

ЭНЕРГИЯ



№ 10
сентябрь
2003 г.

-сентябрь

Хаос — фундаментальное свойство любых физических систем

С 4 по 9 августа в нашем институте проходила международная конференция
«Динамический хаос в классической и квантовой физике».



Традиционный снимок всех участников международной конференции перед главным входом в ИЯФ.

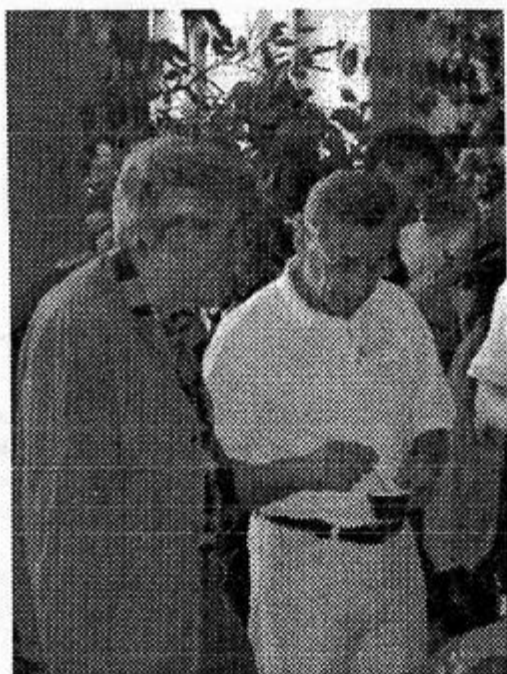
Конференция вызвала большой интерес у российских и зарубежных физиков и была очень представительной: более шестидесяти иностранных участников из различных стран мира — США, Японии, Германии, Италии, Франции, Греции, Австралии, Мексики, около двадцати из России — Москва, С.-Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Новосибирск, Красноярск,

Владивосток, и свыше девяноста из институтов Академгородка.

Физическая теория динамического хаоса в последние годы привлекает к себе внимание все большего числа физиков и интенсивно развивается, открывая новые возможности не только для теоретических исследований, но и для широких практических применений. Хаос — яв-

ление универсальное в Природе, поэтому так важно понимать причины его возникновения и свойства. На девятнадцати сессиях конференции с докладами выступило 68 человек. Интерес вызвала и постерная конференция, на стендах которой было представлено 27 докладов.

Редакция обратилась с
(Материалы о конференции
читайте на стр. 2-5).



В.Л. Ауслендер и Ф.М. Израйлев (справа).

просьбой к Феликсу Михайловичу Израйлеву, профессору Института физики ВУАР (Мексика), поделиться своими впечатлениями о конференции и прокомментировать представленные доклады:

— Конференция была посвящена классическому и квантовому хаосу в физических системах. Динамическим хаосом называют такое поведение системы, которое выглядит как случайное, несмотря на то, что в уравнениях движения никаких случайных параметров нет. В отличие от систем, описываемых стохастическими уравнениями, когда изначально предполагаются какие-либо случайные силы (естественно ожидать, что при этом и движение будет случайным), под хаосом понимается ситуация, когда уравнения детерминистические — движение строго определено — однако при определенных обстоятельствах система может вести себя хаотическим образом. Такое явление встречается не только в физике, но и в других областях, включая биологию, химию, геофизику, метеорологию, экономику и т.д. К примеру, пытаться «управлять» экономикой — задача трудно разрешимая: даже в том случае, когда предполагаются строгие правила, которым надо следовать, из-за

того, что система сложная, она иногда начинает вести себя практически непредсказуемым образом. Это также одно из проявлений динамического хаоса. Причина хаоса заключается в неустойчивости системы, при этом даже очень малые возмущения могут приводить к сильным последствиям. В этом и состоит механизм хаоса. В качестве «наглядного» примера можно привести следующую ситуацию. Когда вы смотрите по телевизору футбол, то видите поле и на нем игроков, которые бьют по мячу. Причина движения мяча для наблюдателя, в целом, понятна. Но если на экране сделать игроков невидимыми, то движение мяча для наблюдателя временами будет выглядеть совершенно случайным, хаотич-



Два ректора НГУ: бывший — академик С.Т. Беляев и нынешний — член-корреспондент Н.С. Диканский.

