

### Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова

На основе квазичастичного описания КХД-среды при конечной температуре и барионной плотности сформулирована феноменологическая модель уравнения состояния с непрерывным фазовым переходом (кроссовером) деконфайнмента и фазовым переходом первого рода. Модели сконструированы с учетом термодинамической самосогласованности и условий насыщения ядерной материи при нормальной барионной плотности, а также с учетом ограничений, накладываемых экспериментальными данными по столкновению тяжелых ионов при промежуточных энергиях. Полученные уравнения состояния демонстрируют хорошее согласие с недавними решеточными вычислениями зависимости различных термодинамических величин от температуры и барионного химического потенциала в области значений этих параметров, покрывающих как адронный, так и кварк-глюонный сектор. Показано, что модельные предсказания для изоэнтропических траекторий на фазовой диаграмме согласуются с решеточными результатами. Полученные уравнения состояния могут служить входными данными для динамических моделей, описывающих возникновение и эволюцию

термализованной среды, рожденной в столкновении тяжелых ионов в широком диапазоне энергий от SIS до LHC.

*Хворостухин А. С., Скоков В. В., Тонеев В. Д., Редлих К. nucl-th/0605069; направлено в «Eur. Phys. J. C».*

### Лаборатория физики частиц

Сотрудниками ЛФЧ создано новое устройство СКЛУСТ для склеивания высокоточных плоскопараллельных анодных, катодных и разделяющих планок или же цельных рам МППК, а также плоских катодных поверхностей для них с использованием в качестве катода фольгированного стезалита или стеклотекстолита большой площади, например, для CSC-камер. В отличие от обычного склеивания в нем совершенно отсутствует прижим склеиваемых заготовок друг к другу.

СКЛУСТ позволяет изготовить точные изделия в лабораторных условиях без предварительной механической обработки его составных частей и получить высокоточное изделие практически любой площади с плоскопараллельностью или плоскостностью от  $\pm 0,030$  до  $\pm 0,006$  мм с использованием некалиброванного листового стеклотекстолита, стезалита и других гибких

### Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics

Based on the quasi-particle description of the QCD medium at finite temperature and density, we formulate the phenomenological model for the equation of state that exhibits crossover or the first-order deconfinement phase transition. The models are constructed in such a way as to be thermodynamically consistent and to satisfy the properties of the ground-state nuclear matter, as well as to comply with constraints from intermediate heavy-ion collision data. Our equations of states show quite reasonable agreement with the recent lattice findings on temperature and baryon chemical potential dependence of relevant thermodynamical quantities in the parameter range covering both the hadronic and quark-gluon sectors. The model predictions on the isentropic trajectories in the phase diagram are shown to be consistent with the recent lattice results. Our nuclear equations of states are to be considered as an input to the dynamical models describing the production and the time evolution of a thermalized medium created in heavy-ion collisions in a broad energy range from SIS up to LHC.

*Khvorostukin A. S., Skokov V. V., Toneev V. D., Redlich K. nucl-th/0605069; submitted to «Eur. Phys. J. C».*

### Laboratory of Particle Physics

The SKLUST device has been created at LPP for gluing precision plane-parallel anode, cathode or spacer bars and integral anode and cathode frames of the MWPCs or flat surfaces of the large-area cathode planes for them with thin copper clad stesalit or glass-cloth-base laminate used as the cathode, for example, for the CSC chambers. In contrast to usual gluing, in this device the gluing components are not pressed to each other.

SKLUST allows producing high-precision products in laboratory conditions without preliminary machining of their components and receiving a precision item practically for any area at the plane parallelism from  $\pm 0.030$  up to  $\pm 0.006$  mm, using a non-calibrated sheet of the foiled (or unfoiled) stesalit, glass-cloth-base laminate or other flexible materials to a tolerance for the thickness  $\pm 0.2 - 0.5$  or worse.

материалов с допуском по толщине  $\pm 0,2-0,5$  мм или хуже.

На самом большом из существующих устройств можно изготовить изделие размерами  $2400 \times 250$  мм<sup>2</sup> при плоскопараллельности ( $6 \pm 0,015$ ) мм (максимальное отклонение).

Ввиду того, что в технологическом цикле полностью исключена механическая обработка заготовок по толщине или применение точных заготовок, процесс производства упрощается и существенно удешевляется, особенно при массовом производстве.

[Амаглобели Н. С.], Буров Р. В., Глonti Г. Л., Глonti Л. Н., Саканделидзе Р. М., Сакелашвили Т. М., Чиладзе Б. Г. Устройство СКЛУСТ для высокоточного склеивания МППК. Препринт ОИЯИ Д13-2005-190. Дубна, 2005; направлено в журнал «NIM A».

Созданная в ЛФЧ компьютерная инфраструктура нацелена на обеспечение эффективного решения задач, выполняемых с участием специалистов из ОИЯИ в рамках действующих экспериментов по физике частиц и ядерной физике. В статье изложены принципы построения компьютерной фермы персональных машин, описаны используемые компьютерные и информационные сервисы, обеспечивающие эффективное использование

распределенных компьютерных и информационных ресурсов.

Белослудцев Д. А., Жильцов В. Е., Зинченко А. И., Кекелидзе В. Д., Мадигожин Д. Т., Потребеников Ю. К., Хабаров С. В., Шарковский С. Н., Цинов Б. Г. Компьютинг для действующих экспериментов по физике частиц в ЛФЧ ОИЯИ. Препринт ОИЯИ P10-2004-208. Дубна, 2004; Письма в ЭЧАЯ. 2006. Т. 3, № 4(133). С. 17.

### Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Дзелепова

В научно-экспериментальном отделе множественных адронных процессов экспериментально изучено влияние турбулентности воздушной среды на точность локализации лазерного луча в пространстве. Для одномодового гелиево-неонового лазера LGN-302 и для многомодового твердотельного лазера DS-670 определены неточности измерения координаты лазерного пучка с шагом 1 м. На расстоянии 9 м от лазерного источника найдено значение  $\sigma$ , равное для LGN-302 12 мкм, для DS-670 21 мкм. Для уменьшения влияния воздушной среды на точность локализации луча лазерный пучок был помещен внутри теплоизолированной трубы. Было

On the biggest of the existing devices it is possible to fabricate a product with the maximal sizes  $2400 \times 250$  mm<sup>2</sup> at the thickness accuracy ( $6 \pm 0.015$ ) mm (maximum deviation).

Since the machining of blanks to the thickness or application of precise blanks are excluded from the technological cycle, the manufacturing process becomes simpler and considerably cheaper, especially for mass production.

[Amaglobeli N. S.], Burov R. V., Glonti G. L., Glonti L. N., Sakandelidze R. M., Sakhelashvili T. M., Chiladze B. G. SKLUST Device for High-Precision Gluing of MWPC. JINR Preprint D13-2005-190. Dubna, 2005; submitted to «Nucl. Instr. Meth. A».

A computer infrastructure made at the Laboratory of Particle Physics, purposed for active participation of JINR experts in ongoing experiments on particle and nuclear physics, is presented. The principles of design and construction of a personal computer farm have been given and the computer and information services used for effective application of distributed computer resources have been described.

Beloshudtsev D. A. et al. Computing for Ongoing Experiments on High Energy Physics at LPP, JINR. JINR Preprint P10-2004-208. Dubna, 2004; Part. Nucl., Lett. 2006. V. 3, No. 4(133). P. 17.

### Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems

The influence of a turbulent air medium on a laser beam space localization precision was studied experimentally. For a helium-neon one-mode laser LNG-302 and a solid-state multimode laser DS-670, the laser ray coordinate measurement uncertainties were determined with 1 m step for distances up to 9 m from the laser source. It was found that the  $\sigma$  values at 9 m distance are equal to 12  $\mu$ m for LGN-302 and 21  $\mu$ m for DS-670. To reduce the turbulent air medium influence on the laser ray space localization precision, the laser beam was positioned inside a heat-isolating tube. Very significant decrease of  $\sigma$  values was achieved at 9 m from the source: 2  $\mu$ m for DS-670, 2.5  $\mu$ m for LGN-302. The work has been done in the framework of preparation to the

достигнуто весьма чувствительное уменьшение значения  $\sigma$  на расстоянии 9 м от источника: для LGN-302 2,5 мкм, для DS-670 2 мкм. Работа выполнена в рамках подготовки к созданию высокоточной лазерной методики на больших расстояниях с возможным использованием для юстировки компонентов длинного линейного коллайдера.

*Батусов В., Будагов Ю. и др.* Изучение влияния воздушной среды на прямолинейность распространения лазерного луча при его использовании на больших расстояниях и в высокоточной метрологии. Сообщение ОИЯИ Е13-2006-78. Дубна, 2006.

В научно-экспериментальном отделе фазотрона исследовалась возможность использования радиоохромных пленок для дозиметрии протонного пучка в водном фантоме. Измерялась чувствительность пленки и зависимость от меняющейся энергии пучка и линейной передачи энергии. Измерения проводились с модифицированным и немодифицированным протонным пучком. Показано, что чувствительность пленки уменьшается с увеличением линейной передачи энергии и этот процесс приводит к росту погрешности измерений с уменьшением энергии пучка. Тем не менее радиоохромные пленки являются очень удобным детектором для дозиметрии в фантомных измерениях, где требуется высокое пространственное разрешение. При этом необходимо проводить коррекцию чувствительности пленки в области пика Брэгга.

*Мумот М., Мицын Г. В., Молоканов А. Г.* Измерения распределения доз протонного пучка с использованием радиоохромных пленок. Сообщение ОИЯИ Е18-2006-62. Дубна, 2006.

В научно-экспериментальном отделе новых ускорителей предложены и рассмотрены четыре новых варианта канала для протонной терапии опухолей глаза на фазотроне ЛЯП ОИЯИ. Проведенные расчеты показали возможность выбрать такие режимы работы канала, при которых обеспечивается выполнение клинико-физических требований к параметрам протонных пучков для облучения опухолей глаза.

*Морозов Н. А., Савченко О. В.* Возможные варианты канала для протонной терапии опухолей глаза на фазотроне ЛЯП ОИЯИ. Сообщение ОИЯИ Е18-2006-86. Дубна, 2006.

В работе, проведенной в научно-экспериментальном отделе множественных адронных процессов, показано, что четырехфермионное контактное взаимодействие

elaboration of the high-precision laser metrology for large distances to be possibly used for long linear collider component allignment.

*Batusov V., Budagov J. et al.* A study of Air-Medium Influence on the Rectilinearity of Laser Ray Proliferation to be Used for Large Distances and High Precision Metrology. JINR Preprint E13-2006-78. Dubna, 2006.

A radiochromic film (RCF) is investigated for use in proton beam dosimetry in a water phantom. Investigations have been performed to measure the sensitivity of the RCF and its dependence on charging energy of the beam and on linear energy transfer (LET). Experiments were carried out with both unmodulated and modulated proton beam. The results show that the sensitivity of the RCF decreases with increasing LET and this effect gives rise to errors of measurements for lower energies of the beam. Nevertheless, the radiochromic film seems to be an adequate detector for dosimetry in phantom measurements where high spatial resolution is required. The correction of the film sensitivity in the Bragg peak region is advisable.

*Mumot M., Mitsin G. V., Molokanov A. G.* Measurements of Spatial Dose Distribution of Proton Beam with the Use of Radiochromic Films. JINR Preprint E18-2006-62. Dubna, 2006.

Four new variants of the channel for proton therapy of eye tumors at the JINR Phasotron are proposed and considered. It is shown by calculations that for several variants it is possible to choose such a mode of channel operation that clinical-physical requirements on the parameters of proton beams for irradiation of eye tumors are satisfied.

*Morozov N. A., Savchenko O. V.* Possible Variants of Channel for Proton Therapy of Eye Tumors at the JINR Phasotron. JINR Preprint E18-2006-86. Dubna, 2006.

The effects on lepton and quark angular distributions in  $e^+e^-$  collisions due to the four-fermion contact interactions are considered. It is shown that under the beam and detector conditions at TESLA these effects would be discovered or the energy scale  $\Lambda = 25$  TeV for such interactions would be

ствии лептонов и кварков приводит к наблюдаемым эффектам в угловых распределениях лептонов и струй в  $e^+e^-$ -взаимодействиях. Требования, аналогичные предъявляемым к пучкам и детектору на коллайдере TESLA, позволят обнаружить эти эффекты или достигнуть значения масштаба энергий таких взаимодействий  $\Lambda = 25$  ТэВ уже при интегральной светимости  $\sim 100 \text{ фб}^{-1}$  при  $\sqrt{s} = 500$  ГэВ.

*Усубов З. У., Минашвили И. А.* Влияние четырехфермионных контактных взаимодействий на угловые распределения лептонов и кварков в  $e^+e^-$ -взаимодействиях. Сообщение ОИЯИ P1-2006-56. Дубна, 2006.

### Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова

#### Регистрация двух атомов позволила оценить химические свойства элемента 112

Сотрудникам Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова удалось синтезировать в ядерных реакциях изотопы, которые на основании характеристик механизма их образования и радиоактивного распада

отнесены к «острову» сверхтяжелых атомных ядер, предсказанному теоретически несколько десятилетий назад. Этот остров отличается от области известных элементов не только числами протонов (порядковыми номерами), но и числами нейтронов в изотопах. До настоящего времени попытки проверить эти открытия в Национальной лаборатории им. Э. Лоуренса в Беркли (США) оказывались безуспешными.

Новые элементы образуются искусственно на ускорителях тяжелых ионов при облучении радиоактивных мишеней, таких как уран, плутоний, америций, кюрий или калифорний, пучками высокоэнергичных ионов кальция. Новые ядра образуются в количестве всего нескольких штук в неделю, что предъявляет исключительно высокие требования к технике проведения эксперимента. Поэтому лишь недавно наблюдения ученых Дубны удалось воспроизвести в Институте Общества исследований с тяжелыми ионами в Дармштадте (Германия), где смогли наблюдать одно событие, интерпретированное как распад ядра элемента 112.

В совместных экспериментах Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова, Института им. П. Шеррера, Бернского университета (Швейцария) и Варшавского института электронных технологий (Польша) ми-

achieved at  $100 \text{ фб}^{-1}$  of integrated luminosity and  $\sqrt{s} = 500$  GeV.

*Usubov Z. U., Minashvili I. A.* Impact of the Four-Fermion Contact Interactions on Lepton and Quark Angular Distributions in  $e^+e^-$  Collisions. JINR Preprint P1-2006-56. Dubna, 2006.

### Flerov Laboratory of Nuclear Reactions

#### Chemistry with two atoms of element 112

For more than five years scientists at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions of the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna have been producing in nuclear fusion reactions the isotopes that they attribute as based on the production mechanism and their radioactive decay properties to the island of superheavy atoms, which was theoretically predicted many years ago. This island is separated from the known elements not only according to the number of protons (atomic number) but also according to the number of neutrons (isotopes) in their atomic nuclei. So far, several attempts to reproduce these observations in purely physics ex-

periments at the Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley, USA) have failed.

The observed low production rates of several atoms per week for these new elements artificially produced using a heavy ion accelerator for irradiations of radioactive materials, like uranium, plutonium, americium, curium, or californium, with high-energy beams of calcium represent a big technical challenge for the scientists. Very recently, another attempt to reproduce the results from Dubna has been performed at the Gesellschaft für Schwerionenforschung Darmstadt (Germany). The decay of one atom was observed, which was attributed to element 112.

In collaboration among the Paul Scherrer Institute, the University of Bern, the Flerov Laboratory and the Institute of Electron Technology, in a beam time of three-week duration at the Dubna U400 cyclotron a plutonium target with the mass number 242 was irradiated with highly intense beams of calcium with the mass number 48. According to earlier observations, element 114 is formed by nuclear fusion. The produced isotope of element 114 with the mass number 287 decays in less than a second to the isotope 283 of element 112, for which the half-life was reported to be

шень из плутония с массовым числом 242 облучалась на дубненском циклотроне У-400 высокоинтенсивным пучком ионов кальция с массовым числом 48. При этом в реакциях ядерного слияния должны были образовываться ядра элемента 114. Из предыдущих опытов следовало, что образовавшийся изотоп элемента 114 с массовым числом 287 должен был за время менее одной секунды распадаться в изотоп элемента 112 с массовым числом 283, для которого было установлено время жизни около четырех секунд. Это достаточное время для проведения химических исследований. Целью проведенного эксперимента являлось независимое подтверждение образования элемента 112 в этой ядерной реакции, а также изучение его химических свойств.

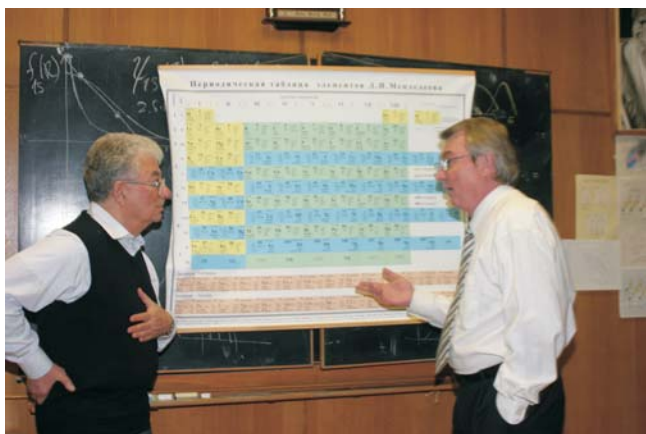
Теоретические оценки показывали, что по химическому поведению элемент 112 должен быть между ртутью, как тяжелым летучим металлом, и радоном, как

благородным газом. Поэтому в экспериментах параллельно также изучалось поведение этих двух элементов.

Распады двух ядер, полностью соответствующие по своим характеристикам свойствам распада изотопа элемента 112 с массовым числом 283, наблюдались 11 мая в 02:40:50 и 25 мая в 08:37:11 (время московское): ядра элемента 112 после испускания альфа-частицы с энергией 9,5 МэВ превращались в ядра изотопа элемента 110 с массовым числом 279, которые спустя примерно 0,5 секунды спонтанно делились на два осколка. Зарегистрированные энергии осколков были существенно выше хорошо известных энергий осколков при делении урана с массой 235, которое происходит в ядерных реакторах.

Особого внимания заслуживает тот факт, что атомы элемента 112 вели себя как ртуть, а не как радон. Этот вывод основывается на следующем наблюдении: в экс-

Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова, май. Участники эксперимента по синтезу 112-го элемента Ю. Ц. Оганесян и С. Н. Дмитриев (фото слева); С. В. Шишкин, Г. К. Востокин (ЛЯР) и коллеги из Швейцарии Р. Айхлер, Р. Дресслер и Д. Пиге (Институт им. П. Шеррера, Виллиген)



Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, May. Participants of the experiment on the synthesis of element 112 Yu. Oganessian and S. Dmitriev (left photo); S. Shishkin, G. Vostokin (FLNR) and their colleagues from Switzerland R. Eichler, R. Dressler and D. Pige (P. Scherrer Institute, Villigen)

about 4 s. This is long enough to perform chemical investigations. Hence, the experiment is aimed at the first independent confirmation of the production of element 112 in this nuclear reaction and, additionally, at its chemical investigation.

Theoretical calculations predict for element 112 a chemical behavior between mercury, a volatile heavy metal, and radon, a noble gas. Therefore, these elements were both simultaneously investigated in this experiment.

Indeed, the decay of two atoms of element 112 was observed on 11 May at 02:40:50 and on 25 May at 08:37:11

(Moscow time). Their decay patterns are unambiguously consistent with decay properties reported earlier: the observed atoms of element 112 decayed by an alpha-particle emission with an energy of 9.5 million electron volts into the isotope of element 110 with the mass number 279, which decayed about 0.5 s later by spontaneous fission. As expected, the observed energies of both fission fragments were much higher than the energies of the well-known fission of uranium with the mass number 235, as it is used at nuclear power plants.

перименте использовались 32 пары детекторов, покрытых слоем золота и находящихся при различных температурах. Распады ядер 112-го элемента наблюдались на тех детекторах, где осаждался именно ртуть, а не радон.

Результаты эксперимента не только впервые определяют химические свойства элемента 112, но и являются независимым подтверждением синтеза новых сверхтяжелых элементов Периодической таблицы Д. И. Менделеева с атомными номерами 114 и 116.

