

Содержание
номера

Архив / Поиск

 In the issue
 Archives
 Archiv

О газете

Редакция

Пишите нам:
presse@sbras.nsc.ru

Подписка на
«НВС»

Прайс-лист
на объявления
и рекламу

К 50-летию
СО РАН

Фотогалерея

Приложения

Научные СМИ

Портал СО РАН

mail.ru 3039
2311055 467

участник
актуальных
ресурсов NSK

© «Наука в Сибири»,
2011

При перепечатке
материалов
или использовании
опубликованной

Наука в Сибири

Выходит с 4 июля
1961 г.

ЕЖЕНЕДЕЛЬНАЯ ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

в оглавление

№ 21 (2157) 5 июня 1998 г.

В КВАНТОВОМ МИРЕ "НАСТОЯЩЕГО" ХАОСА НЕТ...



В июне этого года мировая научная общественность отмечает семидесятилетие со дня рождения академика Бориса Валериановича Чирикова, заведующего теоретическим отделом Института ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН. Он по праву считается основателем физической теории динамического хаоса -- новой, бурно развивающейся науки, находящейся на стыке классической и квантовой механики, статистической физики, общей теории нелинейных динамических систем,

эргодичности и информации. Важное значение теории динамического хаоса состоит прежде всего в том, что она вскрывает механизм и условия возникновения статистических законов в природе и дает им полное детерминистическое описание.

В. Волосов, Ф. Израйлев, Д. Шепелянский, В. Вечеславов, А. Скринский.
г.г. Новосибирск -- Тулуза (Франция).

Ежегодно в специальных и общих научных журналах публикуются сотни статей, прямо или косвенно связанных с проблемами динамического хаоса, и редкий год обходится без представительной международной конференции на эту тему. Летом 1998 года такая конференция под названием "Классический хаос и его квантовые проявления" будет проведена в Тулузе (Франция). Она посвящается Б.Чирикову, чье имя ассоциируется сегодня с впечатляющим списком фундаментальных результатов в этой области, и доклад которого прозвучит первым. Организаторы этой конференции -- крупнейшие специалисты, активно развивающие теорию классического и квантового хаоса -- это, как правило, либо ученики, либо соавторы, либо последователи Бориса Валериановича.

в «НВС»
информации
ссылка на газету
обязательна

Б.Чириков принадлежит к первому выпуску физико--технического факультета МГУ. Еще студентом он участвует в экспериментальных исследованиях в Теплотехнической лаборатории (ныне ИТЭФ). По приглашению руководителя Лаборатории новых методов ускорения Андрея Михайловича Будкера его бывший студент -- молодой физик Борис Чириков переходит в 1954 году на работу в ЛИПАН (ныне "Курчатовский институт") и занимается актуальными проблемами ускорителей и плазмы. В 1958г. А.Будкер организует в новосибирском Академгородке Институт ядерной физики, активным сотрудником которого становится Б.Чириков. Между этими двумя людьми устанавливаются наполненные взаимным уважением и симпатией отношения учителя и ученика, трагически прерванные безвременным уходом из жизни Андрея Михайловича.

Ранний период научной деятельности Б.Чирикова связан с решением двух проблем, поставленных А.Будкером. Первая -- изучение процесса ионной компенсации интенсивного релятивистского электронного пучка в условиях образования и разрушения виртуального катода (1957г.). Результат этих исследований -- построение бетатрона Б-3 с рекордными даже по сегодняшним стандартам параметрами. Позднее (1968г.) появится и станет классической работа Б.Чирикова, где он развивает теорию А.Будкера о когерентной поперечной неустойчивости кольцевого электронного пучка с ионной компенсацией.

Вторая проблема -- исследование влияния нелинейных резонансов на точность сохранения адиабатического инварианта в открытых ловушках с магнитными пробками, предложенных А.Будкером для удержания горячей плазмы. Эксперименты указывали на необычный механизм потерь частиц, связанный, как выяснилось позже, с их хаотическим поведением. Для описания новых явлений требовались новые подходы, и Б.Чириков приступает к разработке своей теории хаоса, согласно которой хаотическое движение может возникать в полностью детерминированных (без внешнего или внутреннего шума) системах и описываться обычными законами статистической механики.

Уже в первой, основополагающей работе этого цикла (1959г.) был введен физический критерий появления хаотических колебаний в нелинейных гамильтоновых системах, в настоящее время широко известный как критерий Чирикова. Основанный на понятии перекрытия нелинейных резонансов, он позволяет относительно просто находить условия перехода к статистическому описанию динамики системы. С его помощью Б.Чириков объяснил казавшиеся загадочными результаты выполненных в лаборатории А.Будкера исследований по удержанию электронов в открытой ловушке. Это было первое в мире успешное применение физической теории хаоса к конкретному эксперименту, выполненное задолго до появления столь привычных сегодня компьютерных картинок

хаотических траекторий. В шестидесятые годы теоретические предсказания Б.Чирикова, основанные на анализе нелинейных резонансов и их взаимодействии, получили серьезное экспериментальное подтверждение при исследовании динамики электронов на накопителях ИЯФ.

Разработанные Б.Чириковым аналитические методы позволили ему, в частности, решить поставленную еще в прошлом столетии знаменитую задачу Пуанкаре о размере хаотического слоя в окрестности сепаратрисы нелинейного резонанса (1979г.). Этот результат послужил основой для построения эффективной оценки скорости диффузии Арнольда -- очень тонкого механизма универсальной неустойчивости многомерных нелинейных колебаний, который был предсказан В.Арнольдом еще в 1964г. Это явление играет основную роль в столь различных процессах, как динамика Солнечной системы (включая астероиды, кометы и даже планеты) и удержание протонов в накопительных кольцах современных коллайдеров сверхвысоких энергий. Позже (1988г.) Б.Чириковым был предсказан и затем подтвержден численно новый механизм быстрой диффузии Арнольда, скорость которой зависит от параметра возмущения по степенному, а не экспоненциальному закону.

