

Между «темной материей» и «темной энергией»

Сегодня само космическое пространство становится лабораторией для развития физики частиц

Евгений Молчанов

*В Москве завершилась XXXIII Международная конференция по физике высоких энергий (Рочестерская конференция). Этот крупнейший в мире и самый авторитетный форум ученых, занимающихся физикой высоких энергий и элементарных частиц, проводится раз в два года. Таким образом, в августе в Москве собрались более тысячи ученых из 50 стран мира. Мы попросили члена-корреспондента РАН, директора Объединенного института ядерных исследований (Дубна), вице-председателя оргкомитета конференции **Алексея Сисакяна** и академика, известного физика-теоретика **Альберта Тавхелидзе** прокомментировать итоги конференции.*

— **Алексей Норайрович, что называется, по свежим следам: каково ваше общее впечатление от конференции?**

— Во-первых, примечательный факт: конференция вернулась в наш регион. После 1976 г. (тогда конференция состоялась в Тбилиси) по различным и политическим, и экономическим причинам ни в России, ни в странах СНГ конференция не проводилась. Лишь в 1984 г. конференция состоялась в Лейпциге (тогда ГДР), в 1996 г. — в Варшаве (Польша — страна-участница ЦЕРН

и ОИЯИ), хотя первоначально в обоих случаях планировалась Москва. Вместе с тем вклад ученых и специалистов из России и других стран Восточного региона в развитие физики высоких энергий был и остается весьма значительным. Конференция, которая собрала тысячную аудиторию из 50 стран мира, еще раз подтвердила, что это так.

Во-вторых, мне действительно приятно отметить, что ученые ОИЯИ проявили достойную активность в научной программе конференции. Организационная рабо-

Between «Dark Matter» and «Dark Energy»

Today, space itself becomes a laboratory to evolve particle physics

Evgenii Molchanov

*XXXIII International Conference on High Energy Physics (the Rochester Conference) has finished its work in Moscow. This world first-rate and most prestigious forum of scientists, who are involved in the research in high energy physics and elementary particle physics, is biennial. In August 2006, more than a thousand scientists from 50 countries of the world gathered in Moscow. We addressed RAS Corresponding Member, Director of the Joint Institute for Nuclear Research (Dubna), Vice-Chairman of the Conference Organizing Committee **Alexei Sissakian** and the well-known theoretical physicist Academician **Albert Tavkhelidze** with a request to give their comments on the results of the Conference.*

— **Alexei Norairovich, to be hot on the trail, so to speak: what is your general impression of the Conference?**

— Firstly, the fact that the Conference has come back to our region is remarkable. After 1976 (when the Conference was held in Tbilisi), it was organized neither in Russia nor in CIS states, for various political and economic reasons. Only in 1984 the Conference was held in Leipzig (then GDR), in 1996 in Warsaw (Poland is a member state of CERN and JINR), though in both cases it had been originally planned to be held in Moscow. At the same time, the contribution of scientists and specialists from Russia and other countries of the

Eastern region to the development of high energy physics has been and is very considerable. The Conference that hosted a thousand participants from 50 countries of the world proved this fact once again.

Secondly, it is a real pleasure for me to note that JINR scientists demonstrated estimable engagement in the scientific programme of the Conference. JINR staff members and students-volunteers from Dubna did the bulk of the organizational work. Staff members of INP RAS, SINP MSU, ITEP, IHEP, BINP SD RAS, PI RAS and a number of other Moscow institutions, organizations and companies also took an active part in the organization of the Conference.

та также в значительной мере была проделана силами сотрудников ОИЯИ и студентов-добровольцев из Дубны. Активную роль в организации конференции сыграли сотрудники ИЯИ РАН, НИИЯФ МГУ, ИТЭФ, ИФВЭ, ИЯФ СО РАН, ФИАН и ряда других московских институтов, организаций и компаний.

— **А чем знаменателен, именно с научной точки зрения, нынешний исторический момент?**

— В области физики частиц за последнее десятилетие произошли поистине революционные открытия, которые изменили представления об окружающей нас природе. На рубеже столетий нас ожидали неожиданности — казалось бы, устойчиво держалась в физике так называемая Стандартная модель, но вдруг выяснилось, что Вселенная на 96 процентов состоит из некоей темной энергии, темной материи, и сейчас наступает время новых экспериментов, которые будут проведены на гигантских ускорителях и позволят пролить свет на эти загадки природы. Сегодня в физике высоких энергий основные ожидания связаны с созданием в ЦЕРН, в Женеве, большого адронного коллайдера (LHC), и мы находимся накануне его запуска.