### **Лаборатория информационных технологий**

Изучение состояния сильно сжатой ядерной материи является целью CBM-коллаборации. Исследования предполагается проводить на будущем ускорителе GSI (Германия) на основе пособытийного анализа. Ожидаемая большая множественность рождаемых частиц и неоднородное магнитное поле значительно усложняют реконструкцию событий. Для решения этой задачи необходимы поиск и фитирование треков частиц в различных частях установки (STS, TRD, RICH, TOF,

ECAL), распознавание колец в детекторе RICH, восстановление первичных и вторичных вершин и многое другое. Группа ЛИТ ОИЯИ предложила несколько эффективных методов реконструкции событий и разработала соответствующие программы, которые уже включены в вычислительную среду эксперимента CBM или проходят испытания и тестирование. В частности, разработаны два подхода по реконструкции треков в STS-детекторе и алгоритмы распознавания треков в TRD-детекторе, предложены два подхода для нахождения черенковских колец в RICH-детекторе, разработаны методы определения импульсов частиц и т. д. Эта интересная и нужная работа продолжается.

*Акишин П. Г. и др. Сообщение ОИЯИ Е10-2006-48. Дубна, 2006.*

Сотрудниками ЛИТ и Института кибернетики Грузии проводятся исследования в области квантовой механики и квантовых вычислений.

С помощью метода преобразования стационарных задач квантовой механики в нестационарные конструируются периодические потенциалы со сложной зависимостью от временной и координатной переменных. Ис-

Interestingly, these single atoms of element 112 behaved in the experiment more similarly to mercury rather than to radon. This information is deduced from the observation at those 32 gold-covered detectors, held at different temperatures, where the decay of element 112 was registered, and where mercury was deposited and not radon.

This experiment not only provided information on the chemical behavior of the element 112 but also independently confirmed the synthesis of new superheavy elements with atomic numbers 114 and 116 of the Mendeleev periodic table.

### **Laboratory of Information Technologies**

A study of the equation-of-state of high-compressed nuclear matter is the aim of the CBM collaboration. It is assumed to carry out the investigation at the future GSI accelerator on the event-by-event analysis basis. The expected non-homogeneous magnetic field and large multiplicity of produced particles make the reconstruction of events extremely complicated. To solve the problem, it is necessary to

find and fit particle tracks in various parts of the setup (STS, TRD, RICH, TOF, ECAL), to recognize rings in RICH, reconstruct primary and secondary vertices and so on. The CBM group of JINR LIT has proposed a set of effective methods for event reconstruction and has created corresponding computer codes which either are implemented in the CBM computation system or are tested now. In particular, two algorithms of track reconstruction in the region of the STS detector have been presented, two approaches to find the Cherenkov rings in RICH have been proposed, methods for charged particle momentum determination have been developed, etc. This interesting and useful work is being continued.

*Akishin P. G. et al. JINR Communication E10-2006-48. Dubna, 2006.*

Specialists from LIT and the Institute of Cybernetics of Georgia conducted joint research in the field of quantum mechanics and quantum computations.

Using a method of transformation of soluble time-independent problems of quantum mechanics into time-dependent ones, periodic potentials with a complex dependence

следуется проблема эволюции спина частицы в неоднородном  $T$ -периодическом магнитном поле, частным случаем которой является динамика спиновых состояний в однородном магнитном поле. Полученные в явном виде матрицы эволюции используются для построения универсального набора вентилей, необходимого для квантовых вычислений. Неадиабатические геометрические фазы определены в терминах полученных циклических решений. В предлагаемом подходе эффект геометрической фазы при построении однокубитовых вентилей учитывается естественным образом. Обсуждается также способ получения операторов запутывания [1].

Известно, что техника преобразований Дарбу или соотношений сплетения, а также метод суперсимметрии в квантовой механике обеспечивают множество точно решаемых стационарных моделей. Каждая из этих моделей с не зависящим от времени гамильтонианом может быть обобщена для получения соответствующего семейства зависящих от времени точно решаемых гамильтонианов. Метод сплетающих операторов преобразования дает универсальный подход для получения новых точно решаемых уравнений и может быть применен к операторам общего вида. В работе [2] тех-

ника операторов сплетения применена к обобщенному уравнению Шредингера с дополнительной функциональной зависимостью в правой части уравнения. Предложенные обобщенные преобразования переходят в преобразования Дарбу как для фиксированных значений энергии и орбитального момента, так и для случая с переменными значениями энергии и орбитального момента. Устанавливаются соотношения связи между преобразованиями Дарбу и формулами суперсимметрии.

1. *Suzko A. A., Giorgadze G.* Направлено в журнал «Contemporary Mathematic and its Applications», 2006.

2. *Suzko A. A., Giorgadze G.* // Atomic Nuclei. 2006. V. 69, No. 10.

Подготовлен обзор разработанных в ОИЯИ методов вычислительной физики для исследований моделей сложных физических процессов из различных разделов теоретической физики. Дана общая математическая постановка уравнений для изучаемых моделей, описаны используемые численные методы, представлена информация о разработанных комплексах программ. Обсуждаются модели следующих физических процессов:

on time and coordinate variables are employed. The problem of evolution of spin of a particle in a heterogeneous  $T$  periodic magnetic field, a special case of which is dynamics of spin states in a homogeneous magnetic field, is under study. The matrices of the evolution obtained in an explicit form are used to construct a universal set of gates needed for quantum computations. Non-adiabatic geometrical phases are determined in terms of the cyclic solutions obtained. In the suggested approach, the geometrical phase effect at construction of one-cubit gates is naturally taken into account. A way of obtaining entangling operators [1] is discussed too.

It is known that the intertwining operator technique (Darboux transformations), as well as the method of supersymmetry in quantum mechanics, provides a set of exactly soluble stationary models. Each of these models with time-independent Hamiltonian can be generalized to obtain a corresponding family of time-dependent exactly soluble Hamiltonians. The method of intertwining operators provides a universal approach for deriving new exactly soluble equations and can be applied to operators of general kind. In [2] the intertwining operator technique is applied to the gen-

eralized Schrödinger equation with an additional functional dependence  $h(r)$  in the right-hand side of the equation. The suggested generalized transformations turn into the Darboux transformations for both fixed and variables values of energy and angular momentum. A relation between the Darboux transformation and supersymmetry is considered.

1. *Suzko A. A., Giorgadze G.* Submitted to «Contemporary Mathematics and Its Applications», 2006.

2. *Suzko A. A., Giorgadze G.* // Atomic Nuclei. 2006. V. 69, No. 10.

A review of methods of computational physics that were developed at JINR to investigate various theoretical physics models of complex physical processes has been prepared. A general mathematical formulation of equations for the models under study is given. Numerical methods are described. Information on the developed computer codes is presented. The following physical processes models are discussed: evolution of quasi-bound states in the bound states mesic molecules depending on the effective mass and application to a mesic atom scattering problem; non-adiabatic connection of helium antiproton ion channels for obtaining

эволюция квазистационарных состояний в связанные состояния мезомолекул в зависимости от изменения эффективной массы и приложение к задаче рассеяния мезоатомов; неадиабатическая связь каналов антипротонного иона гелия для получения двухсторонних оценок уровней энергии переходов; ионизация основного состояния атома гелия быстрыми электронами. Изучены эффективные двухчастичные модели сложных квантово-механических систем, описывающих ядерные взаимодействия в рамках высокоэнергетических приближений. Выполнено исследование волновых процессов в нелинейных средах, частицеподобных возбуждений в моделях конденсированных состояний, нелинейной оптики, джозефсоновских переходов в сверхпроводниках и астрофизики. Демонстрируются результаты численного анализа упомянутых моделей.

*Пузынин И. В. и др.* Направлено в журнал «ЭЧАЯ».

В работе «Автоматический поиск узлов для кусочно-кубической аппроксимации» дается алгоритмическое решение актуальной для приложений и весьма трудной в теоретическом плане задачи оптимальной сегментации кривой на заданном отрезке, в которой

ищется оптимальное разбиение так, чтобы ошибка кусочно-полиномиальной аппроксимации на подынтервалах была бы минимальной. В случае приближения кубическим сплайном эта задача тесно связана с оптимальным выбором его узлов.

Для обнаружения узловых точек разработаны оригинальные метод и алгоритм автоматического слежения за кубическим сегментом кривой на основе критерия постоянства третьей производной кубической модели и рекуррентного вычисления оценки этой производной.

Создан простой в вычислении, устойчивый к ошибкам и ориентированный на работу в режиме реального времени адаптивный алгоритм обнаружения узловых точек. На основе этого алгоритма разработаны MS Visual C#-компоненты и Windows-приложение APCA (Autotracking Piecewise Cubic Approximation). Эффективность алгоритма подтверждается результатами его работы при аппроксимации сложных кривых и реальных данных.

*Дикусар Н. Д., Торок Ч.* // Математическое моделирование. 2006. Т. 18, № 3. С. 23–40.

bilateral estimations of the transition energy levels; ionization of a ground-state helium atom by fast electrons. Effective two-particle models of complex quantum-mechanic systems for nuclear interactions in high-energy approximation were investigated. Research was carried out on wave processes in nonlinear media and particle-like excitations in the models of condensed matter, nonlinear optics, astrophysics, and Josephson junctions in superconductors. The results of the numerical analysis are demonstrated.

*Puzynin I. V. et al.* Submitted to «Particles and Nuclei».

The research work on the autotracking of knots for piecewise cubic approximation carried out at LIT gives an algorithmic solution to the segment approximation problem that is important for applications and is very difficult from a theoretical viewpoint. The main goal is to find an optimal subdivision so that the errors over the subintervals are as small as possible. This problem is closely related to the optimum choice of knots in approximation by cubic spline.

An original method and an algorithm for automatic tracking of a cubic segment of a curve have been developed

on the basis of the criterion of uniformity of the third derivative of the cubic model and a recurrent calculation of estimations of this derivative.

A real time-oriented adaptive algorithm for knot detection has been developed. The algorithm is simple in computing and stable to errors. On the basis of the algorithm, MS Visual C# components and Windows application APCA (Autotracking Piecewise Cubic Approximation) were developed. The efficiency of the algorithm is confirmed by the results of its application to approximation of complex curves and real data.

*Dikoussar N. D., Torok Cs.* // Mathematical Modelling. 2006. V. 18, No.3. P. 23–40.

## University Centre

In the 2006 spring semester, total student enrolment to the University Centre (UC) was 124. Among the new comers were students of the Moscow State University, the Moscow Engineering Physics Institute, the Moscow Institute of Physics and Technology, the Moscow Institute of Ra-



### Учебно-научный центр

В весеннем семестре 2006 г. в Учебно-научном центре обучались 124 студента МГУ, МИФИ, МФТИ, МИРЭА и других вузов стран-участниц ОИЯИ. В сводное расписание занятий входили следующие курсы УНЦ:

- телекоммуникации и мировые информационные ресурсы (В. В. Кореньков);
- статистическая физика (Г. Г. Адамян);
- математическая статистика (В. В. Курбагов);
- избранные вопросы физики элементарных частиц (семинар) (Е. А. Строковский);
- методы компьютерного моделирования физических процессов в детекторах с использованием пакета Geant4 (А. С. Жемчугов, М. А. Демичев);
- квантовая хромодинамика (А. В. Ефремов);
- занятия по C++ (В. Г. Ольшевский);
- английский язык (О. В. Чумбалова).

В конце мая по приглашению заместителя председателя Совета Федерации М. Е. Николаева директор УНЦ Д. В. Фурсаев и руководитель теоретической группы ЛЯР В. И. Загребасев выступили в Якутском

университете и Институте проблем Севера (Якутск) с лекциями о перспективных научных проблемах. Лекции были рассчитаны на широкий круг слушателей — от научных сотрудников до студентов и школьников.

В конце мая гостями УНЦ были 15 школьников из Берлина (руководитель группы — сотрудник ЛТФ В. Клейниг). Ребята ознакомились с деятельностью Учебно-научного центра ОИЯИ, посетили ЛЯР, ЛНФ и ЛВЭ.

В соответствии с подписанным соглашением о сотрудничестве между УНЦ и Университетом прикладных наук (Равенсбург-Вайнгартен, Германия) 25 мая профессор Р. Краглер прочитал для студентов и аспирантов УНЦ лекции по системе «Математика» о линейной и нелинейной аппроксимации дискретных данных.

10 июня в Учебно-научном центре состоялась защита магистерских работ студентов 6-го курса МФТИ (факультет общей и прикладной физики, кафедра физики взаимодействия частиц высоких энергий), завершающих свое образование в УНЦ ОИЯИ: Г. С. Варганов «Рассеяние при высоких энергиях с дополнительными измерениями» (научный руководитель Д. И. Казаков);

dio Engineering, Electronics and Automatics, and other higher education institutions in JINR Member States.

The UC's 2006 spring semester curricula included the following courses:

- Telecommunications and World Information Resources (V. V. Korenkov);
- Statistical Physics (G. G. Adamian);
- Mathematical Statistics (V. V. Kurbatov);
- Selected Issues of Elementary Particle Physics (Ye. A. Stokovsky, seminar classes);
- Methods of Computer Modelling of Physical Processes in Detectors Using the GEANT4 Package (A. S. Zhemchugov, M. A. Demichev);
- Quantum Chromodynamics (A. V. Yefremov);
- C++ (V. G. Olshevsky);
- English (O. V. Chumbalova).

In late May, at the invitation of the Deputy Chairman of the RF Federation Council M. Nikolayev, the UC Director Dr D. Fursaev and the leader of a theoretical team at the Laboratory of Nuclear Reactions Dr V. Zagrebayev lectured at Yakutsk University and the Institute of the Problems of

the North (the city of Yakutsk) on prospective issues of science. The lectures were intended for wide audience including scientists, students, and secondary school pupils.

In late May, a group of 15 secondary school pupils from Berlin, headed by a scientist at the Laboratory of Theoretical Physics W. Kleinig, visited the UC. They were acquainted with the UC's activities and had excursions to the Laboratories of Nuclear Reactions, Neutron Physics, and High Energies.

On 25 May, according to the Agreement on Cooperation signed between the UC and the University of Applied Sciences, Ravensburg-Weingarten (Germany), Prof. R. Kragler gave lectures on the Mathematica system, «Linear and Nonlinear Fit of Discrete Data», to the UC students and postgraduates.

On 10 June 2006, the following Master's theses were defended at the UC by the sixth-year students of the Moscow Institute of Physics and Technology who completed their graduate studies at the UC: S. Yu. Grigoryev, «Correlational Functions in the Sandpile Model» (supervised by

С. Ю. Григорьев «Корреляционные функции в модели «sandpile» (научный руководитель В. Б. Приезжев); К. С. Панферов «Компактная система диагностики многокомпонентных потоков для сверхпроводящих ускорителей и добычи углеводородного сырья» (научный руководитель Ю. П. Филиппов); Т. Ф. Хирьянов «Подавление фона в экспериментах GERDA и GEMMA с помощью сцинтилляционного вето» (научный руководитель В. Г. Егоров); А. Р. Хухунаишвили «Определение доли энергии, выделенной в сцинтилляторах tile-калориметра детектора ATLAS» (научный руководи-

тель И. А. Минашвили). Все студенты получили за свои работы отличные оценки.

Изданы труды 3-й Международной летней студенческой школы «Ядерно-физические методы и ускорители в биологии и медицине», проходившей с 30 июня по 11 июля 2005 г. в Дубне (Ратмино).

С 3 по 9 июля филиал НИИЯФ МГУ проводил ежегодную школу-семинар «Исследование наносистем и материалов с использованием ядерно-физических мето-

Учебно-научный центр, 3 июля. 3-я Международная летняя студенческая практика по направлениям исследований ОИЯИ



JINR University Centre, 3 July. The Third International Summer Student Practice in JINR Fields of Research

Dr. Sci. (Phys.–Math.) V. B. Priezzhev); T. F. Khiry anov, «Background Suppression in the GERDA and GEMMA Experiments Using Scintillation Veto» (supervised by Dr. Sci. (Phys.–Math.) V. G. Yegorov); A. R. Khukhunaishvili, «Evaluation of the Share of Energy Released in the TILE Scintillators of the ATLAS Detector Calorimeters» (supervised by Cand. Sci. (Phys.–Math.) I. A. Minaishvili); K. S. Panfyorov, «Compact System of Analyzing Multi-Component Streams for Superconducting Accelerators and Extraction of Carbohydrates» (supervised by Dr. Sci. (Technology) Yu. P. Filippov); and G. S. Vartanov, «Scattering at High Energies with Additional Dimensions» (supervised by

Dr. Sci. (Phys.–Math.) D. I. Kazakov). All the theses got the «Excellent» grade.

The Proceedings of the Third International Summer Student School on Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine, which was held on 30 June – 11 July 2005 in Dubna (Ratmino), have been published (E18-2005-195).

On 3–9 July, the Dubna Branch of the Institute of Nuclear Physics, the Moscow State University (MSU), held the annual seminar school «Studying Nanosystems and Materials with Nuclear Physics Methods». The classes for medical

дов», а также с 3 по 11 июля — ежегодную научно-производственную практику для студентов физического факультета МГУ по направлению «Медицинская физика». Занятия студентов были частично включены в международную летнюю студенческую практику 2006 г., проводимую УНЦ.

Со 2 по 22 июля в УНЦ проходила 3-я Международная летняя студенческая практика по направлениям исследований ОИЯИ, вызвавшая большой интерес среди молодых людей из стран-участниц ОИЯИ. В этом году в Дубну приехало рекордное число студентов (51 человек) из вузов Польши, Румынии, Словакии и Чехии. Поданных заявок было еще больше, поэтому участники проходили предварительный отбор. Наиболее многочисленными были группы из Польши и Чехии (20 и 14 человек), также увеличилось количество участников из Румынии (9 человек) и Словакии (8 человек).

Программа практики включала лекции ведущих ученых ОИЯИ по специальным дисциплинам, лекции-презентации от лабораторий и традиционные учебные

лабораторные работы на установках ЛЯР, ЛНФ, ЛВЭ, ЛЯП и ЛРБ. Темы лабораторных работ были объявлены заранее, поэтому при заполнении заявок на участие студенты указывали не только области своих научных интересов, но и названия выбранных лабораторных работ.

Среди лекторов были: из ЛТФ — А. С. Сорин; из ЛЯР — Ю. П. Гангрский, А. Г. Попеко; из ЛНФ — А. М. Балагуров, Ю. М. Гledenov, А. П. Кобзев, М. В. Фронтасьева, В. Н. Швецов; из ЛРБ — В. Е. Алейников, Е. А. Красавин, Х. Т. Холмуродов; из ЛЯП — И. Д. Александров, А. Ковалик, Г. В. Мицын, Г. В. Трубников; из ЛИТ — Г. Адам; из ЛВЭ — С. Ф. Вокал, Ю. А. Васенева, С. С. Шиманский; из ЛФЧ — И. А. Савин; из УНЦ — Д. В. Фурсаев, а также К. Гранья, И. Штекл из Чешского политехнического университета в Праге и С. В. Шешунова из университета «Дубна».

По окончании практики студенты подготовили научные отчеты и получили соответствующие сертификаты.

physics students of MSU's Physics Faculty were partly included in the 2006 International Summer Student Practice held by the UC.

On 2–22 July, the UC hosted the Third International Summer Student Practice in JINR Fields of Research. The Practice raised great interest among young people of JINR Member States. This time, it was attended by a record 51 students of higher education institutions of the Czech Republic, Poland, Romania, and Slovakia. The number of applications was yet greater, so the Practice participants were selected on a competitive basis. The most numerous were the Polish and Czech groups (20 and 14 people, respectively). More Practice participants than before came from Romania and Slovakia (9 and 8 people, respectively).

The Practice programme included lectures on special fields by JINR's leading specialists; presentation lectures featuring specific Laboratories; and traditional practice classes at a number of facilities of the Laboratory of Nuclear Reactions, the Laboratory of Neutron Physics, the Laboratory of High Energies, the Laboratory of Nuclear Problems, and the Laboratory of Radiation Biology. The subjects of the practice classes had been announced in advance, so the

students, when filling the application forms for the Practice, not only outlined their interests in science, but also chose the specific laboratory exercises.

The following scientists lectured to the Practice: A. S. Sorin of the Laboratory of Theoretical Physics; Yu. P. Gangrsky and A. G. Popeko of the Laboratory of Nuclear Reactions; A. M. Balagurov, M. V. Frontasyeva, Yu. M. Gledenov, A. P. Kobzev, and V. N. Shvetsov of the Laboratory of Neutron Physics; V. Ye. Aleinikov, Kh. T. Kholmurodov, and E. A. Krasavin of the Laboratory of Radiation Biology; I. D. Aleksandrov, A. Kovalik, G. V. Mitsyn, and G. V. Trubnikov of the Laboratory of Nuclear Problems; G. Adam of the Laboratory of Information Technologies; S. S. Shimansky, Yu. A. Vaseneva, and S. F. Vokal of the Laboratory of High Energies; I. A. Savin of the Laboratory of Particle Physics; D. V. Fursaev of the University Centre; C. Granja and I. Stekl of the Czech Technical University in Prague; and S. Sheshunova of Dubna University.