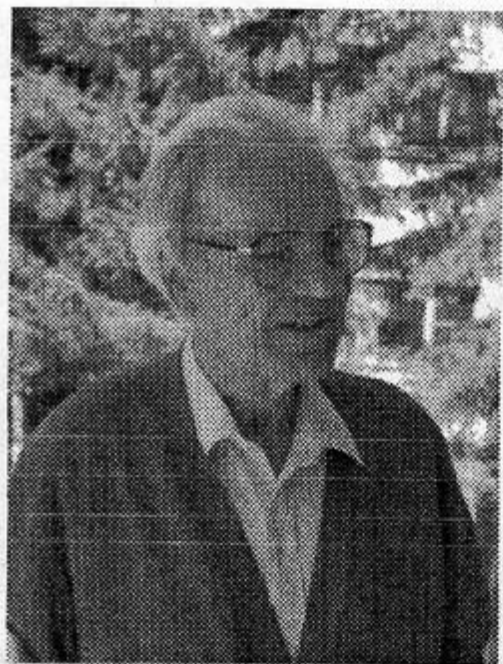
ным, в то время, как действия каждого игрока предполагаются полностью осознанными, «регулярными». Все дело в том, что движение мяча в момент удара часто сильно неустойчиво, что и приводит к хаосу. Напротив, когда движение устойчиво, тогда хаоса нет. В этом смысле, футбол можно рассматривать как «экспериментальные» попытки «контролировать» хаос. Кстати,

в настоящее время проводятся интенсивные исследования по «контролированию» хаоса в физических системах (controlling chaos).

Прошедшая конференция имела несколько особенностей. Прежде всего следует отметить, что организаторы решили собрать вместе физиков, которые работают как в классической, так и в квантовой физике. Вопрос о соответствии классического и квантового описания (quantum-classical correspondence) при хаотическом движении системы — один из фундаментальных вопросов в теории динамического хаоса. В частности, очень важно знать, при каких условиях квантовые эффекты модифицируют и сильно меняют классический хаос. В мире проводится много

конференций, совещаний отдельно по квантовому и классическому хаосу. Но очень мало таких конференций, где одновременно собираются люди, работающие в каждой из этих областей, и ияфовская — одна из таких.

Другая особенность — эта конференция была открытой для физиков, работающих в самых разных областях. Как правило, подобные конференции узки по



Академик Б. В. Чириков.

тематике и ограничены по числу участников. Вследствие этого приходится проводить довольно жесткий отбор, и в результате участие в таких конференциях, в основном, возможно только по приглашениям. В нашей конференции таких ограничений не было, что особенно важно для молодежи, не имеющей опыта и признанных работ. Следует отметить, что молодежи на конференции было довольно много. В ней могли принять участие даже те физики, которые еще не занимались этой тематикой, но проявляли заинтересованность.

Конференция была посвящена 75-летию академика Бориса Валериановича Чирикова, который по праву считается пионером в этой области исследований. Он начал заниматься динамическим хаосом еще в 1959 году, когда слово «хаос» в нашей стране было синонимом чего-то очень несерьезного. Долгое время группа Чирикова в ИЯФ была одной из двух в мире, занимающихся этими исследованиями и понимающих их важность (другой небольшой группой в США руководил профессор Дж. Форд). Нужно сказать, что до сих пор мы сталкиваемся с критическим подходом к необходимости исследований в этой области, несмотря на то, что сейчас на Западе исследования хаоса, как

теоретическим, так и экспериментальным, уделяется большое внимание. Поэтому значение нашей конференции состоит еще и в том, чтобы познакомить отечественных физиков с новейшими исследованиями, проводимыми за рубежом.