— **Альберт Никифорович, вы были одним из организаторов Рочестерской конференции в Тбилиси в 1976 г. Тридцать лет спустя что изменилось?**

— Скажу вкратце о научной программе конференции. Она призвана подытоживать основные достижения

в физике высоких энергий за два года между конференциями и намечать пути ее дальнейшего развития. Современная физика высоких энергий — это область фундаментальной науки, которая изучает свойства материи на масштабах до 10^{-16} сантиметров. На таких масштабах основными составляющими материи являются лептоны и цветные кварки, которые взаимодействуют между собой тремя фундаментальными силами: электрослабыми, сильными, или хромодинамическими, и гравитационными. Благодаря этим взаимодействиям между кварками и лептонами создается видимая материя, которую мы и исследуем сегодня.

Здесь следует отметить, что российские ученые внесли основополагающий вклад в развитие физики высоких энергий. Достаточно сказать, что в основе электрослабых взаимодействий лежит понятие спонтанного нарушения симметрии — закон, который для квантовых систем был открыт Николаем Боголюбовым. Частная реализация этого закона в физике частиц привела к предсказанию существования хиггсовского бозона, изучению свойств которого сейчас посвящено огромное количество теоретических работ; проводятся соответствующие эксперименты по его обнаружению на существующих и планируемых ускорителях (LHC, ЦЕРН). (Согласно теоретическим представлениям физиков, именно хиггсовский бозон — та частица, которая наделяет материю массой. — «НГ».)

С другой стороны, в основе сильных, или хромодинамических, взаимодействий лежат новое квантовое чи-

— **And what is the significance of the present historical moment from the scientific point of view?**

— In the field of particle physics, dramatic discoveries have been made which have changed our idea about the Nature around us. At the turn of the century, we ran into unexpected surprises — the position of the so-called Standard Model had seemed to be very firm in physics but, suddenly, it turned out that the Universe is 96% some dark energy, dark matter, and now the time for new experiments has come which will be held at giant accelerators and will make it possible to unveil these mysteries of Nature. The main great expectations today in high energy physics are related to the development of the Large Hadron Collider (LHC) at CERN in Geneva. We may say that we are on the threshold of its launching.

— **Albert Nikiforovich, you were one of the organizers of the Rochester Conference in Tbilisi in 1976. What has changed since then?**

— I'll say a few words about the Conference programme. Its aim is to sum up the main achievements in high energy physics obtained during the two years after the previous meeting and to work out the ways for its further development. Modern high energy physics is a fundamental science which studies properties of matter in the scales up to 10^{-16} centimeters. In such scales, the main constituents of matter

are leptons and colour quarks which interact with each other with three fundamental forces, i.e., electroweak, strong, or chromodynamic, and gravitational. Visible matter that we study today is created due to these interactions between quarks and leptons.

It should be noted here that Russian scientists have made a basic contribution to the progress of high energy physics. Suffice it to say that electroweak interactions are based on the notion of spontaneous symmetry breaking — the law discovered by Nikolai Bogoliubov for quantum systems. A partial realization of this law in particle physics brought about the prediction of the Higgs boson existence, whose properties now are studied in numerous theoretical papers; experiments are held to discover it at the existing and designed accelerators (the LHC, CERN). (It is the Higgs boson, according to theoretical ideas, that provides matter with mass. — «NG».)

On the other hand, the basis of strong, or chromodynamic, interactions is the new quantum number *colour* and real fundamental particles — *colour quarks* that were predicted by JINR scientists N. Bogoliubov, B. Struminsky and A. Tavkhelidze.

It is well known that biggest discoveries are made at the turn of different sciences. In particular, a new trend emerges at the frontier of the three above-mentioned fundamental in-

сло *цвет* и реальные фундаментальные частицы — *цветные кварки*, что было предсказано сотрудниками ОИЯИ Н. Боголюбовым, Б. Струминским и А. Тавхелидзе.