Upon the Practice, its participants prepared reports on their work and were given the certificates of completing the Practice.

*П. И. Зарубин, Г. И. Орлова*

## Диссоциация релятивистских ядер в периферических взаимодействиях

Периферические столкновения ядер, протекающие при начальной энергии свыше 1А ГэВ, составляют особый тип ядерных взаимодействий, в которых развал первичных ядер инициируется электромагнитным и дифракционным взаимодействиями, а также соударениями нуклонов при малом перекрытии плотностей этих ядер. Ядерные эмульсии, облученные в пучках релятивистских ядер, позволяют получить информацию о заряженных продуктах таких столкновений, которая уникальна по детальности наблюдения треков частиц и точности их пространственной метрологии. Описанный тип взаимодействий может служить «лабораторией» для генерации нерелятивистских ансамблей из нескольких ядер. Определение «периферический» не передает в полной мере те драматические изменения, которые происходят на микроскопическом уровне. Степень диссо-

циации ядра может достигать его полного разрушения на отдельные нуклоны и легчайшие ядра, не имеющие возбужденных состояний, т. е. ядра  ${}^2,{}^3\text{H}$  и  ${}^3,{}^4\text{He}$ . Относительная интенсивность их образования позволяет выявить значимость различных кластерных степеней свободы.

При периферических взаимодействиях ядрам передается спектр возбуждений вблизи порогов диссоциации. В кинематической области фрагментации релятивистского ядра возникают системы из ядерных фрагментов, имеющие суммарный заряд, близкий к заряду родительского ядра. Угловой растрвор конуса релятивистской фрагментации определяется фермиевским движением нуклонов. Таким образом, фрагменты оказываются на периферии распределения частиц по быстрой, полученного суммированием по всем каналам

*P. I. Zarubin, G. I. Orlova*

## Dissociation of Relativistic Nuclei in Peripheral Collision

The peripheral collisions of nuclei proceeding at energy above 1A GeV are those of a special type in which the breakup of the primary nuclei is provoked by electromagnetic and diffraction interactions, as well as by nucleon collisions for a minimal overlap of nuclear densities. Nuclear emulsions exposed to beams of relativistic nuclei make it possible to obtain information about the charged products of such collisions which is unique as it concerns details of observation of particle tracks and the accuracy of their spatial metrology. The interactions of the above-mentioned type can serve as a «laboratory» for the generation of non-relativistic ensembles of several nuclei. The term «peripheral» does not reflect in full measure dramatic changes that occur at the microscopic level. The dissociation degree of a nucleus can reach its total destruction into separate nucleons and

lightest nuclei having no excited states, that is,  ${}^2,{}^3\text{H}$  and  ${}^3,{}^4\text{He}$  nuclei. A relative intensity of their production permits one to reveal the importance of different cluster degrees of freedom.

In peripheral interactions, nuclei are given an excitation spectrum near the energy dissociation thresholds. In the kinematical region of fragmentation of a relativistic nucleus, there arise systems consisting of nuclear fragments whose total charge is close to the parent nucleus charge. The opening angle of the relativistic fragmentation cone is defined by the Fermi nucleon motion. Thus, the fragments find themselves on the periphery of the particle rapidity distribution which is obtained by summing over all the channels of the reaction in question. The values of the fragment momenta normalized to the mass numbers are distributed about the

данной реакции. Величины импульсов фрагментов, нормированные на массовые числа, распределены около нормированного импульса первичного ядра с разбросом в несколько процентов. Поэтому распределение скоростей фрагментов в системе их центра масс должно быть нерелятивистским. В соответствии с установленной картиной предельной фрагментации ядер вероятности заселения конечных состояний фрагментов проявляют высокую степень универсальности. Они оказываются в слабой зависимости от начальной энергии и свойств ядра-мишени. При отборе событий с диссоциацией налетающего ядра в узкий конус фрагментации нерелятивистские фрагменты либо отсутствуют, либо число их незначительно. Испускание этих фрагментов происходит по всему телесному углу. Поэтому их доля в угловом конусе релятивистской фрагментации незначительна. Фрагменты мишени имеют нерелятивистские импульсы, что позволяет отличить их от фрагментов ядра-снаряда в этом конусе.

Конечно, при релятивистском подходе к изучению фрагментации возникают и определенные методические трудности. Для первичного ядра с зарядом  $Z$  весьма желательно обеспечить детектирование вплоть до однозарядных частиц. Произведенная всеми фрагмен-

тами ионизация может снизиться вплоть до фактора  $Z$ , а ионизация, приходящаяся на один трек, — до фактора  $Z^2$  по сравнению с ионизацией от первичного ядра. Поэтому экспериментальный метод должен обеспечить широчайший диапазон детектирования, учитывающий значение  $Z^2$ . Для реконструкции события необходима полная кинематическая информация о вторичных частицах в конусе релятивистской фрагментации, что, например, позволяет вычислить инвариантную массу системы. Точность ее оценки в решающей степени зависит от точности углового разрешения треков. Поэтому для обеспечения наилучшего пространственного разрешения требуется детектирование релятивистских фрагментов с наилучшим пространственным разрешением.

Этим требованиям на начальном этапе удовлетворяет метод ядерных фотоэмульсий. Главной задачей этого метода является поиск доказательных наблюдений существования различных каналов фрагментации при статистической обеспеченности на уровне десятков событий и их метрология. Эмульсии обеспечивают рекордное пространственное разрешение (около 0,5 мкм), позволяющее разделять следы заряженных частиц в трехмерном образе события в пределах толщины одно-

normalized momentum of the primary nucleus with a dispersion of a few percent. Therefore, the distribution of the velocities of fragments in their c.m.s. must be a non-relativistic one. In accordance with the established pattern of the nuclear limiting fragmentation, the probabilities of population of the fragment final states reveal a very high degree of universality. They are found to be weakly dependent of the initial energy and target-nucleus properties. When selecting events with the dissociation of a projectile into the fragmentation cone, the non-relativistic fragments are either absent or their number is insignificantly small. These fragments are emitted all over the solid angle; therefore, their fraction in the relativistic fragmentation angular cone is negligible. The target fragments have non-relativistic momenta which allow one to distinguish them from the projectile fragments in this cone.

Of course, in the relativistic approach to the fragmentation study, there also arise its own methodical troubles. For a primary nucleus with charge  $Z$ , it is very desirable to provide the detection up to single-charged particles. The ionization produced by all fragments can be reduced down to a factor  $Z$ ; while the ionization per one track, to a factor of  $Z^2$ ,

as compared with that from the primary nucleus. Therefore, the experimental method should provide the widest detection range taking the  $Z^2$  value into account. To reconstruct an event, the full kinematical information about the secondary particles in the relativistic fragmentation cone is needed, which, e.g., allows one to calculate the invariant mass of the system. The accuracy of its estimation drastically depends on the accuracy of the track angular resolution. Hence, to provide the best angular resolution the detection of fragments with the best space resolution is needed.

At the initial stage of investigations, the nuclear emulsion method satisfies these requirements well. The major task of it is to search for reliable proofs of the existence of different fragmentation channels for a statistical provision at the level of dozens of events and their metrology. Emulsions provide a record spatial resolution (about 0.5  $\mu\text{m}$ ), which makes it possible to separate the charged particle tracks in the three-dimensional image of an event within one layer thickness (600  $\mu\text{m}$ ), as well as ensure a high accuracy of measurement of the angles. The emulsion method allows one to measure the particle charges, from the single-charged particles up to the highest-charged ones, by combining the

го слоя (600 мкм), а также обеспечить высокую точность измерения углов. Эмульсионный метод позволяет измерять заряды частиц начиная с однозарядных вплоть до ядер с самыми большими зарядами при комбинировании способов ионизации (счет числа разрывов и числа  $\delta$ -электронов на единицу длины следа). Следы релятивистских ядер H и He разделяются визуально. При периферической фрагментации легкого ядра его заряд зачастую может быть установлен по зарядовой топологии релятивистских фрагментов. Измерение многократного рассеяния на следах легких фрагментов позволяет разделять изотопы  ${}^2,3\text{H}$  и  ${}^{3,4}\text{He}$ .

Яркой иллюстрацией этих утверждений является микрофотография события полного разрушения ядра

Рис. 1. Периферическое взаимодействие ядра Au с энергией 10,7А ГэВ в ядерной эмульсии, наблюдаемое в поле зрения  $100 \times 100$  мкм: след первичного ядра и вершина взаимодействия, не сопровождаемого фрагментами ядра-мишени, за которой следует струя фрагментов ядра-снаряда

Fig. 1. Peripheral interaction of a 10.7A GeV Au nucleus in a nuclear track emulsion observed in  $100 \times 100 \mu\text{m}^2$  viewing fields: primary nucleus track and interaction vertex not accompanied by target fragments and followed by projectile fragment jet

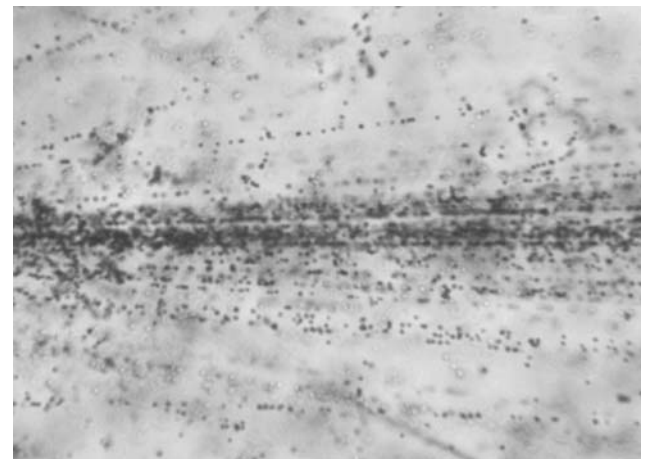
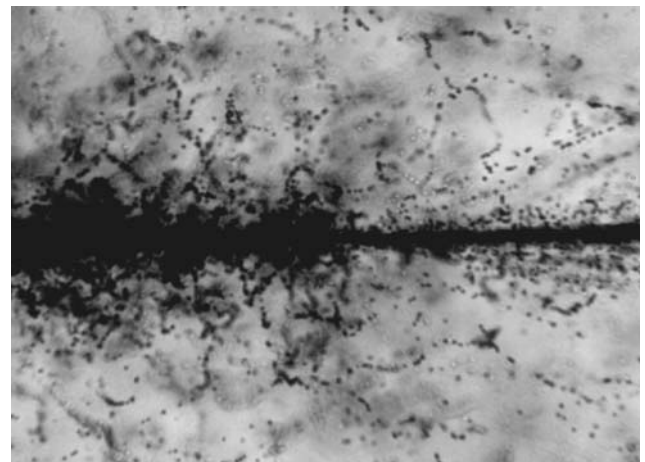
Рис. 2. Струя фрагментов ядра Au с различимыми треками одно- и двухзарядных релятивистских частиц

Fig. 2. Projectile fragment jet with apparent tracks of single and double charged relativistic particles

ionization means (count of the number of breaks and the number of delta electrons per track length unit). The tracks of relativistic hydrogen and helium nuclei are distinguished by vision. In the peripheral fragmentation of a light nucleus its charge can often be established by the charge topology of relativistic fragments. Multiple scattering measurements on the light fragment tracks enable one to separate the  ${}^2,3\text{H}$  and  ${}^{3,4}\text{He}$  isotopes.

A vivid illustration of these assertions is the microphotograph of the event of a total disintegration of Au nucleus of energy 10.7A GeV in its peripheral interaction with an emulsion nucleus (Fig. 1). The exposure was performed in beams from the AGS accelerator at BNL (USA) in the framework of the EMU collaboration. Figure 1 shows the primary nucleus track which is surrounded by a dense cloud of  $\delta$  electrons. The interaction vertex in Fig. 1 looks like a

Au с энергией 10,7А ГэВ при его периферическом взаимодействии с ядром эмульсии (рис. 1). Облучение выполнено на пучке ускорителя AGS в BNL (США) в рамках сотрудничества EMU. На рис. 1 показан след первичного ядра, который окружен плотным облаком  $\delta$ -электронов. Вершина взаимодействия выглядит на рис. 1 как ступенчатое снижение плотности ионизации, в которой следы от фрагментации ядра-мишени отсутствуют. Рис. 2 показывает постепенное отделение следов одно- и двухзарядных частиц от ствола ливня. В этом событии скрытым от наблюдателя является мощ-



stepped lowering of the ionization density in which there are no tracks from the target-nucleus fragmentation. Figure 2 shows a gradual separation of the tracks of single- and two-charged particles from the shower core. The observer does not see in this event an intense outburst of dozens of relativistic neutrons that have not to be able to bind the lightest nuclei. The image of an event in emulsion is created by microscopic crystals  $1 \mu\text{m}$  thick; i.e., the latter are larger

ный выброс десятков релятивистских нейтронов, которые не смогли связать легчайшие ядра. Образ события в эмульсии создается микроскопическими кристаллами около 1 мкм, т. е. на 9 порядков большими, чем действительные размеры ядерных фрагментов. Тем не менее этот образ достаточно полно передает детали «катастрофы», происшедшей в масштабе микромира.

События полного разрушения составляют долю в несколько процентов от всего разнообразия конечных состояний тяжелых ядер, которое включает в себя парное деление, образование одиночных осколков в сопровождении множества легчайших ядер, образование групп легких ядер. Возбуждение, переданное ядру, в значительной степени определяется энергетическим порогом массы конечного состояния. Он растет с ростом множественности фрагментов. В этом смысле зарядовая топология конечного состояния уже характеризует возбуждение [1]. В сложном процессе распределения по множеству степеней свободы передаваемой энергии ядерные фрагменты выходят на массовую по-

верхность и получают возможность преобразовать кулоновскую энергию взаимного отталкивания в кинетическую энергию каждого из фрагментов. Происходит своего рода кулоновский «взрыв» ядра.

Приведенный пример полного разрушения ядра Au можно интерпретировать как событие фазового перехода ядерной материи из состояния квантовой жидкости в разреженный квантовый газ нуклонов и легчайших ядер. Метрология таких событий весьма трудоемка и требует высокой квалификации. Тем не менее такие события имеют несомненный научный интерес, и поэтому их накопление продолжается сотрудничеством BECQUEREL. Видеоколлекцию соответствующих реакций можно найти на сайте сотрудничества [2].

### Список литературы

1. Андреева Н. П. и др. // Ядерная физика. 2004. Т. 68, № 3. С. 484–494.
2. Web site of the BECQUEREL Project: <http://becquerel.jinr.ru>

than the real sizes of nuclear fragments by about nine orders of magnitude. Nevertheless, this image reproduces rather well details of a «catastrophe» that occurred at the micro-world scale.

The events of a total disintegration make up a few percent fraction of all the variety of the final states of heavy nuclei, which embraces pairing fission, formation of single fragments accompanied by a great number of the lightest nuclei, formation of groups of light nuclei. The excitation transferred to the nucleus is, to a large extent, defined by the energy threshold of the final-state mass. It grows with increasing fragment multiplicity. In this sense, the charge topology of the final state already defines the excitation [1]. In a complicated process of the energy distribution over the multiplicity of the degrees of freedom, nuclear fragments go onto the mass surface and get some possibility to realize the Coulomb energy of mutual repulsion into the kinetic energy of each fragment. Some kind of a Coulomb «explosion» of a nucleus occurs.

The example of a total disintegration of a Pb nucleus may be interpreted as an event of the phase transition of nuclear matter from the state of quantum liquid to the state of quantum dilute gas of nucleons and the lightest nuclei. The metrology of such events is laborious and requires a high level of skill. Nevertheless, such events are of an undoubted scientific interest; therefore, their accumulation continues by the BECQUEREL collaboration. The ever rising collection of appropriate reaction images can be found in the project web site [2].

### References

1. Andreeva N. P. et al. // Phys. At. Nucl. 2004. V. 68, No. 3. P. 455–465.
2. Web site of the BECQUEREL Project: <http://becquerel.jinr.ru>

*А. К. Каминский, С. Н. Седых*

## Установка для исследований эффекта тепловых ВЧ-повреждений ускоряющих структур линейных коллайдеров

В Лаборатории физики частиц ОИЯИ создан СВЧ-стенд для экспериментальных исследований на частоте 30 ГГц процесса деградации ускоряющих структур коллайдера под действием многократных мощных СВЧ-импульсов.

В коллайдерах с высоким темпом ускорения, рабочие частоты которых составляют десятки гигагерц, одно из основных ограничений ресурса наступает из-за импульсного циклического высокочастотного нагрева элементов ускоряющих структур. При выделении большого количества энергии за время СВЧ-импульса возникающие тепловые напряжения в поверхностном слое металла сравнимы с пределом эластичности материала, известным как предел текучести. В результате на по-

верхности материала после многих импульсов появляются повреждения в виде микротрещин. При дальнейшем увеличении числа импульсов рост микротрещин приводит к деградации материала.

На частотах в десятки гигагерц толщина поверхностного слоя меди, в которой происходит выделение энергии в течение СВЧ-импульса, составляет доли микрона. Сложность расчета таких процессов состоит в том, что глубина скин-слоя сравнима с размерами кристаллической решетки меди. Поэтому для определения ограничений на ресурс ускоряющих структур нужны данные измерений, полученные на рабочей частоте коллайдера.

*A. K. Kaminsky, S. N. Sedykh*

## Facility for Investigation of Heating Effects of RF Damage in Accelerating Structures of Linear Colliders

An RF test facility has been created at LPP, JINR. The facility is designed for experimental investigation of degradation in the collider accelerating structure surface undergoing multiple powerful 30 GHz RF pulses.

In colliders with a high acceleration gradient and operating frequency of tens of gigahertz, a major resource limit occurs because of pulsed repetitive heating of the components of accelerating structures. Upon discharge of a large amount of energy during a relatively short time of RF pulse duration, heat stresses, comparable to the limit of elasticity (i.e., the yield point) of the material, occur in the surface layer of the metal. As a result, damages in the form of microcracks appear on the metal surface after multiple pulses. The

growing number of the microcracks ultimately leads to degradation of the material.

At the operating frequencies of the order of 10 GHz, the thickness of copper surface layer subject to energy deposition during an RF pulse is of the order of a fraction of a micron. Simulation of such processes is complicated, since the above skin-layer depth is comparable to the pitch of copper lattice. Therefore, experimental measurements performed at the operating frequency of the collider are required to determine the resource limitations.

The first experimental results at various RF power levels were obtained in SLAC, USA, at a frequency of 11.4 GHz (*Pritzkau D. P., Siemann R. H. // Phys. Rev. ST —*



Первые экспериментальные результаты при различных уровнях СВЧ-мощности были получены в США на частоте 11,4 ГГц (*Pritzkau D. P., Siemann R. H. // Phys. Rev. ST – Accel.&Beams. 2002. V. 5. P. 112002*). Интерпретация частотных и мощностных интерполяций результатов измерений довольно сложная, и в настоящее время ведется подготовка аналогичных измерений на частоте 34 ГГц в Нью-Хейвене (США). Для получения экспериментальных результатов на частоте 30 ГГц (рабочей частоте коллайдера CLIC) по предложению ЦЕРН в ЛФЧ ОИЯИ совместно с ИПФ РАН (Нижний Новгород) создан СВЧ-стенд. Основными его элементами (рис. 1) являются: ускоритель электронов ЛИУ-3000 (0,8 МэВ, 200 А, 250 нс), МСЭ-генератор с брэгговским резонатором (20–25 МВт, 150–200 нс, 30 ГГц), тестовый резонатор, канал преобразования и транспортировки

СВЧ-пучка и систем диагностики электронного пучка и СВЧ-излучения. Приращение температуры исследуемой кромки материала за время импульса в эксперименте выбрано около 200 К, что примерно в пять раз превышает импульсный нагрев ускоряющей структуры при рабочих режимах. Это позволяет при моделировании уменьшить требуемое число импульсов примерно на три порядка по сравнению с рабочим режимом.