Тематически доклады конференции можно объединить в несколько групп. В первый день было несколько докладов, в которых обсуждалось и показывалось, насколько важны вопросы классического хаоса в применении к поведению частиц в ускорителях. Чтобы иметь возможность создать плотный пучок, в ускорителе частица должна вести себя достаточно регулярным образом, при этом условии эффективность взаимодействия с другим пучком будет высока. Но оказывается, что даже небольшие нелинейности сил, обусловленные магнитными полями, могут приводить к хаотическому движению частиц. В результате пучок становится неплотным и со временем раздувается, плотность уменьшается, и эффективность встречи снижается. Академик Г.Н. Кулипанов представил обзорный доклад по старым работам 1967-1968 года, когда эти явления экспериментально наблюдались на наших установках ВЭПП-1, ВЭПП-2. Поэтому одним из первых практических применений теории хаоса было приложение к движению частиц в ускорителе.

В свое время кандидатская диссертация академика Б.В. Чирикова в 1959 году была посвящена выявлению причин возникновения хаотического движения в колебательных системах, что привело к открытию так называемого критерия Чирикова, позволяющего понять, при каких условиях та или иная система ведет себя хаотическим образом. Этот критерий дает возможность оценить, когда хаос может возникнуть, и понять, как его можно избежать. Эксперименты, подтверждающие теоретические

положения — одна сторона, но теория важна сама по себе в применении к реальным установкам, даже если конкретно хаос на них и не исследуется. Исторически интересным был доклад Э. Сэслера, профессора LBNL (Беркли, США). Он показал, как впервые в ускорительной физике исследовались хаотические явления. Доклад по современным работам, которые проводятся в нашем институте, делал Е.Б. Левичев (ИЯФ).

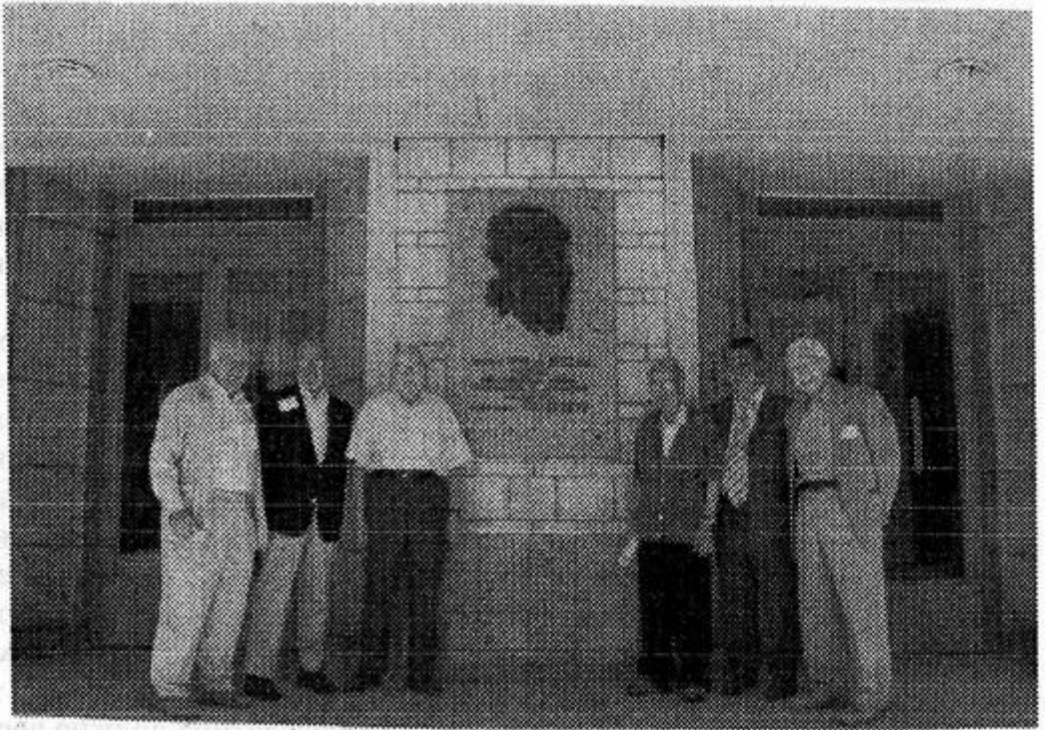
Одно из направлений новейших исследований — определение, насколько устойчива квантовая система к внешним возмущениям. Именно в этом вопросе проявляются основные отличия в регулярном или хаотическом поведении квантовых систем. Насколько устойчиво движение в классической механике было понято хорошо, а вот в квантовой механике — это новый и нетривиальный вопрос. Сейчас появилось много работ, в которых, похоже, нашли, в каком направлении двигаться. В частности, исследуется некая характеристика квантовой системы, которая называется «фиделити» (fidelity), иногда эта характеристика называется «эхо Лошмидта». Она используется для того, чтобы описать, насколько устойчиво, на-



Ю. Ф. Орлов — профессор Корнельского университета (США).