Хорошо известно, что самые крупные открытия совершаются на стыке различных наук. В частности, на стыке трех вышеупомянутых фундаментальных взаимодействий возникает новое направление, связывающее космологию и физику частиц. Так что если раньше для нашей науки основными инструментами и местом действия являлись ускорители или подземные и подводные лаборатории, то сейчас уже весь космос становится естественной лабораторией для развития физики частиц. В этой связи на конференции обсуждалась очень амбициозная теория — теория струн, которая пытается объединить все эти силы. Хотя в этой теории вопросов пока больше, чем ответов.

— **Чем сегодня можно удивить физиков?**

— Выясняется, что видимая нами материя составляет всего-навсего 5 процентов от всей существующей материи, и, чтобы объяснить движение галактик, надо предположить существование примерно 25 процентов невидимой материи — темной материи и около 70 процентов невидимой энергии — темной энергии. В многочисленных докладах и дискуссиях на конференции ученые пытались понять суть этих новых явлений и то, как они влияют на физику частиц. Интересные исследования по возможному объяснению природы темной материи, выполненные при широком международном сотруд-

ничестве, были представлены в пленарном докладе ученого из Дубны Д. Казакова.

Квантовая хромодинамика привела к предсказанию адронной материи, состоящей из цветных кварков и глюонов, которые не наблюдаются в свободном состоянии. Фундаментальной задачей науки является изучение «на неведомых дорожках следов невиданных зверей». В этой связи большой интерес вызвал цикл работ, выполняемых международным сотрудничеством, возглавляемым А. Сисакяном, в котором предсказывается и изучается смешанная фаза горячей плотной адронной материи.

— **Какие уроки можно вынести из этой конференции?**

— Поражает, как сегодня в разных странах планируются крупные проекты по созданию ядерно-физических установок нового поколения — ускорителей, подземных, подводных и космических телескопов для дальнейшего продвижения в глубь материи за масштабы в 10^{-16} сантиметров. Во всех этих направлениях Россия обладает колоссальным опытом и огромным интеллектуальным потенциалом. Нужно также учитывать, что Россия является ведущей космической державой. Российские физики востребованы для участия во всех крупнейших мировых проектах, хотя последнее и не является оправданием отсутствия крупномасштабных новых проектов, реализуемых на территории России.

Независимая газета.

Приложение «НГ Наука». 2006. 12 авг. № 12. С. 11–12.

teractions which connects cosmology and particle physics. So, if the main tools and places for our science used to be accelerators or underground and underwater laboratories, it is all space today that becomes a natural laboratory for the development of particle physics. In this aspect, there were vivid discussions at the Conference about a very ambitious theory — the string theory — which tries to put all these forces together. However, there are more questions in this theory than answers so far.

— **What can amaze physicists today?**

— It becomes clear that the matter we see is only 5% of all existing matter. To provide an explanation for the traveling of galaxies we have to presuppose that there exist about 25% of invisible matter, dark matter, and about 70% of invisible energy, dark energy. At the Conference, during plentiful presentations and discussions, scientists tried to understand the essence of these new phenomena and the way they influence particle physics. The plenary report by the scientist from Dubna D. Kazakov dwelt on the interesting studies of a possible explanation for the dark matter origin, conducted in extensive international cooperation.

Quantum chromodynamics bore the prediction of hadron matter which consists of colour quarks and gluons

that are not observed in the unbound state. A basic task of science is to study «the traces of a White Rabbit down the hole or the smile of a Cheshire Cat in the wood of the Wonderland». Thereupon, the series of studies conducted in wide international cooperation headed by A. Sissakian attracted much interest at the Conference as the mixed phase of hot dense hadron matter is predicted and studied in this research.

— **What are possible lessons of this Conference?**

— It is amazing how in different countries today large projects of developing nuclear physics facilities of a new generation are designed — accelerators, underground, underwater and space telescopes for further search into the depth of matter, beyond the scales of 10^{-16} cm. In all these activities Russia possesses enormous experience and tremendous intellectual potential. It should be also accounted for that Russia is a leading space power. Russian physicists are on-demand to take part in all largest world projects; however, the latter fact is not an excuse for the absence of new large-scale projects brought to life in the territory of Russia.

Nezavisimaya Gazeta.

Supplement to «NG Nauka». 2006. Aug. 12. No. 12. P. 11–12.