С учетом этого обстоятельства в эксперименте на стенде требуется определить изменение свойств материала тестового резонатора под действием  $10^6$  импульсов СВЧ-мощности на частоте 30 ГГц. Для получения корректных данных эксперимента необходимо обеспечить очень жесткие требования на стабильность частоты, ширину спектра излучения (отклонения около 0,15 %) и на повторяемость СВЧ-сигналов по мощности

Рис. 1. Общий вид ускорителя и элементов СВЧ-стенда (слева) и схема СВЧ-стенда (справа)

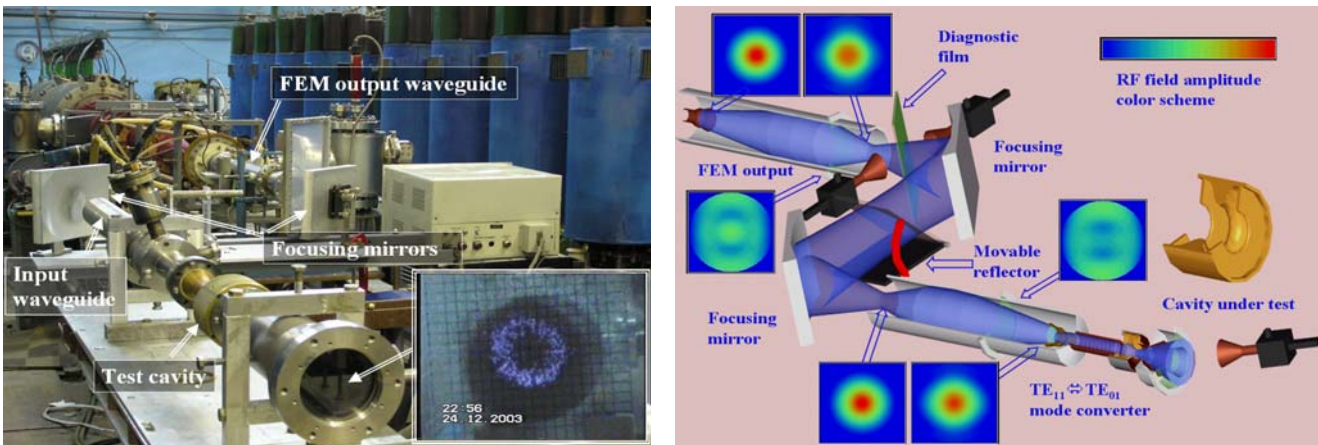


Fig. 1. The linac and the RF test facility components (left) and the scheme of the RF test facility (right)

Accel.&Beams. 2002. V. 5. P. 112002). Interpretation of frequency and power interpolation of the results is rather complicated, so R&D for a similar investigation at a frequency of 34 GHz is being carried out in New Haven, USA. To obtain experimental results at a frequency of 30 GHz (the operating frequency of the CLIC collider), an RF test facility has been created at LPP, JINR, jointly with IAP RAS (Nizhni Novgorod), following a proposal by CERN. The basic components of the facility (Fig. 1) are an electron linac LIU-3000 (0.8 MeV, 200 A, 250 ns), a free electron maser (FEM) oscillator with a Bragg resonator (20–25 MW, 150–200 ns, 30 GHz), a test cavity, a microwave beam transmission and transformation line, and diagnostic systems controlling the electron beam and the microwave radiation. The increase in the temperature of a tested layer of

material was chosen to be about 200 K, which exceeds the heating of an accelerating structure in the operating mode by roughly a factor of 5, thus allowing a decrease in the required number of pulses by about a factor of 1000 with respect to the operating mode.

Taking into account the above considerations, the aim of the experiments at the test facility is to determine changes in the properties of the test cavity material after being subjected to  $10^6$  pulses at 30 GHz frequency. In order to obtain reliable experimental data, strict requirements on frequency stability, spectral band of the radiation (allowed deviation of about 0.15%), and reproducibility of the microwave pulses in terms of power and duration (allowed deviations are within 10%) must be satisfied. The developed scheme of

и длительности (отличие — до 10 %). Разработанная нами схема МСЭ-генератора обеспечивает получение выходной мощности 20–25 МВт с фиксацией рабочей частоты с точностью около 0,1 %, шириной спектра излучения 0,1 % и возможностью прецизионной перестройки частоты в интервале нескольких процентов.

Наряду с решением обширного комплекса физических и технических задач (наладкой МСЭ-генератора, запиткой тестового резонатора, устранением пробоев в СВЧ-тракте и в самом тестовом резонаторе) были разработаны и внедрены системы стабилизации напряжения электронной пушки, ускоряющей и фокусирующей систем.

В течение 2004–2005 гг. были проведены несколько сеансов по улучшению систем транспортировки электронного пучка. В результате величина тока на выходе ускорителя, а затем и на выходе МСЭ-генератора была увеличена с 65 до 90 % по отношению к току электронной пушки. Тогда же совместно с коллегами из Нижнего Новгорода был разработан и создан прецизионный СВЧ-калориметр, позволяющий измерять энергию СВЧ-излучения в каждом импульсе или в серии импульсов. Таким образом, мы получили возможность незави-

симого контроля измеряемой СВЧ-мощности. В 2005 г. была завершена отладка создававшейся в течение нескольких лет системы on-line измерений параметров сигналов с датчиков ускорителя, с детекторов СВЧ-мощности и спектра, а также обработка полученных сигналов за каждый импульс. В это же время была создана и отлажена новая система синхронизации элементов ускорителя (пушки и модуляторов).

В начале 2005 г. в холодных измерениях удалось достичь проектного значения коэффициента передачи мощности от выхода генератора до выхода тестового резонатора. В ноябре 2005 г. требуемый коэффициент передачи мощности был получен в экспериментах с пучком. С помощью монитора положения волнового

Рис. 2. Изображение волнового пучка за выходом блока тестового резонатора

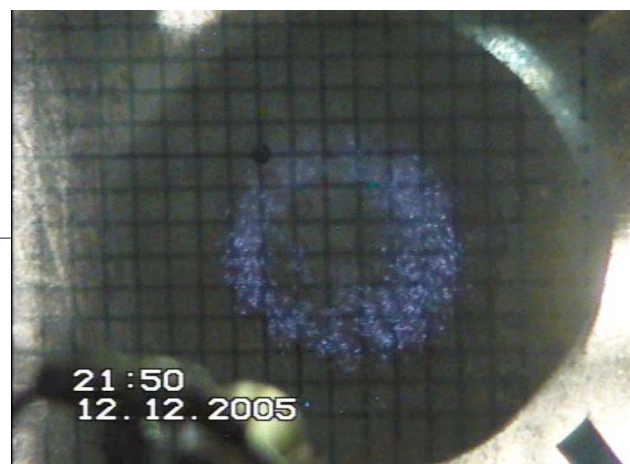


Fig. 2. Image of the microwave beam behind the output of the test cavity module

FEM oscillator provides output power of 20–25 MW, while the operating frequency is fixed with an accuracy of 0.1%, the width of the spectral band is about 0.1%, and the frequency can be precisely tuned in a range of a few percent.

Along with solving a number of physics and technical problems (adjustment of the FEM oscillator, powering of the test cavity, elimination of breakdowns in the RF line and the test cavity), stabilization systems for the linac components were developed. Stabilization systems for electron gun voltage, accelerating and focusing modules were developed and put into operation, mostly at the expense of nonbudget sources, during the last years.

In 2004–2005 several test runs aimed at the improvement of the electron beam transportation were carried out. As a result, the beam current at the linac output and consequently at the FEM oscillator output has been increased from 65 to 90% (in units of the electron gun current). At the same time, a precision calorimeter was developed and manufactured jointly with colleagues from Nizhni Novgorod, allowing measurement of microwave radiation energy in every pulse or series of pulses. Thus, a possibility of independent control of microwave power has been provided. In

2005 an adjustment of the online diagnostic system (which had been developed for several years) was completed. This system is designed to read signals from linac sensors and microwave power and spectrum detectors, and to process these signals for every pulse. At the same time, a system of synchronization of the linac modules (electron gun and modulators) has been created and adjusted.

At the beginning of 2005, the design value of the power transmission factor from the generator output to the test cavity output was reached during a cold test. In November 2005, the required power transmission factor was obtained in an experiment with the beam. An effective transformation of the incident-power mode ( $TE_{11}$ ) into the operating

пучка было зафиксировано эффективное преобразование моды падающей волны  $TE_{11}$  в рабочую моду тестового резонатора  $TE_{01}$  (рис. 2). Это позволило приступить к набору статистики. К 14 января 2006 г. зарегистрировано  $1,04 \cdot 10^5$  импульсов. По результатам расчета в каждом импульсе температуры тестового резонатора в его конструкцию будут внесены коррекции с тем, чтобы в 2006 г. приступить к набору статистики  $1 \cdot 10^6$  импульсов в рабочем режиме. Вместе с тем продолжаются работы по улучшению стабильности выходных импульсов.

Работы по данной теме поддерживались РФФИ и INTAS. Результаты работ по созданию и наладке узлов стенда и результаты пучковых экспериментов регулярно докладывались на российских и международных конференциях. По этим вопросам за пять лет опубликовано около 30 работ.

*В. В. Кухтин*

## Жидкоаргонный адронный калориметр детектора ATLAS

Детектор ATLAS [1], монтаж которого заканчивается на LHC в ЦЕРН, состоит из следующих подсистем (в последовательности от области столкновения пучков к границам детектора): внутреннего детектора трассировки заряженных частиц, электромагнитного и адронного калориметров полного поглощения, предназначенных для измерения энергии частиц, и, наконец, мюонной системы, измеряющей импульсы проходящих через нее частиц, которая располагается на периферии детектора. ОИЯИ участвует в создании всех подсистем детектора.

Калориметрам предназначено играть определяющую роль среди детекторов на LHC. В противоположность, например, магнитным спектрометрам относительное разрешение калориметров с ростом энергии улучшается, что делает их применение весьма привлекательным на ускорителях с большими энергиями ускоряемых частиц.

Главными задачами калориметров на адронных коллайдерах [2] являются: точное измерение энергии и положения точки входа электронов и фотонов в прибор; измерение энергии и направления адронных

mode of the test cavity ( $TE_{01}$ ) was recorded using a wave-beam position monitor (see Fig. 2). These results allowed us to start the data acquisition. By 14 January 2006,  $1,04 \cdot 10^5$  pulses were recorded. We plan to start acquisition of  $1 \cdot 10^6$  pulses in the standard operating conditions in 2006, after some corrections are made in the construction of the test cavity. Work toward improvement of output pulse stability is being continued as well.

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research and INTAS. The results of construction and setting up of the facility components and beam measurements have been reported regularly at Russian and international conferences. About 30 publications on these subjects have been issued for five years.

*V. V. Kukhtin*

## Liquid Argon End-Cap Hadronic Calorimeter of the ATLAS Detector

The ATLAS detector [1], being in the final stage of assembling at CERN's LHC, consists of the following subsystems (listed in the order from the beam interaction point to the detector boundaries): an inner tracking detector for measurement of momenta of charged particles, total absorption electromagnetic and hadronic calorimeters designed to measure particle energies and, finally, a muon system measuring momenta of the particles, located at the periphery of the detector.

JINR participates in construction of all the detector subsystems mentioned above. The issues concerning the liquid argon hadronic calorimeter are briefly discussed in the current note.

Calorimeters are assigned to play an essential role among the detectors at the LHC. Contrary to magnetic spectrometers, the relative resolution of calorimeters improves at high energy, which makes the application of calorimeters at high-energy accelerators very attractive.

струй, измерение недостающего поперечного импульса в  $pp$ -столкновениях; идентификация частиц, например, отделение электронов и фотонов от адронов и струй, адронных распадов  $\tau$ -лептонов от струй; отбор событий на уровне триггера.

Поиск предсказываемого стандартной моделью бозона Хиггса, если его масса окажется превосходящей 600 ГэВ, наиболее предпочтителен по двум каналам распада, которые возможно будет выделить на уровне фона:

- $H \rightarrow ZZ \rightarrow ll\nu\nu$ , требующему очень хорошего измерения недостающей поперечной энергии с целью уменьшения потенциально большого аппаратурного фона,
- $H \rightarrow WW \rightarrow lv + \text{jet jet}$ , который может быть выделен над уровнем фона только в случае, если инвариантная масса  $W \rightarrow \text{jet jet}$  двух струй может быть точно восстановлена калориметрами.

Очень жесткие требования на параметры и характеристики калориметров связаны с особенностями коллайдера LHC — большой светимостью ускорителя и большой энергией в системе центра масс (14 ТэВ), которая требует, чтобы калориметры обеспечивали высокое

качество работы в беспрецедентно большом диапазоне энергий от нескольких ГэВ до масштаба ТэВ.

При проектной светимости на LHC ( $10^{34} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ) каждые 25 нс будут происходить около 20 «мягких» взаимодействий, которые вызывают наложение событий (pile-up) в пространстве и во времени. Чтобы минимизировать влияние наложения событий при регистрации интересных объектов, необходимо создавать калориметры с высоким быстродействием (менее 50 нс) и высокой степенью гранулированности. В дополнение к этому длительная работа детекторов на ускорителе с высокой светимостью предполагает их высокую радиационную стойкость к воздействию потоков частиц большой интенсивности. Последнее обстоятельство повлияло на выбор в качестве активной среды для всех калориметров, расположенных в обеих торцевых частях детектора ATLAS, жидкого аргона; в центральной части детектора электромагнитный калориметр работает на жидком аргоне, а адронный — на сцинтилляторах. Жидкоаргонные калориметры детектора ATLAS размещены в трех криостатах — двух торцевых (ECC и ECA) и одном центральном (EM-barrel) (рис. 1).

The main purposes of calorimeters at the hadron colliders [2] are accurate measurements of energy and position of electrons and photons, measurements of energy and direction of hadronic jets, measurements of missing transverse momentum in  $pp$  collisions, particle identification including separation of electrons and photons from hadrons and jets, and separation of  $\tau$  decays from jets, event selection at trigger level.

Search for the Standard Model Higgs boson, in case its mass happens to exceed 600 GeV, would preferably proceed via two decay channels expected to be observable above background:

- $H \rightarrow ZZ \rightarrow ll\nu\nu$ , requiring very precise measurement of missing transverse energy to reduce the potentially large instrumental background;
- $H \rightarrow WW \rightarrow lv + \text{jet jet}$ , which can only be detected above background only if the  $W \rightarrow \text{jet jet}$  invariant mass is accurately reconstructed by calorimeters.

Very strict requirements on the parameters and characteristics of calorimeters are posed by the properties of the LHC collider: high luminosity and large center-of-mass energy (14 TeV) require good performance over an unprece-

dent energy range extending from a few GeV to the TeV scale.

The LHC design luminosity ( $10^{34} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ) corresponds to about 20 soft collisions happening every 25 ns, giving rise to the so-called «event pile-up» in both space and time. Detectors with fast response (< 50 ns) and fine granularity are required to minimize the effects of pile-up on the physics performance. In addition, long operation of detectors at high-luminosity accelerators requires high radiation resistance. The latter circumstance influenced the choice of liquid argon as an active medium of the calorimeters placed in both end-caps of the ATLAS detector; in the central part of the detector, the electromagnetic calorimeter uses liquid argon, while the hadronic one uses scintillators as an active medium.

Liquid argon calorimeters of the ATLAS detector are accommodated in three cryostats — two in the end-caps (ECC and ECA) and one in the centre (EM-barrel) (Fig. 1).

It is expedient to present here the main characteristics of the hadronic calorimeters, which were motivated by Monte-Carlo calculations and used as the guiding lines for construction:

Целесообразно представить здесь основные характеристики адронных калориметров, которые были мотивированы монте-карловскими расчетами, заложены в конструкторские проработки детекторов и реализованы:

1) *область перекрытия по псевдобыстроте*  $|\eta| < 5$  должна обеспечить эффективное мечение адронных струй в направлении вперед, ассоциируемых с рождением тяжелых бозонов Хиггса; в этом же диапазоне требуется хорошее разрешение по недостающему поперечному импульсу  $P_T$ ;

2) *гранулированность* — в центральной области псевдобыстрот ( $|\eta| \leq 2,5$ ) угловой размер  $\Delta(\eta) \times \Delta(\varphi) = 0,1 \times \pi / 32$  самостоятельной ячейки калориметра выбран в четыре раза меньше, чем в остальной части; заложена также продольная сегментация детекторов для достижения лучшего разрешения по энергии и лучшей идентификации частиц;

3) *разрешение по энергии* для струй в области  $|\eta| < 3$   $\sigma(E)/E = 50\% / \sqrt{E} \oplus 3\%$  и в области  $3 < |\eta| < 5$

$\sigma(E)/E = 100\% / \sqrt{E} \oplus 10\%$  ( $E$  измеряется в единицах ГэВ);

4) *линейность по энергии* не должна превышать 2% вплоть до 4 ТэВ поперечной энергии;

5) *полная толщина* (включая электромагнитный калориметр) должна быть до 10 длин ядерного взаимодействия, чтобы обеспечить наилучшее поглощение ливня и уменьшить фон в камерах мюонной системы;



Рис. 1. Первая часть LAr end-сар-калориметра во время спуска в шахту на С-стороне

Fig. 1. The first LAr end-cap arriving safely in the shaft on the C-side

1) *pseudorapidity range*  $|\eta| < 5$  should provide efficient tagging of forward jets associated to production of heavy Higgs boson; good resolution on missing transverse momentum  $P_T$  is required in this range;

2) *granularity* — in the central pseudorapidity region ( $|\eta| \leq 2.5$ ) the angular size of an individual readout cell of  $\Delta(\eta) \times \Delta(\varphi) = 0.1 \times \pi / 32$  has been chosen to be four times smaller than in the remaining part; a longitudinal segmentation is also foreseen to achieve better energy resolution and particle identification;

3) *resolution* in jet energy is  $\sigma(E)/E = 50\% / \sqrt{E} \oplus 3\%$  in the region  $|\eta| < 3$ , and  $\sigma(E)/E = 100\% / \sqrt{E} \oplus 10\%$  in the region  $3 < |\eta| < 5$  ( $E$  is expressed in GeV);

4) *energy linearity* is required to be better than 2% for transverse energy up to 4 TeV;

5) *total thickness* (including the electromagnetic calorimeter) is required to be within 10 interaction lengths to provide the best shower absorption and to reduce background in the chambers of the muon system;

6) *speed of response* — signal peaking time should be below 40 ns to minimize total noise at high luminosity;

7) *time resolution* at the trigger level should be of the order of a few nanoseconds.

The features listed above have been realized in the constructed detectors.

Numerous experimental investigations of the characteristics of the constructed calorimeter module prototypes have been performed at accelerators. They permitted one to achieve substantial improvement of the initial design and finalize the conditions which meet the requirements imposed by the physics processes at the LHC and the features of the accelerator [3].

The main parameters of the liquid argon hadronic calorimeter and its constructional features are briefly presented below [4].

The main design element of the calorimeter is a module, which constitutes a repeated set of the basic structure —

6) *быстрота отклика* — время нарастания сигнала должно составлять не более 40 нс, чтобы минимизировать шумы при большой светимости;

7) *временное разрешение* в триггере должно быть порядка нескольких наносекунд.

Благодаря проведенным на ускорителях многочисленным экспериментальным исследованиям характеристик прототипов разрабатывавшихся модулей калориметров были существенно улучшены первоначальные схемы; параметры детектора отвечают требованиям физических процессов на LHC и особенностям ускорителя [3].

Рис. 2. Основной конструктивный элемент калориметра

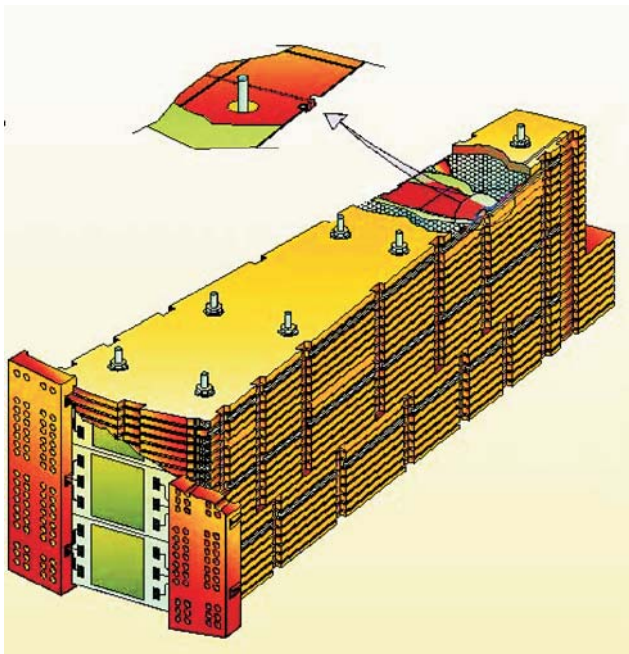


Fig. 2. Main design element of the calorimeter

a flat copper absorber of the shape of a truncated wedge and a system of electrodes in liquid argon (Fig. 2). The modules are assembled in wheels, named the front wheel — HEC1 (composed of front modules) and the rear wheel — HEC2 (composed of rear modules). The two wheels constitute the full hadronic calorimeter — HEC.