дежно поведение системы по отношению к возмущениям различного рода. На конференции эти вопросы широко обсуждались применительно к различным системам, было представлено около десяти докладов, объединенных в две сессии. Пока это только теоретические разработки, но уже просматриваются и практические применения, например, квантовые компьютеры, которым в последнее время уделяется очень большое внимание. В частности, крайне важно понять, насколько устойчивыми будут вычисления таких компьютеров по отношению к различным физическим шумам, не будут ли эти шумы приводить к потере точности. В этом смысле важно понять, какие физические возмущения наиболее опасны. На эту тему было много интересных докладов: Дж. Казати (Италия), Г. Паставски (Аргентина), Т. Прозен (Словения) и многие другие.

Следующая очень интересная и важная с точки зрения приложений тематика, это хаос, возникающий в системах со многими частицами, которые взаимодействуют между собой. Если ранее, в основном, изучалось поведение какой-то отдельно взятой частицы, например, электрона, и ее поведение во внешних полях, то сейчас исследуются более сложные проблемы. Так, представим себе, что система состоит из некоторого количества частиц (более чем 2), и они сильно взаимодействуют между собой. Механизм возникновения хаоса из-за взаимодействия между частицами называется многочастичным хаосом. Эта тематика рассматривалась в докладах, авторы которых исследовали вопрос о том, при каких условиях возникает многочастичный хаос и как его характеризовать. Многочастичному хаосу была посвящена специальная сессия, и в большей части этих докладов исследовался многочастичный хаос, возникающий в тяжелых



Вместе с Будкером: академик Г.Н. Кулипанов, профессор Э. Сэслер (США), член-корр. В.А. Сидоров, академик Б.В. Чириков, член-корр. Н.С. Диканский, член-корр. И.Н. Мешков (Дубна).

ядрах. Интересный обзор сделал В.Г. Зелевинский, профессор Мичиганского университета (США), в докладе «Квантовый хаос и ядерная физика».

Вопросы волнового хаоса были темой большого числа докладов на конференции. Довольно часто эта тематика рассматривается одновременно с квантовым хаосом. Это происходит потому, что формально волновые уравнения, с помощью которых описываются многие классические системы, очень похожи на квантовые уравнения Шредингера. В качестве одной из таких систем можно привести резонатор, в котором вследствие многократного отражения от стенок волна приобретает хаотические свойства. Примером волнового хаоса может служить движение воды в бассейне. Если в нем возбудить волну, то она, отражаясь от стенок бассейна, создает поверхность с очень сложной, хаотической структурой. Есть акустический, микроволновый, оптический хаос и т.д. Природа такого хаоса классическая, но поскольку уравнения движения имеют тот же вид, что и в квантовой механике, методы исследова-

вания волнового хаоса такие же, как и квантового хаоса. На нашей конференции были доклады по теоретическому и экспериментальному изучению волнового хаоса в оптике и акустике, в микроволновых резонаторах и т.д.