В 1979г. Б.Чириков публикует большую обзорную статью (Phys.Reports 52, 263 (1979), где излагает полученные им и его сотрудниками основы теории динамического хаоса в классических гамильтоновых системах и ее приложения. Эта работа вскоре получила среди специалистов и сохранила по сей день название "библия хаоса".

Характерная особенность научного подхода Б.Чирикова -- сочетание строгих аналитических методов и приближенных физических оценок с широким численным экспериментом на простых, но далеко не тривиальных моделях. Одна из таких моделей (стандартное отображение Чирикова) настолько содержательна (буквально -- неисчерпаема), что фактически лежит в основе теории и служит пробным камнем для теоретического описания различных свойств динамического хаоса. С полным правом можно утверждать, что Б.Чириков заложил основы нового комплексного подхода, при котором численный эксперимент играет определяющую роль, указывая направления теоретических и экспериментальных исследований новых физических явлений и закономерностей.

Опираясь на теорию динамического хаоса, Б.Чирикову с сотрудниками удалось решить целый ряд важных физических задач. Вот лишь некоторые из них:

Определена граница хаоса в модели ускорения Ферми (1964г.).

Решена проблема Ферми-Паста-Улама и установлены условия хаотизации

нелинейных волн (1965--68гг.).

В моделях с диссипацией обнаружено и объяснено явление переходного хаоса, дана оценка его "времени жизни" и получены условия возникновения хаотического аттрактора (1973г., за несколько лет до всеобщего бума вокруг странных аттракторов).

Решена задача Будкера о длительном удержании заряженной частицы в адиабатической ловушке (1978г.).

Предсказана модуляционная диффузия (1981г.) -- новый важный тип слабой диффузии в колебательных системах.

Показано, что уравнения длинноволнового классического калибровочного поля типа Янга-Милса в общем случае неинтегрируемы (1981г.).

Найден универсальный режим степенного убывания возвратов Пуанкаре и корреляционных функций в динамических гамильтоновых системах. Построен первый пример хаотической ренормгруппы в физике.

Выяснено, что орбитальная динамика кометы Галлея может быть описана простым отображением и является хаотической. Дана оценка времени пребывания кометы в Солнечной системе и объяснены аномалии в ее ранних (до нашей эры) появлениях (1989г.).

С середины 70-х годов Б.Чириков и его сотрудники начинают исследовать динамический хаос в квантовых системах. Это оказалось стартом нового направления в теоретической физике -- квантовый хаос, который в настоящее время обнаружен в атомах, ядрах, сложных молекулах и других физических объектах.

Уже в 1979--1981 годах были открыты совершенно неожиданные свойства квантового хаоса, потребовавшие пересмотра принципа соответствия в применении к системам с хаотическим поведением в классическом пределе. Выяснилось, что соответствие между поведением классической и квантовой систем принципиально зависит от интервала времени, на котором проводится сравнение. Б.Чириков выдвигает идею переходного (временного) квантового хаоса на некотором диффузионном масштабе времени, когда квантовая диффузия хорошо имитирует классическую. Ограниченность такой имитации приводит к удивительному явлению динамической локализации волновых пакетов, открытой Б.Чириковым и его соавторами в 1979 году. Проявлением этой локализации является все увеличивающееся со временем отклонение квантовой диффузии от классической на временах, превышающих диффузионный масштаб. Были получены оценки диффузионного масштаба и отвечающего ему размера области локализации, что позволило предсказать и детально описать

особенности диффузионного фотоэффекта для Ридберговских состояний атома водорода в микроволновом поле. Эти предсказания, включая и эффекты динамической локализации, были позже подтверждены экспериментально.

Следует еще раз отметить особенность исследовательского подхода Б.Чирикова, предложившего (1977г.) и использовавшего для получения большинства результатов по квантовому хаосу чрезвычайно плодотворную модель, широко известную сегодня под названием квантового ротатора. Этой модели посвящено множество статей, она и по сей день привлекает внимание физиков и математиков, развивающих теорию квантового хаоса.

Исследования квантовых систем привели Б.Чирикова к парадоксальному выводу -- в квантовом мире "настоящего" хаоса нет! Вместо него имеет место псевдохаос, который лишь имитирует уже привычный нам классический хаос. Дальнейшему развитию новой и важной концепции квантового псевдохаоса посвящены недавние работы Б.Чирикова, в которых можно найти обсуждения самых неожиданных приложений теории хаоса к таким фундаментальным вопросам, как природа необратимости статистических законов или роль квантового измерения.

В заключение необходимо подчеркнуть, что огромную и напряженную научную работу Б.Чириков всегда сочетал с педагогической и просветительской деятельностью. Многим поколениям студентов НГУ его яркие лекции, нестандартно и живо написанные учебники и пособия помогли войти в физику. Его умение просто и увлекательно рассказывать о самых сложных проблемах современной нелинейной динамики неизменно привлекает на проводимые им семинары очень широкую и разнообразную по составу аудиторию, которую порой с трудом вмещает даже просторный конференц-зал ИЯФа.

Друзья и коллеги из многих стран мира горячо поздравляют Бориса Валериановича с юбилеем, желают ему крепкого здоровья, сохранения присущего ему бодрого духа, хорошего настроения, долгой и плодотворной творческой деятельности.

стр.

[в оглавление](#)

Версия для печати
(постоянный адрес статьи)

<http://www.sbras.ru/HBC/hbc.phtml?6+182+1>