The ATLAS detector involves two end-cap hadronic calorimeters.

Both the wheels have a cylindrical shape with the external radius of 2.03 m and inner radius of 0.372 m for the first 9 plates of HEC1 and 0.475 m for the remaining 16 plates of

Приведем некоторые характеристики адронного жидкоаргонного калориметра и его конструкционные особенности [4]. Основным конструкционным элементом калориметра является модуль, который представляет собой повторяющийся набор основной структуры — плоский медный поглотитель в форме усеченного клина и систему электродов в жидком аргоне (рис. 2). Модули собираются в колеса: переднее — HEC1 (составлено из передних модулей) и заднее — HEC2 (составлено из задних модулей), которые составляют полный адронный калориметр — HEC. Детектор ATLAS включает в себя два торцевых адронных калориметра.

Оба колеса имеют форму цилиндров с внешним радиусом 2,03 м и внутренним радиусом 0,372 м для первых 9 пластин HEC1 и 0,475 м для остальных 16 пластин HEC1 и всех 17 пластин HEC2. Оба HEC-колеса в каждом из двух криостатов состоят из 32 модулей.

Модули переднего колеса сделаны из медных плит толщиной 25 мм, толщина всех плит заднего колеса составляет 50 мм. Передние плиты как передних, так и задних модулей сделаны половинной толщины по сравнению с толщиной остальных плит модулей.

Расстояние между любыми двумя соседними медными плитами в переднем и заднем модулях составляет

HEC1 and all the 17 plates of HEC2. Both the HEC wheels in each of the two cryostats consist of 32 identical modules.

The modules of the front wheel are made of 25-mm-thick copper plates, while those of the rear wheel are made of 50-mm-thick plates. The front plates of the front and rear modules have a thickness which equals half the thickness of the rest of plates.

The distance between any two subsequent copper plates in the front and rear modules is 8.5 mm. The gaps between the plates are filled with the electrodes, which form the so-called electrostatic transformers. Three electrodes placed in the gap perform two functions: formation of an electric field in the gap (all the three electrodes contribute) and readout of the ionization signal (from the central electrode only).

Each of the central electrodes contains 24 independent readout pads; the signals from the pads are amplified and summed. Application of GaAs preamplifiers working at cryogenic temperature inside the cryostats provides the optimal signal/noise ratio for the calorimeter. From the readout point of view, each of the front and rear wheels is divided into two parts, which may be presented in the units of liquid

8,5 мм. Пространство между плитами заполнено электродами, образующими т. н. электростатический трансформатор. Три электрода, помещенные в зазор, выполняют две функции: формирование электрического поля в зазоре, в чем участвуют все три электрода, и считывание ионизационного сигнала только с центрального электрода.

Каждый центральный электрод содержит 24 независимых элемента считывания, сигналы с которых усиливаются и суммируются. Использование GaAs-предусилителей, работающих при криогенной температуре внутри криостата, обеспечивает оптимальное отношение сигнал/шум для калориметра. С точки зрения считывания информации каждое переднее и заднее колесо поделено на две части, что в единицах числа зазоров с жидким аргоном может быть представлено для передних колес  $8 + 16$ , а для задних колес —  $8 + 8$ .

Во время производства (25 серийных модулей были произведены в Дубне сотрудниками ЛФЧ и ЛЯП) каждый модуль проходил испытания в криостате с жидким аргоном и каждый восьмой из всех собранных модулей исследовался на ускорителе SPS в ЦЕРН на пучках частиц — пионов, электронов и мюонов до энергий 300 ГэВ. Полученные результаты по энергетической ка-

argon gaps as  $8 + 16$  for the front wheels and  $8 + 8$  for the rear wheels.

During the production (25 serial modules were produced in Dubna by LPP and DLNP staff), each module passed cold tests in the cryostat filled with liquid argon, and every eighth assembled module was investigated at the CERN SPS secondary beams — with pions, electrons and muons of energies up to 300 GeV. The obtained experimental results for energy calibration of the hadronic calorimeter with single particles were applied for Monte-Carlo simulation aiming to calculate jet energy resolution of the ATLAS detector at the LHC energy. It has been demonstrated that the required values of 50% for the stochastic term and 3% for the constant term in the empirical formula for calorimeter energy resolution can be reached.

During the first six months of 2006, the third and the last cryostat (ECA), accommodating three calorimeters, were transferred from the assembly hall to the ATLAS pit and according to the schedule it was lowered down to its place in the ATLAS detector at the LHC beams, where the two cryostats equipped with calorimeters were already situated.

либровке адронного калориметра с одиночными частицами применялись с помощью моделирования методом Монте-Карло при решении проблемы определения энергетического разрешения детектора ATLAS для струй при энергиях LHC. Было показано, что требуемые величины стохастического члена в 50 % и постоянного члена в 3 % в известной эмпирической формуле для разрешения калориметра по энергии будут достигнуты при работе на коллайдере.

В первой половине 2006 г. третий и последний криостат (ECA), содержащий внутри себя три калориметра, был перемещен из сборочного павильона к шахте ATLAS и в соответствии с графиком занял свое место в составе детектора ATLAS на пучках LHC, где уже находились ранее оснащенные калориметрами криостаты.

#### Список литературы / References

1. ATLAS, Technical Proposal. CERN/LHCC/94-43.
2. ATLAS Calorimeter Performance. CERN/LHCC/96-40 (1996).
3. ATLAS Liquid Argon HEC Collaboration // Nucl. Instr. Meth. A. 2002. V. 482. P. 94.
4. ATLAS Liquid Argon HEC Collaboration. Construction, Assembly and Testing of the ATLAS Hadronic End-Cap Calorimeter. To be submitted to «Nucl. Instr. Meth.».

*В. Л. Аксенов, Ю. В. Никитенко, А. А. Осипов*

## Модель спин-эхо-спектрометра нейтронов для исследований наноструктур

Нейтронная спин-эхо (НСЭ) спектрометрия является особым методом исследований. Особенность метода состоит в том, что с помощью поляризованных нейтронов измеряется фурье-преобразование распределения нейтронов по переданному волновому вектору  $Q$ . При этом изменение волнового вектора нейтрона при его рассеянии на исследуемом образце определяется изменением разности фаз  $\delta\Delta\varphi$ -компонент волновой функции нейтрона-спинора в магнитном поле. В данном методе начальное и конечное значения волнового вектора не фиксируются. Это определяет большой фазовый объем нейтронного пучка и, как следствие, высокую светосилу метода.

Метод был предложен венгерским физиком Ф. Меzeи в 1972 г. [1] и предназначался для проведения исследований низкочастотной части спектра колебаний в

твердом теле. В настоящее время данный метод применяется также для исследований неоднородного состояния вещества. НСЭ-спектрометр выполняется в виде компенсатора разности фаз, что исключает затухание сигнала за счет дисперсии разности фаз. Основным элементом спектрометра является спин-прецессор, в котором нейтрон набирает разность фаз  $\Delta\varphi$ . Для увеличения чувствительности к изменению волнового вектора стремятся увеличить производную разности фаз по волновому вектору  $\eta = d(\Delta\varphi)/dK$ . Это соответствует, в зависимости от типа спин-прецессора, или росту напряженности постоянного магнитного поля (ее величина достигает 2 кЭ), или увеличению частоты переменного магнитного поля (ее величина достигает 6 МГц), а также увеличению размеров фазочувствительной части спектрометра (ее величина достигает 10 м). Спектро-

*V. L. Aksenov, Yu. V. Nikitenko, A. A. Osipov*

## Model of the Spin Echo Neutron Spectrometer for Investigation of Nanostructures

Neutron spin echo (NSE) spectrometry is a special method of investigations. A peculiarity of the method is that Fourier transformation of the neutron distribution on the transferred wave vector  $Q$  is measured with the help of polarized neutrons. Simultaneously, change of the neutron wave vector at its scattering on the sample under study is determined by change of the phase difference of the  $\delta\Delta\varphi$  components of wave function of the neutron spinor in the magnetic field. In the given method the initial and final values of the wave vector are not fixed. This determines a large phase volume of the neutron beam and, as a consequence, a high luminosity of the method. The method was proposed by a Hungarian physicist F. Mezei in 1972 [1] and was intended for carrying out the investigations of low-frequency part of the oscillation spectrum in a solid. At present the given

method is also applied to investigate the inhomogeneous state of matter. The NSE spectrometer is performed as a compensator of the phase difference, which eliminates the signal attenuation owing to dispersion of the phase difference. The main element of the spectrometer is a spin precessor, in which a neutron gains the  $\Delta\varphi$  phase difference. In order to increase sensitivity to the wave vector change, we aim at the increase of derivative of the phase difference on the wave vector  $\eta = d(\Delta\varphi)/dK$ . This corresponds, depending on the type of spin precessor, either to the increase in strength of the constant magnetic field (its value amounts to 2 kOe) or to the increase in frequency of the alternating magnetic field (its value amounts to 6 MHz), and also to the increased size of the phase-sensitive part of the spectrometer (its value amounts to 10 m). Therefore, the spectrometer



метр поэтому имеет значительные размеры и обладает большой энергоемкостью, а минимальная граница частотного диапазона измерений для лучших спектрометров достигает 10 МГц.

Принципиально новый тип нано-спин-прецессора (НСП) предложен японскими учеными [2]. НСП представляет собой трехслойную наноструктуру, в которой первый слой магнитный, а третий является периодической структурой, отражающей нейтроны при определенном значении волнового вектора. Нейтроны с «+»- и «-»-проекцией спина благодаря магнитному слою отражаются с различной фазой, образуя необходимую разность фаз. Наноструктура имеет размеры  $1 \text{ мкм} \times 5 \text{ см} \times 10 \text{ см}$  и помещается в небольшое магнитное поле 100 Э, а магнитная индукция в магнитном слое достигает величины  $1 \div 2,2 \text{ Тл}$ . Главными достоинствами НСП являются все же не его небольшие размеры и небольшая потребляемая мощность. Принципиальная новизна состоит в его «работе» с перпендикулярной к структуре компонентой волнового вектора, составляющей  $10^{-3} \div 10^{-2} \text{ \AA}^{-1}$  (для теплового нейтрона с  $\lambda = 1,8 \text{ \AA}$  волновой вектор равен  $3,5 \text{ \AA}^{-1}$ ). В результате, благодаря квадратичной зависимости  $\eta \sim 1/K^2$ , производная

$\eta$  значительно возрастает. Данный НСП разрабатывается для нейтронных источников непрерывного действия.

Другой тип НСП предложен в ЛНФ ОИЯИ [3]. В этой трехслойной структуре третий слой выполнен сплошным и от него реализуется полное отражение нейтронов. В результате в среднем слое структуры создается режим усиленных стоячих волн, характеризующийся рядом резонансных значений волнового вектора повышенной крутизны  $\eta$ . Данный НСП работает в достаточно большом диапазоне длин волн нейтронов и разрабатывается для импульсного источника нейтронов, каким является, например, ИБР-2. При этом граничное значение частотного диапазона достигает  $f_{\min} = 1 \text{ кГц}$ , что на три-четыре порядка меньше, чем в случае НСЭ-спектрометра с макроскопическими спин-прецессорами (МСП, MSP).

В работе [4] сообщается о первых результатах исследований НСП, выполненного из наноструктуры  $\text{Fe}(150 \text{ \AA})/\text{Si}(1200 \text{ \AA})/\text{Cu}(1500 \text{ \AA})$ , нанесенной на подложку из стекла. Измерения выполнены на рефлектометре РЕФЛЕКС, расположенном на пучке № 9 реактора ИБР-2. Из трех достаточно узких резонансов в данной структуре удалось разрешить два. Для них получены значения крутизны  $50\pi/\text{Å}$  и  $100\pi/\text{Å}$ , что соответствует значениям  $f_{\min}$ , равным 10 и 5 кГц.

has considerable dimensions and large power intensity, and the minimal limit of the frequency range of measurements for best spectrometers amounts to 10 MHz.

A fundamentally new type of nano spin precessor (NSP) has been proposed by Japanese scientists [2]. NSP is a three-layered nanostructure, in which the first layer is magnetic and the third one is a nanostructure reflecting neutrons at a certain value of the wave vector. The neutrons with «+» and «-» spin projection owing to the magnetic layer are reflected with various phase, forming the necessary phase difference. The nanostructure has dimensions  $1 \text{ }\mu\text{m} \times 5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  and is placed into the small magnetic field of 100 Oe, and the magnetic induction in the magnetic layer amounts to  $1 \div 2.2 \text{ T}$ . The essence of NSP is not, however, in its small dimensions and small power consumption, though these are also its advantages. The essence is in its «work» with the wave vector component, which is perpendicular to the structure, and is  $10^{-3} \div 10^{-2} \text{ \AA}^{-1}$  (for a thermal neutron with  $\lambda = 1.8 \text{ \AA}$  the wave vector equals  $3.5 \text{ \AA}^{-1}$ ). As a result, the derivative of  $\eta$  increases significantly due to the quadratic dependence  $\eta \sim 1/K^2$ . The present NSP is developed for steady-state neutron sources.

Another type of NSP has been proposed at FLNP, JINR [3]. In this three-layered structure the third layer is made continuous and a total reflection of neutrons is realized from it. As a result, in the intermediate layer of the structure the mode of enhanced coincident waves is created, which is characterized by the increased magnitude of  $\eta$  for a number of resonance values of the wave vector. The present NSP operates in a rather wide range of neutron wavelengths and is developed for a pulsed neutron source, such as, for example, the IBR-2. Simultaneously, the boundary value of frequency range amounts to  $f_{\min} = 1 \text{ kHz}$ , which is by the order of three-fourths less than in case of the NSE spectrometer with macroscopic spin precessors (MSP).

In [4] it is reported on the first results of investigating the NSP made of the nanostructure  $\text{Fe}(150 \text{ \AA})/\text{Si}(1200 \text{ \AA})/\text{Cu}(1500 \text{ \AA})$  applied to the glass substrate. The measurements are carried out on the reflectometer REFLEX located on beam 9 of the IBR-2 reactor. In the given structure we managed to resolve two out of three rather narrow resonances. For them the values of steepness  $50\pi/\text{Å}$  and  $100\pi/\text{Å}$  have been obtained, which correspond to the values of  $f_{\min}$  equal to 10 and 5 kHz.

В настоящее время проведены первые исследования двух моделей спин-эхо-спектрометров (рис. 1). Первая модель представляет собой классическую схему с МСП, которыми являются области с магнитным полем. В этом НСЭ-спектрометре в разности фаз кодируется переданный момент в направлении вдоль пучка нейтронов. Пучок поляризованных нейтронов из поляризатора P проходит последовательно диафрагму D1 сечением  $0,16 \times 8,0$  см, спин-флиппер FL1, ротатор поляризации RS1 на угол  $\pi/2$ , область магнитного поля (MSP1), спин-флиппер FL2 в центре между ротаторами поляризации RS1 и RS2 (исследуемый образец помещается вблизи спин-флиппера), вторую область магнитного поля (MSP2), второй ротатор RS2, анализатор поляризации AP, диафрагму D2 и регистрируется детектором DET. Поляризатор нейтронов выполнен в виде пары параллельных зеркал с покрытием Fe-Co/Ti-Gd. В поляризаторе для увеличения поляризационной эффективности реализуется двукратное отражение нейтронов. В спин-флипперах Корнеева FL1 и FL2 нейтроны проходят через точку нулевого значения напряженности магнитного поля, в которой направление магнитного

поля реверсируется. Ротаторы поляризации RS1 и RS2 представляют собой токовые фольги, помещенные в магнитном поле постоянного магнита, расстояние между ротаторами составляет 280 см. Напряженность магнитного поля постоянного магнита равна напряженности магнитного поля токовой фольги, а векторы напряженности магнитных полей магнита и токовой фольги взаимно перпендикулярны. Максимальное значение напряженности магнитного поля токовой фольги составляет 20 Э. Магнитное поле в МСП создавалось электромагнитом с сечением полюсов  $40 \times 40$  см и расстоянием между полюсами 14,5 см. Анализатор поляризации AP представляет собой суперзеркало с отражающей плоскостью размером  $8 \times 80$  см. Детектором нейтронов служил счетчик CHM-31; диафрагма D2 перед детектором имела площадь поперечного сечения  $1 \times 12$  мм.

Как уже отмечалось, спин-эхо-спектрометр реализуется по схеме компенсатора разности фаз. Для классического НСЭ это соответствует компенсации (занулению) вектора магнитного поля на всей совокупности траекторий пучка нейтронов от одного ротатора поля-

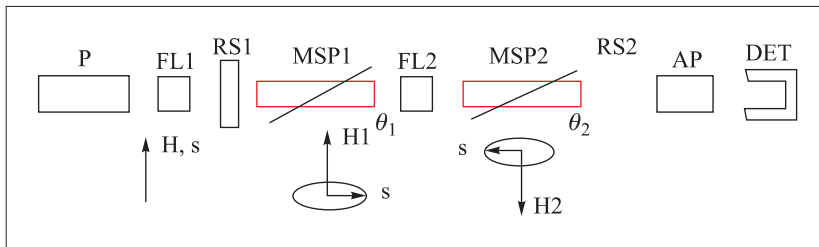


Рис. 1. Схема нано-спин-эхо-спектрометра нейтронов

Fig. 1. Scheme of nano spin echo spectrometer of neutrons

At present, first investigations of two models of the spin echo spectrometers have been carried out (Fig. 1). The first model is a classical scheme with MSP, which are the regions with magnetic field. In this NSE spectrometer in the phase difference the transferred wave vector is coded in the direction along the neutron beam. The beam of polarized neutrons from the polarizer P passes in sequence the diaphragm D1 with the cross section area  $0.16 \times 8.0$  cm, the spin flipper FL1, the polarization rotator RS1 for the angle  $\pi/2$ , the region of magnetic field (MSP1), the spin flipper FL2 in the centre between the polarization rotators RS1 and RS2 (the sample under investigation is placed near the spin flipper), the second region of the magnetic field (MSP2), the second rotator RS2, the polarization analyzer AP, the diaphragm D2 and is registered by the detector DET. The neutron polarizer is made as a pair of parallel mirrors with the Fe-Co/Ti-Gd coating. In the polarizer the twofold neutron reflection is implemented to increase polarization efficiency. In the Korneev spin flippers FL1 and FL2, neutrons pass through the point of zero value of the magnetic field intensity, in which the direction of magnetic field is reversed. The polarization rotators RS1 and RS2 are current foils placed into the magnetic field of constant magnet, the distance be-

tween the rotators is 280 cm. The magnetic field intensity of constant magnet equals the magnetic field intensity of current foil, and the vectors of the magnetic field intensities of the magnet and current foil are mutually perpendicular. The maximal value of the magnetic field intensity of the current foil is 20 Oe. The magnetic field in MSP has been created by an electromagnet with the size of the poles  $40 \times 40$  cm and the distance between the poles of 14.5 cm. The polarization analyzer AP is a supermirror with the size of the reflective plane  $8 \times 80$  cm. The counter CNM-31 has served as a neutron detector; the diaphragm D2 in front of the detector has had the cross section area of  $1 \times 12$  mm.

As has already been mentioned, the spin echo spectrometer is realized according to the scheme of the phase difference compensator. For the classical NSE this corresponds to a compensation (nulling) of the magnetic field vector on all the aggregate of neutron beam paths from the first polarization rotator to the second one. Figure 2 illustrates two dependences of the normalized polarization efficiency of the spectrometer on the neutron wavelength at two aggregates of field values in two shoulders of the spectrometer before a sample and behind it. The first aggregate is

ризации до второго. На рис. 2 приведены две зависимости нормированной поляризационной эффективности спектрометра от длины волны нейтронов при двух совокупностях значений поля в двух плечах спектрометра до образца и после него. Первая совокупность равна  $H_1 = 20$  и  $H_2 = 30$  Э, вторая  $H_1 = 20$  и  $H_2 = 20,2$  Э. Видно, что меньшему значению разности  $\Delta H = H_2 - H_1$  соответствует меньшее значение частоты осцилляций. Это отражает реализацию схемы компенсации. Достигнуто уменьшение частоты осцилляций в 30 раз, что приводит к соответствующему

уменьшению среднеквадратичного отклонения действующего на нейтроны магнитного поля.