Еще одна тематика на конференции, являющаяся относительно новым направлением в теории классического хаоса, посвящена системам с большим числом частиц, взаимодействие между которыми дальнотействующее, например, электромагнитное или гравитационное. Проблема состоит в том, что пока еще не до конца понято, как такой тип взаимодействия влияет на хаотические свойства движения. Оказывается, что системы с дальнотействием ведут себя очень своеобразно, и в них не все так просто, как в системах с короткодействующими силами. В ситуации, когда взаимодействие убывает медленно, возможны неожиданные эффекты, приводящие к тому, что система начинает вести себя коллективным образом, и появляются регулярные движения. То есть, если при короткодействии чем

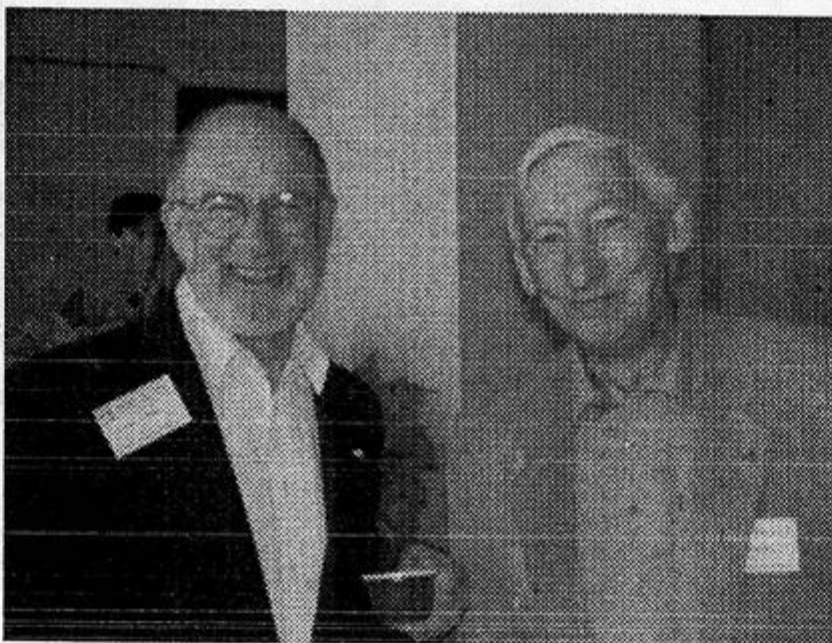
больше частиц, тем система более хаотична, то здесь это не всегда так. Недавно полученные результаты очень неожиданны, и уже имеются физические модели, исследованные довольно подробно. Этим проблемам на конференции была посвящена отдельная сессия. Интересные доклады представили С. Руффо (Италия), Ф. Левре (Мексика), А. Лихтенберг (США).

Несколько докладов было посвящено довольно узкой, но очень интересной тематике — исследованию так называемой диффузии Арнольда в классических и квантовых системах. Это очень слабая неустойчивость в сравнении с той, которая вызывает сильный динамический хаос. Тем не менее, при определенных условиях бывают такие ситуации, когда и такой слабой диффузией, как диффузия Арнольда, пренебрегать нельзя.

На конференции было много других интересных докладов, несколько разнородных по тематике. Часть докладов была посвящена математическим методам описания квантового хаоса с помощью случайных матриц. Были доклады по проявлениям динамического хаоса в твердом теле, в атомной физике, в чисто математических моделях.

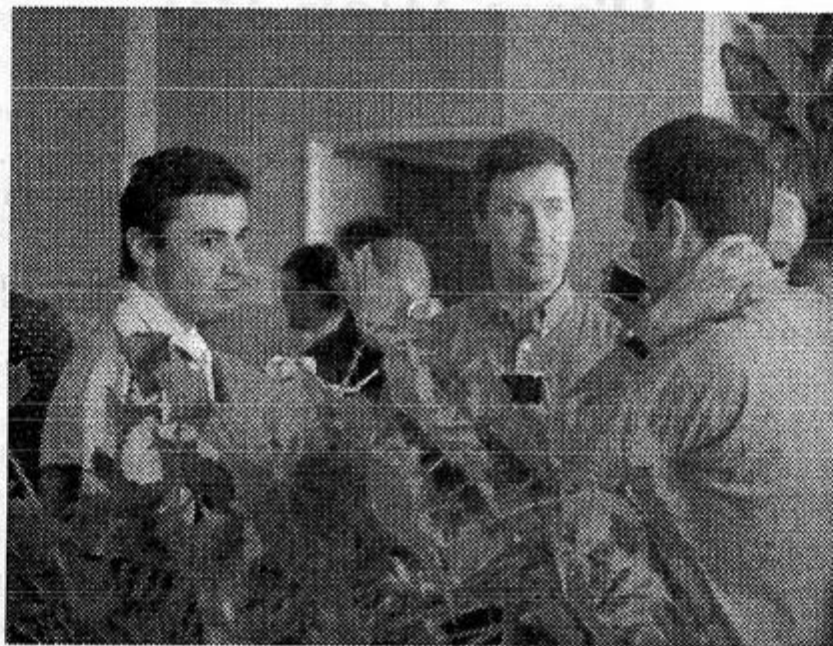
Исследования квантового хаоса находят широкое практическое применение в ускорительной, ядерной, атомной физике, в лазерах, квантовых компьютерах, в твердом теле, в молекулах, в химических процессах и т.д. Физи-

