализ динамической энтропии квантового хаоса, что позволило, в частности, получить новую простую оценку для короткого (случайного) масштаба времени t_r квантовой эволюции: $2\Delta t_r \approx \ln(\pi e D/\Lambda)$, где Λ классический показатель Ляпунова, а D скорость диффузии в числе квантовых состояний.

Работы были частично поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований, грант 95-01-01047.

Научные публикации

1. Б.В. Чириков, Аномальная диффузия в микротроне и критическая структура на границе хаоса, ЖЭТФ 110 (1996), #4.
2. B.V. Chirikov, Natural laws and human prediction, Lecture Notes in Physics 473 (1996) 10.
3. G. Casati and B.V. Chirikov, Fluctuations in quantum chaos, preprint Budker INP 96-43, Новосибирск, 1996.
4. B.V. Chirikov and V.V. Vecheslavov, Arnold diffusion in large systems, preprint Budker INP 96-44, Новосибирск, 1996.

5. B.V. Chirikov, Wigner model and real atoms: an example, preprint Budker INP 96-56, Новосибирск, 1996.
6. B.V. Chirikov, Quasidegeneracy around a single nonlinear resonance, preprint Budker INP 96-57, Новосибирск, 1996.

2. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Совместные работы с группой проф. Дж. Казати (Миланский университет, Комо, Италия) и проф. В.В. Фламбаума (университет Нового Южного Уэльса, Сидней, Австралия).

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;
 - 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. (11).



Б.В. Чириков

31 декабря 1996 г.