Во второй модели НСЭ-спектрометра в классическую схему добавлены НСП. В этом НСЭ-спектрометре в разности фаз кодируется переданный момент в направлениях как вдоль, так и поперек направления нейтронного пучка. В настоящее время исследования НСЭ-спектрометра с НСП только начаты. На рис. 3 приведена зависимость нормированной поляризационной эффективности спектрометра от длины волны нейтронов для НСЭ-спектрометра с НСП. Из-за различия углов

Рис. 2. Зависимость нормированной поляризационной эффективности спин-эхо-спектрометра с МСП при различных значениях магнитных полей в плечах спектрометра  $H_1$  и  $H_2$ : а)  $H_1 = 20, H_2 = 30$  Э; б)  $H_1 = 20, H_2 = 20,2$  Э

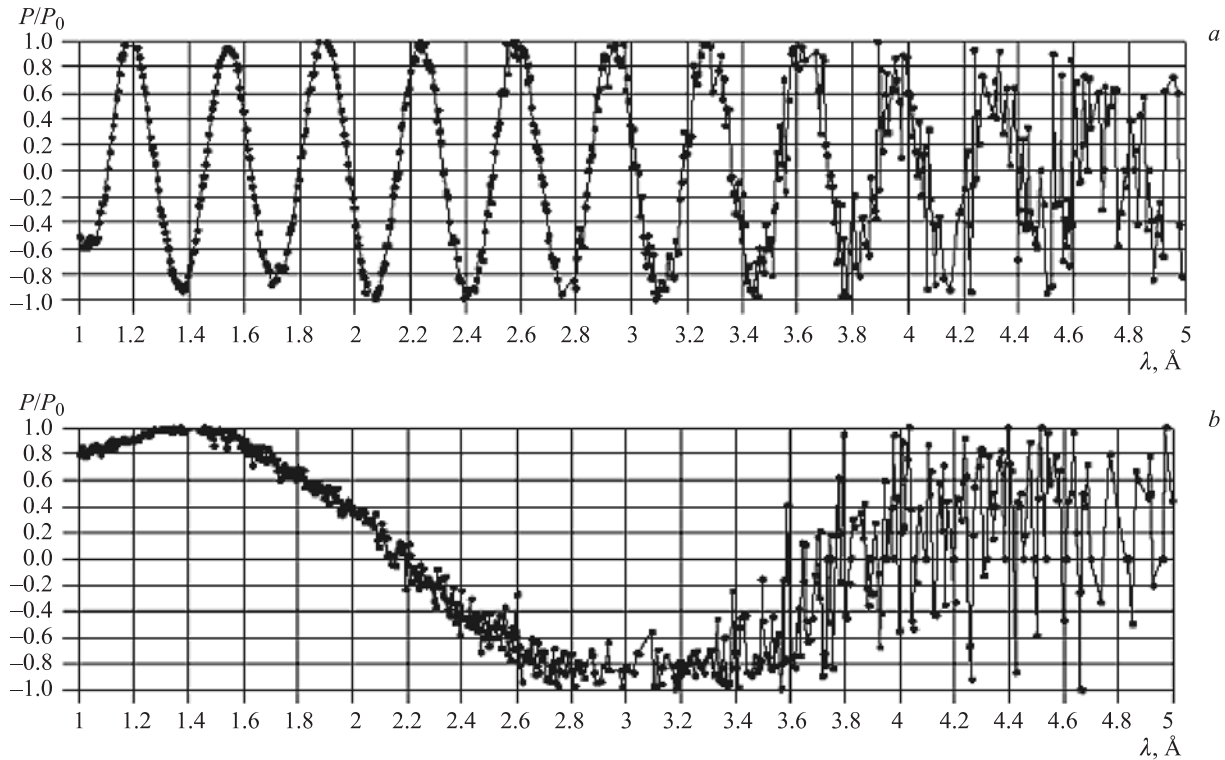


Fig. 2. Dependence of the normalized polarization efficiency of the spin echo spectrometer with MSP at different values of magnetic fields in the spectrometer shoulders  $H_1$  and  $H_2$ : а)  $H_1 = 20, H_2 = 30$  Oe; б)  $H_1 = 20, H_2 = 20.2$  Oe

equal to  $H_1 = 20$  Oe and  $H_2 = 30$  Oe, the second one to  $H_1 = 20$  Oe and  $H_2 = 20.2$  Oe. It can be seen that the smaller value of the oscillation frequency corresponds to that of the difference  $\Delta H = H_2 - H_1$ . This reflects realization of the compensation scheme. Decrease in the oscillation frequency by a factor of 30 has been achieved, which leads to the corresponding diminution of mean square deviation influencing the neutrons of the magnetic field.

In the second model of the NSE spectrometer the NSPs are introduced into the classical scheme (Fig. 1, noted by inclined lines). In this NSE spectrometer in the phase difference the transferred wave vector is coded in the direction both along and across the neutron beam. Currently, investigations of the NSE spectrometer with NSP are just started. Figure 3 illustrates dependence of the normalized polarization efficiency of the spectrometer on the neutron wave-

скольжения пучка нейтронов на двух НСП наблюдается сложная длинноволновая зависимость (заштрихованные кружки). Тем не менее экспериментальная зависимость неплохо описывается расчетной кривой (сплошная линия).

В 2006 г. предполагается продолжить исследования НСЭ-спектрометра при различной степени компенсации магнитного поля и различных значениях угла скольжения нейтронов, а также провести пробные исследования спектра колебаний поверхностного слоя нейтронного зеркала при возбуждении в нем ультразвуковой волны с частотой в несколько мегагерц. В дальнейших планах также создание наноструктуры, которая представляла бы собой спин-эхо-спектрометр и исследуемый объект одновременно. О возможности создания такой наноструктуры было отмечено еще в работе [3].

Таким образом, первые исследования подтвердили наши представления как о возможности реализации

спин-эхо-спектрометрии на импульсном источнике нейтронов, так и о возможности применения наноструктур для создания основных элементов спин-эхо-техники. А это, как мы надеемся, позволит в ближайшем будущем проводить актуальные исследования низкочастотной динамики таких наноструктур, как биологические объекты, макромолекулы, полимерные цепи и т. п.

Работа выполнялась при поддержке РФФИ и INTAS.

### Список литературы / References

1. Mezei F. // Z. Phys. 1972. V. 255. P. 146.
2. Ebisava T. et al. // J. Neutron Res. 1996. V. 4. P. 157.
3. Aksenov V. L., Nikitenko Yu. V. // NIM in Phys. Res. B. 2002. V. 187. P. 560.
4. Aksenov V. L., Bodnarchuk V. I., Kozhevnikov S. V., Nikitenko Yu. V. // JMMM. 2004. V. 845. P. 272–276.

Рис. 3. Зависимость поляризационной эффективности спин-эхо-спектрометра с НСП при углах скольжения  $\theta_1 = 0,00263$  и  $\theta_2 = 0,00324$  мрад: точки — экспериментальные данные, сплошная линия — расчет

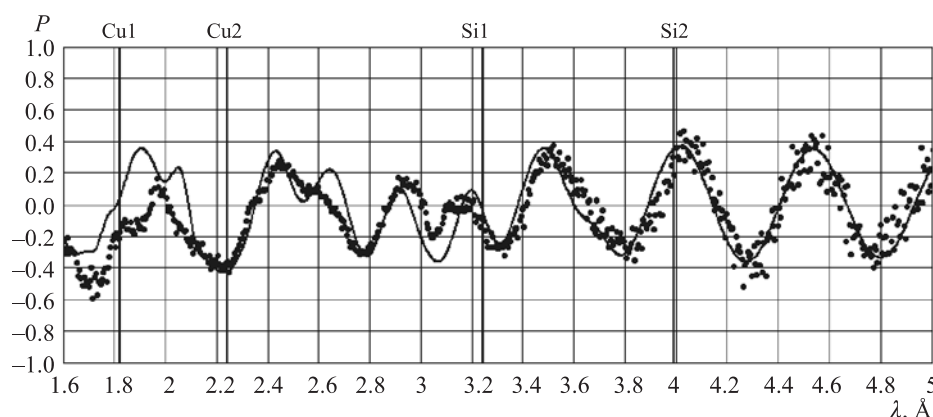


Fig. 3. Dependence of the polarization efficiency of the spin echo spectrometer with NSP at the glancing angles  $\theta_1 = 0.00263$  mrad and  $\theta_2 = 0.00324$  mrad: the points — experimental data, the solid line — calculation

length for the NSE spectrometer with NSP. Due to the difference of glancing angles of the neutron beam on two NSPs, a complicated long-wave dependence is observed (full circles). Nevertheless, the experimental dependence is described quite well by the calculation (solid line).

In 2006 it is proposed to continue investigations of the NSE spectrometer at various compensation degrees of the magnetic field and the neutron glancing angle and also to carry out a pilot study of the oscillation spectrum of the surface layer of the neutron mirror at the excitation in it of an ultrasonic wave with a frequency of several megahertz. Further plans also include the creation of a nanostructure that would be a spin echo spectrometer and the studied object si-

multaneously. A possibility to create such a nanostructure has been mentioned already in [3].

Thus, the first investigations have confirmed our ideas on the possibility of implementation of the spin echo spectrometry at a pulsed neutron source and also on the possibility of application of nanostructures to create main elements of the spin echo equipment. And this, we hope, will allow one in the nearest future to conduct investigations of current importance into low-frequency dynamics of such nanostructures as biological objects, macromolecules, polymer chains, etc.

*М. В. Алтайский<sup>1</sup>, В. Н. Горбачев<sup>2</sup>*

## Сетчатка глаза как квантовый процессор

<sup>1</sup>Лаборатория радиационной биологии ОИЯИ

<sup>2</sup>Лаборатория квантовой информации и вычислений Санкт-Петербургского университета аэрокосмического приборостроения

Восприятие единичных фотонов сетчаткой глаза является одним из удивительных эффектов фотобиологии. Создание искусственных устройств с подобной чувствительностью требует решения задач, связанных с регистрацией слабого сигнала, в частности выделения сигнала на уровне шумов. При реализации этих задач необходимы большие затраты на дорогостоящие приемники излучения, охлаждение, стабилизацию всех технических параметров. Однако такое устройство, как человеческий глаз, работает без всякого охлаждения и прекрасно справляется со всеми трудностями регистрации слабых сигналов; он осуществляет обработку зрительной информации и передает ее далее в зрительную зону коры головного мозга.

Принимая во внимание чувствительность к отдельным фотонам, процесс зрительного восприятия можно рассматривать с точки зрения квантовых вычислений как процесс передачи, хранения и манипуляции квантовыми состояниями. В качестве входных данных выступают фотоны, которые преобразуются в нервный импульс. При этом, хотя окончательное формирование нервного импульса связано с химическим сигналом — освобождением трансдуцина, — запуск этого процесса осуществляется на квантовом уровне, путем взаимодействия фотона, кванта электромагнитного поля, с молекулами ретиналя.

Чтобы моделировать процесс преобразования света, ретиналь можно описывать трехуровневой системой

*M. V. Altaisky<sup>1</sup>, V. N. Gorbachev<sup>2</sup>*

## Retina as Quantum Processor

<sup>1</sup>Laboratory of Radiation Biology, JINR, Dubna

<sup>2</sup>Laboratory of Quantum Information and Calculations, St.Petersburg University of Aerospace Instrument Engineering

Perception of single photons by human retina is one of the most exciting phenomena in photobiology. The construction of artificial devices of comparable sensitivity requires the solution of problems related to the detection of weak signal and its separation from the noise. The technical solution of such tasks demands high expenses for radiation detectors, cooling and stabilization of all technical parameters. In contrast to that, the human eye works without any special cooling and perfectly manages the weak signal registration problem; it performs the preliminary processing of visual information and transmits the message further to the visual cortex.

Taking into account the sensitivity of the eye to single photons, the process of visual perception may be studied from the standpoint of quantum computations — as a process of information transfer, storage and manipulations on quantum states. The input signals are photons; those are finally transformed into a nerve impulse. Although the final formation of nerve pulse is related to a chemical signal — release of transducin, the initiation of this process has quantum nature: it goes via the interaction of photon, a quantum of electromagnetic field, with retinal molecules.

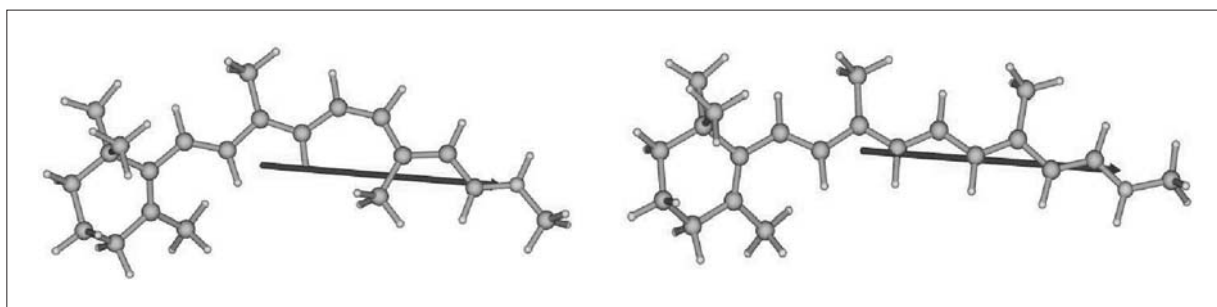
For modeling of the light transformation the retinal molecules may be described in terms of a three-level system

лямбда-конфигурации cis-S1-trans, где верхний уровень S1 — возбужденное состояние молекулы ретиналя — является общим. Падающий фотон поглощается на переходе cis-S1, за счет чего на втором переходе S1-trans формируется возбуждение, которое, за счет взаимодействия с родопсиновым окружением, приводит к изменению конформации молекулы ретиналя с 11-cis на all-trans (см. рисунок) и в конечном итоге порождает нервный импульс. В квантовой оптике такие трехуровневые системы хорошо известны, они рассматривались в основном для задач лазерной генерации, остановки света, а также для записи состояний света на атомы. Неожиданной особенностью такой трехуровневой системы является ее высокая чувствительность, которая обусловлена процессом усиления. Это усиление возникает естественным образом, благодаря взаимодействию мо-

лекул ретиналя с большим числом молекул родопсинового окружения, играющих роль эффективной накачки, аналогично накачке в лазере. Так, если использовать для расчета данные ретиналя, оказывается, что при поглощении уже одного фотона на выходе возникает сигнал порядка 0,1 мкА. Это очень маленький сигнал, однако он является вполне доступным для регистрации.

Для информационных процессов важно, чтобы состояния, которыми кодируется информация, сохраняли свою целостность. Физической причиной разрушения состояний является декогеренция, которая возникает при взаимодействии с окружением. Именно такие взаимодействия приводят к диссипации, или потерям, и служат основной причиной ошибок, возникающих при передаче информации. Для решения проблемы можно обратиться к подпространствам, свободным от декоге-

Состояния 11-cis и all-trans молекулы ретиналя. При поглощении кванта света молекула ретиналя переходит из состояния 11-cis (слева) в all-trans состояние (справа). Суперпозиция этих состояний может выступать в качестве кубита. Стрелкой показано направление дипольного момента. Рисунок из работы М. Алтайского, В. Горбачева, Ф. Пичерри «Усиление когерентного сигнала в родопсиновой среде» (Письма в ЭЧАЯ (в печати))



11-cis and all-trans configurations of retinal molecule. Absorption of photon results in conformation change of the retinal molecule from 11-cis configuration (left) into all-trans configuration (right). Superposition of these states may play a role of qubit. The arrows in the pictures show the direction of dipole moments. The picture is taken from the paper by M. Altaisky, V. Gorbachev, F. Pichierrri «Coherent Signal Amplification in Rhodopsin Media» (to be published in «Part. Nucl., Lett.»)

in lambda-configuration cis-S1-trans, where the top level (S1) — the excited state of retinal — is common. The incident photon is absorbed on cis-S1 transition; by virtue of this, the second transition S1-trans results in excitation, which, being in interaction with rhodopsin environment, initiates the change of retinal conformation from 11-cis to all-trans (see figure). The final result of all these processes is the formation of nerve impulse. Such three-level systems have long been known in quantum optics: they were considered in laser generation problems, light stopping, light state recording on atoms. An unexpected feature of such three-level systems is their high sensitivity, related to the amplification process. The amplification naturally arises from the interaction of retinal molecules with a big number of mole-

cules of rhodopsin environment that play the role of effective pumping like in lasers. In this way, using the ab-initio calculations on retinal configurations, it turns out that absorption of a single photon may yield an output signal of 0.1  $\mu\text{A}$  order. This is a very weak signal, but still accessible for registration.

It is important for information processing that the states coding the information keep their integrity. The physical reason for the decay of states is the decoherence caused by the interaction with environment. Such interactions lead to dissipation and are the main source of errors in information transfer. This problem may be solved using the decoherence-free subspaces (DFS), which are spanned on states not sensitive to the interaction with environment. Such states

ренции (decoherence-free subspaces), которые содержат состояния, нечувствительные к взаимодействию с окружением. Такие состояния могут возникать в коллективных процессах. Впервые они были рассмотрены для взаимодействия ансамбля двухуровневых атомов с электромагнитным полем (*Zanardi P., Rasetti M. // PRL. 1997. V. 79. P. 3306*). Состояния, свободные от декогеренции, могут возникать и в данном случае.

Пусть на сетчатку падает один фотон, он может поглотиться одной и только одной из  $N$  молекул ретиналя. Тогда одно возбуждение перераспределяется среди  $N$  молекул ретиналя, которые оказываются в квантовой суперпозиции. В результате выходной сигнал от этих молекул также будет представлять собой квантовую суперпозицию. Точный вид возникающего  $N$ -частичного состояния записать нетрудно, однако более важным оказывается его нечувствительность к процессу коллективной релаксации (*Башаров А. М., Горбачев В. Н., Знаменский Н. В. // Квантовая электроника. 2006. Т. 37.*

*С. 785*). В данном случае речь идет о коллективной релаксации, обусловленной взаимодействием ретиналя с родопсином, играющим роль коллективного термостата. В итоге оказывается, что окружение, которое, с одной стороны, приводит к деградации квантовых состояний, с другой стороны, может удерживать их от разрушения.

Наличие большого числа молекул ретиналя, взаимодействующих с родопсиновым окружением, может создавать сложные когерентные эффекты «квантовых вычислений», используемых при первичной обработке зрительной информации и обеспечивающих огромный коэффициент усиления при восприятии единичных фотонов. При этом диссипация, вызванная взаимодействием ретиналя с родопсиновым окружением, скорее полезна, чем вредна: постоянно «наблюдая» молекулу ретиналя, родопсин поддерживает ее в некотором квантовом состоянии.

may emerge in collective interaction processes. For the first time they were considered for the interaction of two-level atoms with electromagnetic field (*Zanardi P., Rasetti M. // PRL. 1997. V. 79. P. 3306*). The decoherence-free subspaces might also arise in our case.

Let a single photon incident to a retina be absorbed by one of the  $N$  molecules of retinal. Then the excitation is redistributed among  $N$  retinal molecules, which are in quantum superposition. The output signal of these molecules will be a quantum superposition as well. The exact equation for such  $N$ -particle state is not difficult to write; however, its insensitivity to the collective relaxation process is more important (*Basharov A. M., Gorbachev V. N., Znamensky N. V. // Quantum Electronics. 2006. V. 36. P. 785*). In our case that means the collective relaxation constrained by the

retinal interaction with rhodopsin that plays the role of collective thermostat. As a result, it turns out that the environment that may lead to decoherence may also keep them from decay.

The presence of a large number of retinal molecules interacting with rhodopsin environment can produce intricate coherent effects of «quantum calculations» used in preliminary processing of visual information and providing tremendous amplification for single photon detection. The dissipation caused by the interaction of retinal molecules with rhodopsin environment seems to be more helpful than harmful; here the retinal molecule being permanently «observed» by rhodopsin environment is kept in a given quantum state.

**24-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 3–4 апреля под председательством профессора В. Навроцка.**

Главный ученый секретарь ОИЯИ Н. А. Русакович проинформировал ПКК о рекомендациях 99-й (январь 2006 г.) и 100-й (март 2006 г.) сессий Ученого совета Института и решениях Комитета полномочных представителей (март 2006 г.).

ПКК поблагодарил В. Г. Кадышевского, Ц. Вылова и В. М. Жабицкого за успешную работу в дирекции Института и особенно за большую поддержку, которую в течение 1992–2005 гг. они оказывали исследованиям по физике конденсированных сред в ОИЯИ.