ка исследует законы Природы и описывает разные явления, основываясь на моделях. Поведение разных систем можно грубо характеризовать как регулярное или хаотическое. Раньше в основном изучались ситуации, ког-



Профессор Э. Сэслер (США) и член-корр. И.Н. Мешков (Дубна).

да поведение было регулярным, соответствующая теория которых относительно проста и уже хорошо развита. Сейчас приходит понимание, что хаос — это



Во время перерыва.

фундаментальное свойство Природы, которое типично для многих физических систем. В последнее время теория хаоса начинает находить применение в биологии, экономике, медицине и

других областях науки. Например, фибрилляцию сердца можно рассматривать как хаотическое движение, возникающее в результате развития неустойчивости периодических сокращений сердца. И здесь также важно ис-

следовать адекватные динамические модели, позволяющие понять конкретные причины возникновения хаоса.

Доклад Ю.Ф. Орлова, профессора Корнелльского университета (США) «Индетерминизм без хаоса» был посвящен очень важному и интересному применению теории хаоса к процессам человеческого мышления. Как человек мыслит, как он принимает решения, в частности, как происходит процесс творчества? Есть предположе-

ния о том, что на этой стадии очень важен хаос. Что такое интуиция? Существует такая точка зрения, что интуиция невозможна без хаоса, что механизм твор-

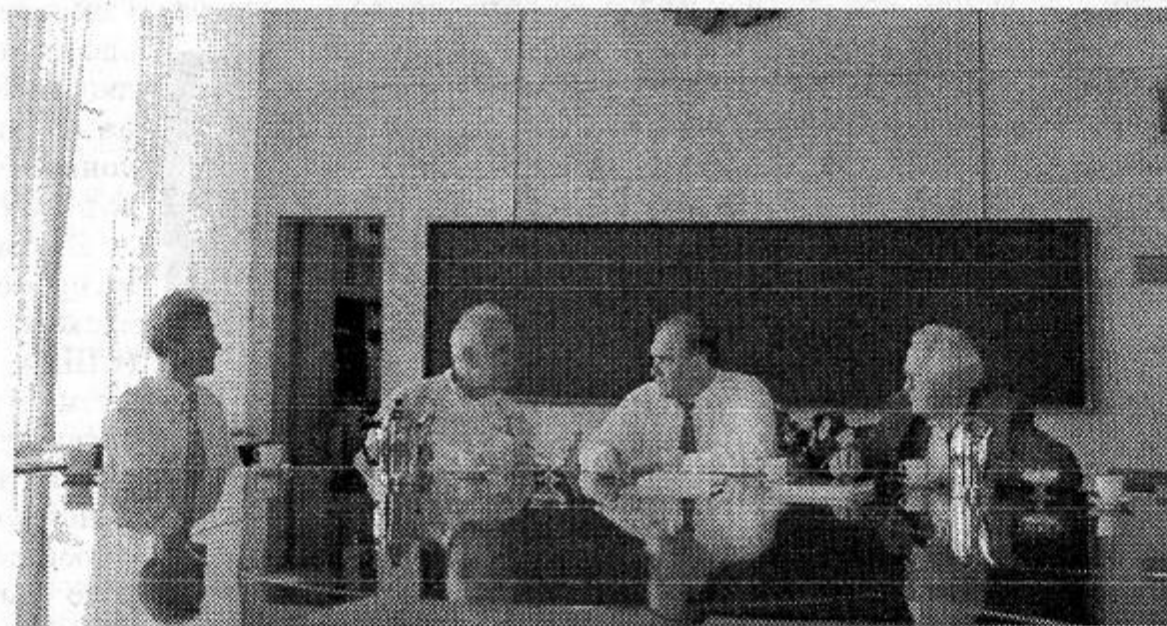
чества основан на хаосе. Ничего нового не может появиться из уже известного и «регулярного». Нечто новое должно появляться из набора фактов, наблюдений, где все содержится, но в хаотическом состоянии. Как появляется это нечто новое, с помощью каких-то регулярных закономерностей или с помощью хаотического «перевода» — эти вопросы подчеркивают фундаментальную роль хаоса даже в такой, пока еще далекой от физики, сфере.