ПКК поздравил Объединенный институт ядерных исследований с 50-летним юбилеем и пожелал его международному коллективу сотрудников новых научных достижений.

Члены ПКК выразили благодарность заместителю директора ЛВЭ Н. Н. Агапову за организацию посещения нуклотрона и за сделанные им пояснения.

**Реактор ИБР-2.** Заслушав сообщение главного инженера ЛНФ В. Д. Ананьева о состоянии дел с модернизацией реактора ИБР-2, ПКК рекомендовал дирекции ОИЯИ и ЛНФ предпринять все необходимые меры для продолжения работ по модернизации реактора в соответствии с планом.

**Программа исследований по физике конденсированных сред на время остановки реактора ИБР-2.** Обсудив доклад А. М. Балагурова о планируемой программе научных исследований, развитии экспериментальной базы реактора ИБР-2 и образовательной программе научно-экспериментального отдела нейтронных исследований конденсированных сред ЛНФ ОИЯИ на период остановки реактора ИБР-2 в 2007–2010 гг., ПКК отметил, что длительная остановка реактора предоставляет хорошую возможность для создания новых и совершенствования существующих спектрометров. ПКК рекомендовал разработать стратегическую программу развития экспериментальной базы реактора с учетом ограничений бюджета ОИЯИ и обосновать предполагаемые меры по совершенствованию экспериментальной базы с точки зрения стратегической программы научных исследований, запросов пользователей и технических параметров ИБР-2.

**Перспективы развития источников синхротронного излучения и нейтронов в России.** ПКК с интересом заслушал доклад В. Л. Аксенова о разрабатываемой национальной научной программе «Исследования наносистем и материалов с использованием синхротронного излучения и нейтронов» и о ситуации с источниками синхротронного излучения и нейтронов в России в целом и в РНЦ «Курчатовский институт» в частности и отметил, что возможности существующей и со-

**The 24th meeting of the PAC for Condensed Matter Physics was held on 3–4 April. It was chaired by Professor W. Nawrocik.**

JINR Chief Scientific Secretary N. Russakovich informed the PAC about the resolutions of the 99th (January 2006) and 100th (March 2006) sessions of the Scientific Council and about the decisions of the Committee of Plenipotentiaries (March 2006).

The PAC thanked V. Kadyshvsky, Ts. Vylov and V. Zhabitsky for their successful work as members of the JINR Directorate, in particular for the support which was given during 1992–2005 to the condensed matter physics research at the Institute.

The PAC congratulated the Joint Institute for Nuclear Research on its 50th anniversary and wished its international staff continuing scientific success in the future.

The PAC appreciated the visit to the Nuclotron and the explanations given by VBLHE Deputy Director N. Agapov.

**IBR-2 reactor.** The PAC was informed by V. Ananiev about the status of the modernization of the IBR-2 reactor. The PAC expects that the JINR and FLNP directorates will take all necessary measures to ensure the continuation of the work for IBR-2 modernization according to schedule.

**Programme of condensed matter physics research for the period of IBR-2 shut-down.** The PAC took note of

the report by A. Balagurov on the planned scientific investigations, instrument developments and educational programme in the FLNP Condensed Matter Department for 2007–2010 during the shut-down of the IBR-2 reactor. The PAC noted that the shut-down of the reactor gives an opportunity for the development of new spectrometers and the upgrade of the existing ones. The PAC recommended that a strategic programme of instrument development and upgrade for the reactor be established, taking into account the constraints of the JINR budget, and that the rationale for the proposed upgrades be defined in terms of strategic scientific developments, user requirements and suitability for the IBR-2 operational parameters.

**Prospects for the development of synchrotron radiation and neutron sources in Russia.** The PAC heard with interest the report by V. Aksenov about the national research programme «Investigations of Nanosystems and Materials with the Use of SR and Neutrons» being developed in Russia and about the situation with synchrotron and neutron sources in Russia, in particular at the RRC «Kurchatov Institute». The PAC noted that the opportunities for condensed matter research with in-development and existing instrumentation at the synchrotron and neutron sources of the «Kurchatov Institute» would be useful for the realization of the



здающейся инструментальной базы источников синхротронного излучения и нейтронов в РНЦ «Курчатовский институт» будут полезны для реализации «дорожной карты» ОИЯИ в области физики конденсированных сред во время остановки реактора ИБР-2.

**Рекомендация по завершающейся теме.** По теме «Развитие методов и средств лучевой терапии и сопутствующей диагностики на медицинских адронных пучках», ранее одобренной для завершения в 2006 г., ПКК рекомендовал ее продление на три года, подчеркнув, что программа лучевой терапии ОИЯИ соответствует высшим международным стандартам как в области разработок и исследований, так и в сфере клинического применения.

**Научные доклады.** ПКК с интересом заслушал научные доклады М. В. Алтайского «Когерентное усиление света в родопсиновой среде», М. В. Авдеева «Нейтронные исследования наносистем в ЛНФ» и В. Ф. Реутова «Работы по созданию и исследованию наноструктурных объектов».

**Исследования методом нейтронного активационного анализа в ЛНФ.** Заслушав доклад М. В. Фронтасьевой «Работы по нейтронному активационному анализу в ЛНФ: 10 лет сотрудничества с МАГАТЭ», ПКК одобрил результаты сотрудничества, а также предлагаемые планы исследований в области наук о жизни на период остановки ИБР-2 в 2007–2010 гг.

ПКК поддержал идею создания аналитического центра в ЛНФ, основанного на ядерно-физических аналитических методах: инструментальном нейтронном активационном анализе, атомной абсорбционной спектроскопии и ионно-эмиссионной масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

**Презентация постеров молодых ученых ЛНФ.**

ПКК с удовлетворением ознакомился с семнадцатью постерами в области исследований по физике конденсированных сред, разработок спектрометров и техники эксперимента, представленными молодыми учеными ЛНФ, и отметил широкий диапазон научной проблематики и высокий уровень работ.

**24-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 6–7 апреля под председательством профессора Н. Яневой.**

Члены ПКК заслушали отчет о выполнении рекомендаций 23-й сессии ПКК, информацию о резолюциях 99-й и 100-й сессий Ученого совета ОИЯИ (январь, март 2006 г.) и решениях Комитета полномочных представителей ОИЯИ (март 2006 г.).

ПКК сердечно поздравил Объединенный институт ядерных исследований с 50-летием и пожелал ему успешного развития в будущем. ПКК принял к сведению сообщение об утверждении на сессии КПП М. Г. Иткиса и

JINR road map in condensed matter physics during the IBR-2 shut-down.

**Recommendation for the expiring theme.** The PAC took note of the report on the theme previously approved for completion in 2006 «Further Development of Methods and Instrumentation for Radiotherapy and Associated Diagnostics with JINR Hadron Beams», presented by G. Mitsin, and recommended extension of this activity for three years. The PAC considers the JINR Radiotherapy Programme to be of the highest international standard, both with respect to research and development and with respect to clinical applications.

**Scientific reports.** The PAC noted with interest the scientific reports: «On Coherent Light Amplification in Rhodopsin Media» presented by M. Altaisky, «Neutron Research of Nanosystems at FLNP» presented by M. Avdeev, and «Development and Research of Nanostructured Objects» presented by V. Reutov.

**Neutron activation analysis studies at FLNP.** The PAC appreciated the cooperation between the FLNP Sector of Neutron Activation Analysis and the International Atomic Energy Agency presented by M. Frontasyeva in her report «Neutron Activation Analysis at FLNP: 10 Years' Experience of Collaboration with IAEA», as well as the plans for research in the field of life sciences proposed for the shut-down period

of the IBR-2 reactor in 2007–2010. The PAC supported the idea of establishing an Analytical Centre of Excellence at FLNP based on nuclear and related analytical techniques: instrumental neutron activation analysis, atomic absorption spectrometry, and ion-coupled emission mass spectrometry.

**Poster presentations by FLNP young scientists.** The PAC appreciated the poster presentations of scientific research and instrumentation development in condensed matter physics by seventeen FLNP young scientists, and noted the wide range and the high quality of these activities.

**The 24th meeting of the Programme Advisory Committee for Nuclear Physics was held on 6–7 April. It was chaired by Professor N. Janeva.**

The PAC was informed about the implementation of recommendations taken at the previous meeting, about the resolutions of the 99th (January 2006) and 100th (March 2006) sessions of the JINR Scientific Council, and about the decisions of the Committee of Plenipotentiaries (March 2006 meeting).

The PAC extended cordial congratulations to the Joint Institute for Nuclear Research on its 50th anniversary and best wishes for the successful development in the future. It noted the appointment, by the Committee of Plenipotentiaries, of M. Itkis and R. Lednický as Vice-Directors of JINR,

Р. Ледницкого в должностях вице-директоров ОИЯИ, Н. А. Русаковича — главного ученого секретаря ОИЯИ и Г. Д. Ширкова — главного инженера ОИЯИ на срок полномочий нового директора ОИЯИ А. Н. Сисакяна до 1 января 2011 г.

ПКК поблагодарил В. Г. Кадышевского, Ц. Вылова и В. М. Жабицкого за их успешную работу в дирекции ОИЯИ в течение 1992–2005 гг. и профессора Н. Роули за его неоценимый вклад в деятельность ПКК по ядерной физике и работу в качестве председателя этого комитета.

ПКК рассмотрел отчеты по трем темам, завершающимся в 2006 г.; заслушал информацию о перспективах научно-технического сотрудничества между ОИЯИ и Департаментом науки и технологий Правительства Южно-Африканской Республики, информацию о последних результатах экспериментов по гамма-спектроскопии тяжелых ядер в ЛЯР, о статусе эксперимента GEMMA, о науч-

ной программе исследований на установке ИРЕН (первая очередь проекта), а также один научный доклад. По всем рассмотренным вопросам ПКК принял следующие рекомендации.

**Продление тем, завершающихся в 2006 г.** Заслушав отчет по теме «Исследование фундаментальных взаимодействий в ядрах при низких энергиях», ПКК с удовлетворением отметил прогресс, достигнутый в исследованиях в области двойного безнейтринного бета-распада, магнитного момента нейтрино, поиска темной материи, ядерной астрофизики, а также ядерной спектроскопии как их методологической базы. ПКК подчеркнул важность работ по неускорительной физике, в которые исследовательские группы ОИЯИ вносят исключительно важный вклад.

ПКК с интересом заслушал доклады «Развитие циклотронов ЛЯР для получения интенсивных пучков ускоренных ионов стабильных и радиоактивных изотопов» и



Дубна, 6 апреля. 24-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике под председательством профессора Н. Яневой (вторая справа)

Dubna, 6 April. The 24th meeting of the Programme Advisory Committee for Nuclear Physics presided over by Professor N. Janeva (second from right)

N. Russakovich as Chief Scientific Secretary of JINR, and G. Shirkov as Chief Engineer of JINR for the term of office of the new Director of JINR, A. Sissakian, till 1 January 2011.

The PAC thanked V. Kadyshesky, Ts. Vylov and V. Zhabitsky for their successful work as members of the JINR Directorate during 1992–2005 and Professor N. Rowley for his outstanding contribution to the activity of the PAC for Nuclear Physics and for his successful work as its Chairperson.

The PAC considered three themes previously approved for completion in 2006, heard information about the future trends of the scientific and technical cooperation between JINR and the Department of Science and Technology of the Government of the Republic of South Africa, information about latest results on  $\gamma$ -spectroscopy experiments with heavy nuclei at FLNR, status of the GEMMA experiment, the scientific programme for the 1st stage of the IREN facility, and a scientific report.

The PAC made the following recommendations on the considered questions:

**Extension of themes previously approved for completion in 2006.** Concerning the theme «Investigation of Fundamental Interactions in Nuclei at Low Energies», the PAC was impressed by the progress obtained and by the wide range of DLNP investigations of neutrinoless double beta decay, neutrino magnetic moment, dark matter search, nuclear astrophysics as well as nuclear spectroscopy as their methodological basis. The PAC stressed the importance of the non-accelerator physics to which the Dubna groups contribute in an absolutely significant way.

The PAC heard with interest a report on the themes «Development of the FLNR Cyclotron Complex for Producing Intense Beams of Accelerated Ions of Stable and Radioactive Isotopes» and «Development and Construction of an Accelerator Complex for Producing Radioactive Ion

«Создание ускорительного комплекса радиоактивных пучков (проект DRIBs)». Отметив прогресс в реализации проекта DRIBs (первая фаза), в частности оптимизацию пучка  ${}^6\text{He}$ , ПКК обратился к ЛЯР с просьбой представить на следующей сессии доклад, проясняющий ситуацию с реализацией второй фазы проекта DRIBs, с рассмотрением всех затрат, включая и затраты на радиационную защиту. ПКК также хотел бы получить информацию о существующих на сегодняшний день возможностях синтеза сверхтяжелых элементов с помощью радиоактивных пучков тяжелых ионов.

По теме «Совершенствование и развитие фазотрона ЛЯП (ОИЯИ) для физических и прикладных исследований» ПКК подчеркнул особую важность поддержания фазотрона в рабочем состоянии и его совершенствования для проекта SAD и протонной терапии.

ПКК рекомендовал продолжить эти три темы в 2007–2009 гг. с первым приоритетом.

**Сотрудничество с Южно-Африканской Республикой.** ПКК заслушал информацию, представленную Д. В. Каманиным, о перспективах научно-технического сотрудничества между ОИЯИ и Департаментом науки и технологий Правительства Южно-Африканской Республики, которое основывается на Меморандуме о взаимопонимании, подписанном сторонами в октябре 2005 г.

**Эксперименты по гамма-спектроскопии тяжелых ядер.** ПКК с удовлетворением заслушал доклад

«Последние результаты экспериментов по гамма-спектроскопии тяжелых ядер в ЛЯР», представленный К. Хошильдом (CSNSM, Орсе, Франция), и отметил, что результаты, полученные в лаборатории совместно с физиками из Орсе и Страсбурга, являются перспективными и весьма обнадеживают. ПКК рекомендовал выделить для этих экспериментов в 2006 г. один месяц работы на пучке ионов, а также настоятельно поддержал дальнейшее развитие работ по гамма-спектроскопии в ЛЯР.

**Статус эксперимента GEMMA.** ПКК с большим интересом заслушал доклад о первых результатах измерений магнитного момента нейтрино (проект GEMMA-1) на потоке нейтрино реактора Калининской АЭС. Верхний предел, достигнутый группой ОИЯИ–ИТЭФ, демонстрирует значительный потенциал этого метода для будущих разработок проектов GEMMA-2 и GEMMA-3. ПКК подчеркнул необходимость поддержать создание новой нейтринной лаборатории на Калининской АЭС и ее расширение в качестве существенного шага по развитию в ОИЯИ этого оригинального направления в физике реакторных нейтрино. ПКК рекомендовал продолжение этого эксперимента в течение следующих трех лет с первым приоритетом.

**Проект ИРЕН (первая очередь).** ПКК принял к сведению информацию дирекции ЛНФ об успешном ходе работ по демонтажу реактора ИБР-30, а также по созданию и наладке узлов линейного ускорителя для установ-

Beams». It was pleased to note the satisfactory progress of the DRIBs-I project, specifically the optimization of the  ${}^6\text{He}$  beam. The PAC wishes the Flerov Laboratory to present at the next meeting a report clarifying the situation with Phase II of the DRIBs project, in particular the considerations of costs including those related to the radiation protection. The PAC would also appreciate to be informed about the present situation concerning the possibility to synthesize superheavy elements with heavy radioactive beams.

The PAC heard with interest a report «Improvement and Development of the JINR Phasotron for Fundamental and Applied Research» and emphasized that development and maintenance of the Phasotron is especially important for the SAD project and the proton therapy.

The PAC recommended extension of these three themes for the years 2007–2009 with first priority.

**Cooperation with the Republic of South Africa.** The PAC was informed by D. Kamanin about the future trends of the scientific and technical cooperation between JINR and the Department of Science and Technology of the Government of the Republic of South Africa, based on the Memorandum of Understanding between the two parties signed in October 2005.

**Latest results on  $\gamma$ -spectroscopy experiments with heavy nuclei at FLNR.** The PAC was pleased to hear the re-

port «Latest Results on  $\gamma$ -Spectroscopy Experiments with Heavy Nuclei at FLNR», presented by K. Hauschild (CSNSM, IN2P3-CNRS, Orsay, France). It was noted that the first results obtained by the FLNR physicists in cooperation with Orsay and Strasbourg are very promising, and that this line of research deserves a strong support. The PAC recommended allocation of one month of beam time for these experiments in 2006. The PAC also strongly encouraged further developments in  $\gamma$  spectroscopy at the Flerov Laboratory.

**Status of the GEMMA experiment.** The PAC heard with great interest a report on first GEMMA-1 results on neutrino magnetic moment measurements in the neutrino beam of the Kalinin reactor. The upper limit reached by the JINR–ITEP group demonstrates the significant potential of this method for future developments of GEMMA-2 and GEMMA-3. The PAC stressed that construction of the new neutrino laboratory at the Kalinin NPP and its extension should be supported by JINR as an essential step in the development of this original approach in reactor neutrino physics. The PAC recommended continuation of this experiment in the next three years with first priority.

**Scientific programme for the 1st stage of the IREN facility.** The PAC was pleased to hear the FLNP Directorate's information concerning the successful finishing of

ки ИРЕН и одобрил предложенную научную программу для первой очереди ИРЕН и план работ с оценками затрат при создании первой очереди этой установки.

ПКК рекомендовал дирекциям ОИЯИ и ЛНФ расширять сотрудничество с другими лабораториями и институтами в процессе создания первой очереди установки ИРЕН до конца 2007 г., включая ускоритель электронов, стенд для прикладных исследований и нейтронно-производящую мишень.

**Научный доклад.** ПКК с интересом заслушал научный доклад «Псевдоспиновая симметрия в структуре сверхтяжелых ядер», представленный Р. В. Джолосом.

**25-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 20–21 апреля под председательством профессора Т. Холлмана.**

ПКК с одобрением принял к сведению информацию, представленную главным ученым секретарем ОИЯИ Н. А. Русаковичем, о рекомендациях 99-й и 100-й сессий Ученого совета ОИЯИ (январь, март 2006 г.) и решениях Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ (март 2006 г.). ПКК пожелал новому составу дирекции, избранному на сессии КПП, успешной деятельности в деле сохранения и укрепления научных позиций Института как первоклассного международного научного центра, в котором актуальные фундаменталь-

ные физические исследования интегрированы с развитием и применением передовых технологий и университетским образованием.

В связи с решением КПП об увеличении бюджета ОИЯИ начиная с 2007 г. ПКК призвал страны-участницы к обязательному выполнению финансовых обязательств как в настоящее время, так и в будущем с тем, чтобы программа актуальных научных исследований мирового уровня, запланированная в ОИЯИ, могла быть полностью реализована.

По случаю 50-летия ОИЯИ ПКК отметил выдающийся вклад в развитие науки и техники, внесенный Институтом с момента образования, и поздравил его коллектив с юбилеем, пожелав ему успехов в осуществлении научной программы будущих исследований, основанной на широком международном сотрудничестве.

ПКК поздравил профессора В. Д. Кекелидзе с переизбранием на новый срок руководителем эксперимента NA-48/2 в ЦЕРН.

Заслушав доклад заместителя главного инженера ОИЯИ Г. В. Трубникова о состоянии дел на базовых установках Института, ПКК высоко оценил их стабильную работу в 2005 г., так же как и работу по их дальнейшему развитию.

Значительное внимание ПКК уделил вопросам, связанным с текущими экспериментами на нуклотроне и с программой будущих физических исследований на нем,

dismantling IBR-30 and the recent progress in the creation and adjustment of LINAC components for IREN. The PAC appreciated the high quality of the proposed scientific programme and the work plan with cost assessments for the 1st stage of the IREN facility. The PAC recommended that the JINR and FLNP directorates maintain the momentum of the project implementation, extend cooperation with other laboratories and institutions to construct by the end of 2007 the 1st stage of IREN, including the electron accelerator, the stand for applied research, and the neutron production target.

**Scientific report.** The PAC heard with interest the scientific report «Pseudospin Symmetry in the Structure of Superheavy Nuclei», presented by R. Jolos.

**The 25th meeting of the Programme Advisory Committee for Particle Physics was held on 20–21 April. It was chaired by Professor T. Hallman.**

The PAC for Particle Physics took note of the information presented by JINR Chief Scientific Secretary N. Rusakovich on the resolutions of the 99th and 100th sessions of the JINR Scientific Council (January, March 2006) and on the decisions of the JINR Committee of Plenipotentiaries (CP) (March 2006 meeting). The PAC wished the members of the new Directorate, elected at the CP session, success in their

efforts to preserve and strengthen the position of JINR as an international scientific centre of excellence in which frontier physics research is integrated with the development and application of advanced technologies and with university education.