К публикации материалы подготовили: О. Жиров, Ф. Израйлев, В. Дмитриев, И. Онучина.

Фоторепортаж Н. Купиной.

Гости нашего института

С 31 августа по 3 сентября СО РАН посетили первый заместитель министра промышленности, науки и технологий РФ Андрей Александрович Фурсенко и руководитель департамента инновационного развития Борис Петрович Симонов.



Программа была очень насыщенной и включала посещение Выставочного центра СО РАН и институтов Академгородка, в том числе, и Института ядерной физики, а также Опытного завода СО РАН и площадки 8-корпуса, предприятий «ЭкоНова» и «Мета». Состоялись встречи с руководством

Сибирского отделения Российской академии наук и представителями ассоциации «СибАкадемИнновация». 1 сентября замминистра выступил на Дне знаний в большом зале Дома ученых перед студентами Новосибирского государственного университета.

Phys. Web.Ru

Пентакварк существует

Тридцать лет поисков привели, наконец, физиков к экспериментальному доказательству существования частиц, состоящих из пяти кварков. Большинство частиц является либо мезонами, которые содержат кварк и антикварк, либо барионами, заключающими в себе три кварка или три антикварка. Теперь физики-ядерщики из Японии и США обнаружили частицу, состоящую из двух кварков «up», двух «down» и одного странного антикварка.

Примерно так звучит на русском языке вступление к статье редактора PhysicsWeb Питера Роджерса (Peter Rodgers) *Physicists discover particle with five quarks* (1 июля 2003 года).

На самом деле, речь идет о подтверждении американскими учеными из Национального ускорительного центра им. Т. Джефферсона ранее опубликованного в архиве электронных препринтов результата японского эксперимента по рассеянию низ-

коэнергичных фотонов на электронах в накопительном кольце SPring-8. Японцы из LEPs целенаправленно искали столкновения, в которых фотон гамма-излучения взаимодействует с нейтронами вещества мишени из пластика, где в результате реакции рождались бы К-мезон и пентакварк. Последний, впоследствии распадается на К⁺-мезон и нейтрон.

Американцам (SLAC) удалось получить аналогичный результат с большей статистической значимостью: сигнал составил 5.4 сигма. Здесь для поиска реакции, дающей на выходе два каона, использовалась криогенная методика облучения охлажденной твердой мишени электронным пучком, а излучаемые при этом гамма-фотоны взаимодействовали с нейтронами в отдельной мишени из дейтерия. Питер Роджерс также напоминает нам об открытом в апреле этого года в рамках эксперимента ВаВаг новом четырехкварковом состоянии D-мезона, хотя подтверждения этой интерпретации результатов еще нет.

Советуют доктора поликлинического отделения ИЯФ

И снова о пользе витаминов

Терапевт Наталья Григорьевна Полосухина в преддверии долгого зимнего сезона рассказывает о том, какие витамины за что «отвечают» в организме человека, в каких продуктах содержатся и в каких дозах необходимы для нормальной жизнедеятельности.



ВИТАМИН А — отвечает за нормальную работу сетчатки, целостность эпителия и пр. Содержится в печени, жире из печени рыб, яичном желтке, сливочном масле, сметане, обогащенном витамином А маргарине. В виде провитамина — в темно-зеленых листовых овощах, спелых (желто-красных) фруктах, красном пальмовом масле. При недостаточности витамина А возникает куриная слепота, различные заболевания глаз, повышенная заболеваемость и смертность в детском возрасте. При передозировке витамина А возникает головная боль, шелушение кожи, гепатоспленомегалия, утолщение костей. В сутки его надо 10000-20000 мкг (30000-60000 МЕ/сут.)

ВИТАМИН Д — отвечает за всасывание кальция и фосфора, созревание коллагена, резорбцию и минерализацию костной ткани. Образуется в результате воздействия ультрафиолетового излучения на кожу. Главный пищевой источник — жир из печени рыб, сливочное масло, кроме того яичный желток, печень, обогащенное витамином молоко. При недостаточности его возникает рахит, иногда сопровождающийся тетанией, остеомалация. При передозировке возникает потеря аппетита, почечная недостаточность, метастатическая кальцификация. В сутки витамина Д нужно 10-40 мкг (1400-1600 МЕ).

ГРУППА ВИТАМИНА Е — явля-

ется внутриклеточным антиоксидантом, инактивирует свободные радикалы в биологических мембранах. Содержится в растительных маслах, пшеничных зернах, листовых овощах, яичном желтке, маргарине, бобовых. При недостаточности витамина Е возникает гемолиз эритроцитов, неврологические нарушения, креатинурия, восковидные отложения в мышцах. Прием витамина Е может облегчить ночные судороги мышц ног, а также шеи и спины. При его передозировке нарушаются действия ферментов. В сутки требуется 30-100 мг.

ВИТАМИН К — отвечает за нормальную свертываемость крови. Содержится в листовых овощах, свинине, печени, растительных маслах, в кишечной флоре после периода новорожденности. При недостаточности витамина К наблюдаются кровотечения из-за дефицита протромбина. При токсичности — ядерная желтуха. В сутки взрослым надо не более 10 мг. Новорожденным для профилактики гипопротромбинемии, для снижения частоты внутричерепных кровоизлияний из-за родовых травм и перед хирургической операцией — доза 0,5-1 мг. Беременным рекомендуется за неделю до ожидаемых родов внутрь 2-5 мг в сутки или раствор витамина К 1 2-5 мг в/м за 6-24 часа до родов. При недостаточном потреблении витамина К с пищей его содержание в грудном молоке низкое. Это можно предотвратить, включив

в ежедневный рацион свежие зеленые листовые овощи.

НЕЗАМЕНИМЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ (линолевая, линоленовая, арахидоновая) — являются предшественниками простагландинов, лейкотриенов, различных жирных кислот, мембранных структур. Содержатся в растительных маслах (кукурузном, подсолнечном, сафлоровом, растительном маргарине). При их недостаточности возникает остановка роста и дерматоз. Суточная норма до 10 г.

ВИТАМИН В1 — отвечает за углеводный обмен, деятельность центральной и периферической нервной системы, миокарда. Содержится в сухих дрожжах, цельных зернах, особенно много в свинине, печени, орехах, бобовых, в картофеле. При недостаточности возникает бери-бери — детская и взрослая формы — периферическая нейропатия, сердечная недостаточность. В сутки надо 30-100 мг.

ВИТАМИН В2 — отвечает за энергетический и белковый обмен, целостность слизистых оболочек. Находится в молоке, сыре, печени, мясе, яйцах. При недостатке его возникает хейлоз, ангулярный стоматит (заеда), васкуляризация роговицы, амблиопия, жировой дерматоз. Прием этого витамина снижает вероятность мышечных спазмов. В сутки надо 10-30 мг.

(Продолжение следует).



«Разливу» — тридцать!

26 июля ияфовцы отметили тридцатилетие со дня создания базы отдыха своего института.



Первый директор «Разлива» А.П. Ершов (в центре), А.А. Беспалов (слева от него) и В.М. Дробышев — в разные годы исполнявшие обязанности директора базы отдыха.



Какой же праздник без оркестра..



Новые амазонки.



Нептун совсем не изменился за последние тридцать лет!

Частушки про «Разлив».

Фоторепортаж Н. Кутиной.