The PAC was pleased to note the decision taken by the CP to increase the JINR budget beginning in 2007 and urged that the Member States work diligently to meet their planned commitments now and in the future so that the exciting programme of world-leading science planned at JINR can be fully carried out.

On the occasion of the 50th anniversary of JINR, the PAC congratulated the Institute on its outstanding contributions to the advancement of science and technology made since its foundation and wished its staff success in implementing its future research programme based on the extensive international scientific cooperation.

The PAC congratulated Professor V. Kekelidze on his re-election for a new term as Spokesperson of the NA48/2 experiment at CERN.

The PAC took note of the report presented by JINR Deputy Chief Engineer G. Trubnikov on the status of the JINR basic facilities and appreciated their stable operation in 2005 according to schedule as well as their further development.

выразив глубокую озабоченность отсутствием интенсивного пучка поляризованных дейтронов и интенсивных пучков тяжелых ядер, необходимых для проведения запланированных экспериментов. ПКК рекомендовал закрыть такие проекты, как «Дельта–Сигма» и «Спин» в случае, если вопросы, связанные с созданием интенсивного пучка поляризованных дейтронов, не будут решены в течение года.

Принимая во внимание рекомендацию Ученого совета в адрес ПКК по физике частиц рассмотреть предложения о возможности экспериментальных исследований смешанной фазы сильновзаимодействующей материи на нуклотроне, ПКК рекомендовал дирекции ЛВЭ изучить этот вопрос и представить подробный доклад на следующей сессии.

ПКК с интересом воспринял информацию о подготовке XXXIII Международной конференции по физике высоких энергий (Москва, 26 июля – 2 августа 2006 г.), представленную директором ОИЯИ, заместителем председателя оргкомитета конференции А. Н. Сисакяном. ПКК высоко оценил усилия ОИЯИ по организации этой конференции и его особую роль в ее проведении в России после долгого перерыва со времени предыдущей Рочестерской конференции в Дубне в 1964 г. ПКК отметил также значительное количество докладов, запланированных к представлению учеными ОИЯИ.

ПКК принял к сведению детальный план участия группы ОИЯИ в получении физических результатов в эксперименте ATLAS на этапе запуска LHC, отметив, что группа ОИЯИ/ATLAS предложила интересную научную программу исследований для решения ряда ключевых задач физики высоких энергий как в первых экспериментах на LHC, так и в дальнейшей перспективе, и настоятельно рекомендовал этой группе полностью интегрировать разработки программного обеспечения, методов анализа и имеющуюся инфраструктуру в аналогичные работы, централизованно проводимые коллаборацией ATLAS в ЦЕРН.

ПКК отметил значительный вклад физиков ЛВЭ в создание и запуск спектрометра HADES, в разработку математического обеспечения и обработку полученных данных.

На сессии были рассмотрены отчеты по ряду тем и проектов, завершающихся в 2006 г., и предложения по продлению ряда из них. Проекты ОПЕРА, NA-48, E391a на PS-КЕК, «Дельта-2», БОРЕКСИНО, SANC, HERMES, «Ф-Кластер», СТРЕЛА, H1, а также тема «Физика и техника ускорителей» были рекомендованы к продлению до конца 2009 г. ПКК отметил значительные успехи в выполнении каждого из этих проектов.

ПКК отметил важность проекта «Нуклотрон для медицины» для разработки эффективных методов терапии онкологических заболеваний и настоятельно реко-

Much attention at the meeting was given to the current experiments and the programme of future physics studies at the Nuclotron. The PAC expressed its deep concern about the absence of the intense beams of polarized deuterons and heavy nuclei, needed for the planned experiments. The PAC recommended closure of projects like DELTA–SIGMA and SPIN if the necessary accelerator performance cannot be achieved within a year.

Taking into account the recommendation of the JINR Scientific Council to study the experimental feasibility of the mixed phase of strongly interacting matter at the Nuclotron, the PAC recommended that the VBLHE Directorate investigate this subject and present a detailed report on this topic at the next meeting.

The PAC noted with interest the information on the preparation of the XXXIII International Conference on High Energy Physics (Moscow, 26 July – 2 August 2006), presented by A. Sissakian, vice-chairman of the Conference Organizing Committee. The PAC appreciated the effort of JINR and its special role in hosting this large conference in Russia again after a long period of time since the previous Rochester Conference in Dubna in 1964. The PAC also noted the significant number of contributions planned to be presented by JINR scientists to this conference.

The PAC took note of the detailed plan of the participation of JINR's group in obtaining physics results in the ATLAS experiment at the time of the LHC start-up. The PAC noted that the JINR/ATLAS team had proposed an exciting research programme for addressing a number of key high-energy physics problems in first LHC experiments and in a longer-term perspective. The PAC strongly encouraged the JINR/ATLAS team to fully integrate their analysis and software developments and infrastructure with the core ATLAS analysis effort based at CERN.

The PAC noted the significant contribution made by VBLHE physicists to the construction and commissioning of the HADES spectrometer, to the software development and data analysis.

Several projects and themes, previously approved for completion in 2006, were considered at the session. The projects OPERA, NA48, E391a at PS KEK, DELTA-2, BOREXINO, SANC, HERMES, F-cluster, STRELA, H1, as well as the theme «Particle Accelerator Physics and Engineering», were recommended to be extended until the end of 2009. Significant achievements in each of these activities were noted.

The PAC noted the importance of the Med-Nuclotron project for developing effective protocols for the treatment of cancer and urged that a strong effort be made by the JINR

мендовал дирекции ОИЯИ предпринять энергичные усилия по изысканию внебюджетных средств с тем, чтобы обеспечить создание новой установки, планируемой для этих целей.

ПКК с интересом заслушал научные сообщения: «Поиск смешанной фазы сильно взаимодействующей материи на нуклотроне ОИЯИ», «Установка для исследований на пучках антипротонов и ионов (FAIR) в Дармштадте (Германия)», «Некоторые результаты, полученные в эксперименте PHENIX (вклад ЛВЭ)», «Применение ядерно-физических методов для идентификации сложных химических веществ», «О проекте модернизации ускорителя DAFNE (Фраскати, Италия) и его научной программе» и поблагодарил докладчиков А. С. Сорина, Х. Гутброта, А. Г. Литвиненко, М. Г. Сапожникова и П. Росси.

**3 апреля** в ЦЕРН проходило 19-е совещание совместной рабочей группы ЦЕРН–Россия (JWG) по экспериментам на большом адронном коллайдере (LHC). ОИЯИ был представлен директором Института А. Н. Сисакяном, который является наблюдателем JWG.

Сопредседатели — заместитель генерального директора ЦЕРН Й. Энгелен и советник представительства РФ при Женевском отделении ООН А. А. Петров — отметили высокий уровень сотрудничества по подготовке экспериментов на LHC, а также большой вклад специалистов российских центров и ОИЯИ в подготовку совместных экспериментов. Были заслушаны доклады о статусе экспериментов CMS (И. А. Голутвин, Т. Вирди), ATLAS (А. М. Зайцев, С. Стайнес), ALICE (В. И. Манько, Й. Шукрафт), LHC-b (А. Голутвин, Т. Накада), а также по компьютерингу.

**17 апреля** в конференц-зале Лаборатории высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина прошло выездное заседание Научно-технического совета ОИЯИ под председательством профессора И. А. Савина. Оно было посвящено состоянию и перспективам развития нуклотрона и экспериментальной программы на базе этого ускорителя. С докладами на заседании выступили заместитель директора, главный инженер ЛВЭ А. Д. Коваленко, директор лаборатории А. И. Малахов, заместитель директора ЛТФ А. С. Сорин. Председатель комиссии НТС по состоянию и перспективам развития нуклотрона И. Н. Мешков познакомил участников заседания с результатами ее работы.

Directorate to secure non-budgetary resources so that the construction of the new facility planned for this purpose can be achieved.

The PAC noted with interest the reports presented at the session: «Search for a Mixed Phase of Strongly Interacting Matter at the Nuclotron», «The Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) at Darmstadt (Germany)», «Some Results Obtained in the PHENIX Experiment (VBLHE's Contribution)», «Application of Nuclear Physics Methods for Identification of Complex Chemical Substances», «Project of Upgrade of the DAFNE Accelerator (Frascati, Italy) and the Associated Programme».

**On 3 April** the 19th meeting of the Joint Working Group of CERN–Russia (JWG) was held at CERN on the experiments at the Large Hadron Collider (LHC). JINR was represented by the Institute Director A. Sissakian, who is an observer at JWG.

The co-chairmen — CERN Deputy Director General J. Engelen and Adviser of the RF representative board in the UN European Office in Geneva A. Petrov — marked the high level of cooperation in the preparation of experiments at the LHC and large contribution made by specialists from Russian centres and JINR in joint experiments generation. The reports were listened to on the status of the experiments: CMS (I. Golutvin, T. Viridi), ATLAS (A. Zaitsev, S. Stines), ALICE (V. Manko, J. Schukraft), LHC-b (A. Golutvin, T. Nakada). There were also presentations on computing.

**On 17 April** a visiting session of the JINR Scientific-Technical Council, presided by Professor I. Savin, was held in the conference hall of the Veksler and Balдин Laboratory of High Energies. It was dedicated to the issues of the status and prospects of the Nuclotron development and experimental programme on the basis of this accelerator. LHE Deputy Director and Chief Engineer A. Kovalenko, LHE Director A. Malakhov and LTP Deputy Director A. Sorin made reports at the session. Chairman of the STC board on the status and prospects for the Nuclotron I. Meshkov addressed the participants with a presentation on the results of the board activities.

По итогам заседания НТС ОИЯИ были приняты рекомендации, где, в частности, отмечался достигнутый в 2002–2005 гг. значительный прогресс в совершенствовании параметров нуклотрона и ускоренных пучков; начало экспериментов на пучках поляризованных дейтронов, ядер аргона и железа; получение ряда новых физических результатов мирового уровня. Были одобрены предложения ЛВЭ в «Перспективную долгосрочную научную программу Института» в части развития исследований на ускорительном комплексе на период 2006–2015 гг., в том числе по исследованию смешанной фазы в столкновениях тяжелых релятивистских ядер и исследованию поляризационных эффектов.

НТС рекомендовал дирекции Института рассмотреть вопрос централизованного финансирования затрат по эксплуатации нуклотрона в годовом объеме до 3000 часов начиная с 2007 г., а дирекции ЛВЭ — сконцентрировать ресурсы на решении первоочередных задач по развитию ускорительного комплекса ЛВЭ и завершению комплекса работ по обеспечению ускорения, вывода и использования пучков с максимальной проектной энергией и интенсивностью в соответствии с заключением комиссии Научно-технического совета ОИЯИ.

Recommendations were adopted on the results of the STC meeting where, in particular, the considerable progress achieved in 2002–2005 in improving the Nuclotron and accelerated beams' parameters was marked together with the start of experiments at the beams of polarized deuterons, argon and iron nuclei and the acquisition of a number of new world-standard results in physics. Proposals made by LHE to the «Forward-Looking Long-Term Scientific Programme of the Institute» were approved regarding the aspects of research development at the accelerator complex for the period of 2006–2015, including the studies of the mixed phase in heavy relativistic nuclei collisions and polarization effects.

The Scientific-Technical Council recommended that the Institute's Directorate should consider the issue of the centralized financing of the expenses of running the Nuclotron up to 3000 hours per year starting in 2007; it also recommended that the LHE Directorate should concentrate the resources on solving first-priority tasks in developing the LHE accelerator complex and completing work to provide acceleration, beam extraction and use with maximal design energy and intensity, in ac-

**3–6 мая** в Сарове с рабочим визитом находились директор ОИЯИ профессор А. Н. Сисакян и советник дирекции член-корреспондент РАН И. Н. Мешков. Во время визита они встретились и провели переговоры с генеральным директором ВНИИ экспериментальной физики академиком Р. И. Ильяевым, заместителем научного руководителя ВНИИЭФ академиком Ю. А. Трутневым, заместителем директора Института прикладной физики РАН (Нижний Новгород) членом-корреспондентом РАН А. Н. Сергеевым, директором Института ядерной и радиационной физики ВНИИЭФ профессором В. Г. Пуниным, первым заместителем генерального директора ВНИИЭФ профессором В. П. Незнамовым и другими учеными. Ключевая тема переговоров — расширение программы сотрудничества в ряде международных проектов, включая проекты ILC и медицинского радиационного центра.

**21 мая** в ОИЯИ состоялась встреча директора Института профессора А. Н. Сисакяна с чрезвычайным и полномочным послом Словакии в РФ А. Чисаром. Во время встречи, в которой также участвовали вице-директор М. Г. Иткис и руководитель словацкого землячества заместитель директора ЛЯР Я. Кли-

cordance with the decision of the JINR Scientific-Technical Council board.

**On 3-6 May**, JINR Director Professor A. Sissakian and JINR Directorate Adviser RAS Corresponding Member I. Meshkov stayed in Sarov with a working visit. They had negotiations with General Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Physics (ARSRIEP) Academician R. Ilkaev, the Institute's Deputy Scientific Leader Academician Yu. Trutnev, Deputy Director of the RAS Institute of Applied Physics (Nizhni Novgorod) RAS Corresponding Member A. Sergeev, Director of the ARSRIEP Institute of Nuclear and Radiation Physics Professor V. Punin, first Deputy General Director of ARSRIEP Professor V. Neznamov and other scientists. The key discussion topic at the negotiations was the extension of the cooperation programme in a number of international projects, including those of ILC and a medical radiation centre.

**On 21 May** JINR Director Professor A. Sissakian had a meeting at JINR with the Ambassador Extraordinary and Plenipotentiary of Slovakia to RF, A. Eisár. JINR Vice-Director M. Itkis and head of the Slovak com-

ман, обсуждались вопросы сотрудничества ОИЯИ с научными и образовательными центрами Словакии.

**26 мая** в Москве состоялась рабочая встреча председателя КПП ОИЯИ, министра образования и науки РФ А. А. Фурсенко и директора ОИЯИ члена-корреспондента РАН А. Н. Сисакяна. Главной темой обсуждения был вопрос о выполнении странами и дирекцией Института решений Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ, засе-

дание которого проходило в марте 2006 г. Во встрече принял участие помощник директора ОИЯИ по экономическим и финансовым вопросам В. В. Катрашев.

**В июне** с рабочим визитом Объединенный институт ядерных исследований посетил полномочный представитель Правительства Польши в ОИЯИ академик А. Хрынкевич. 15 июня на встрече с директором Института А. Н. Сисакяном и вице-директором



*24 мая на общем собрании Академии наук были утверждены результаты голосования по выборам в члены-корреспонденты РАН по секции «Ядерная физика» Отделения физических наук. В результате тайного голосования на секции из 49 кандидатов на одно место был избран директор ОИЯИ А. Н. Сисакян. Кроме того, по этой же секции по категории с ограничением возраста до 51 года были избраны членами-корреспондентами сотрудники ИФВЭ (Протвино) С. В. Иванов и ИЯИ РАН (Троицк) И. И. Ткачев. Академиком по этой же секции был избран директор ПИЯФ РАН (Гатчина) В. А. Назаренко.*

*Избрание А. Н. Сисакяна в Академию наук явилось отражением как его научных заслуг, так и его решающей роли, совместно с В. Г. Кадышевским, в сохранении и упрочении положения Объединенного института в мировой и отечественной науке в последние 15 лет. В настоящее время ОИЯИ имеет шесть представителей в РАН (на уровне представительства в АН СССР в 1960–80-е гг.). В адрес А. Н. Сисакяна пришло множество поздравлений от научных центров, ученых, государственных деятелей, коллег и друзей.*

*On 24 May, the general meeting of the Academy of Sciences confirmed the voting results on the elections of the RAS Corresponding Members, «Nuclear Physics» section of the Department of Physics sciences. As a result of*

*the secret ballot at the section, JINR Director A. Sissakian was elected for one place among 49 candidates. In addition, at the section in the category of the age limit up to 51, S. Ivanov (IHEP, Protvino) and I. Tkachev (INP RAS, Troitsk) were elected Corresponding Members. Director of PINP RAS (Gatchina) V. Nazarenko was elected Academician in the same section.*

*The election of A. Sissakian to the Academy of Sciences has demonstrated the acknowledgment of his service to science and his decisive role, together with V. Kadyshesky, in maintaining and consolidating the position of the Joint Institute in the international and Russian science over the last 15 years. There are six representatives of JINR at RAS at present (it is the representation level at AS USSR in the 1960s–80s). Numerous addresses of congratulations from scientific centres, scientists, public figures, colleagues and friends arrived for A. Sissakian on the occasion.*

munity of JINR LNR J. Kliman also took part in the meeting. Issues of JINR cooperation with scientific and educational centres in Slovakia were discussed.

**On 26 May** a working meeting of JINR CP Chairman, RF Minister of Education and Science A. Fursenko and JINR Director RAS Corresponding Member A. Sissakian was held in Moscow. The main issue of the discussion was the implementation of the resolutions of

the Committee of Plenipotentiaries of the JINR Member States adopted at the CP session in March 2006 by the Member States and the Institute's Directorate. JINR Assistant Director on economic and financial issues V. Katrasev took part in the meeting.

Plenipotentiary of the Government of Poland to JINR Academician A. Hryniewicz visited the Joint Institute for Nuclear Research in June. Issues of technical operation at JINR were discussed on 15 June at the



М. Г. Иткисом состоялось обсуждение ряда вопросов технической деятельности ОИЯИ. А. Хрынкевич вручил юбилейные медали «50 лет участия Польши в ОИЯИ» группе сотрудников Института.

**19 июня** директор ОИЯИ А. Н. Сисакян вручил дипломы учителям дубненских школ — победителям ежегодно проводимого в Дубне конкурса на гранты ОИЯИ.

Традиционно эта церемония проводится в День основания ОИЯИ — 26 марта, однако в этом году программа юбилейного дня была очень насыщена, поэтому награждение было перенесено. Обращаясь к педагогам, А. Н. Сисакян отметил, что подводить итоги конкурса чрезвычайно трудно, однако победители его, действительно, олицетворяют золотой фонд дубненской педагогики.

**22 июня** в Москве состоялось совместное заседание научно-экспертных советов АФК «Система» (под руководством академика С. В. Емельянова) и ОАО «Дубна-система» (его возглавляет профессор А. Г. Ольшевский). На заседании было принято решение поддержать концепцию создания «ядра» правобережного участка ОЭЗ технико-внедренческого

типа, подготовленную ОИЯИ совместно с «Дубна-система» под руководством директора Института А. Н. Сисакяна. В обсуждении концепции приняли участие Н. В. Михайлов (член Совета директоров корпорации), А. В. Рузаев (помощник директора Института) и др. Совет рекомендовал руководству АФК «Система» принять участие в ее реализации. Таким образом, дирекция ОИЯИ продолжает активную работу по подготовке условий для развития особой экономической зоны в Дубне.

**23 июня** в Объединенном институте прошло очередное заседание Совета директоров предприятий и организаций Дубны, на котором А. Н. Сисакян представил перечень конкретных действий по созданию особой экономической зоны на правом берегу. В заседании приняли участие В. Э. Прох, В. Н. Трусов, И. Н. Федоров, О. Г. Успенский, И. Б. Барсуков, В. Н. Бобров, А. Н. Сисакян, М. Г. Иткис, Г. Д. Ширков, А. В. Рузаев, В. В. Катрасев.

Согласно предложенной руководством Института концепции приоритет в развитии ОЭЗ в Дубне должны получить технологии ядерно-физической направленности, тесно связанные с ОИЯИ и его странами-участницами, при этом размещение компаний-ре-

meeting with JINR Director A. Sissakian and JINR Vice-Director M. Itkis. A. Hryniewicz presented the jubilee medals «50 Years of Poland at JINR» to a group of the Institute's staff members.

**On 19 June** JINR Director A. Sissakian presented diplomas and flowers to Dubna school teachers who became winners of the annual Dubna competition for JINR grants.

The ceremony is traditionally held on the day of the foundation of JINR, 26 March, but this year the agenda of the jubilee day was so heavy that the awarding ceremony was decided to be put off. Addressing the teachers, A. Sissakian emphasized that it was not at all easy to sum up the results of the competition, but its winners indeed became representatives of the outstanding cohort of the Dubna school education.

**On 22 June** a joint meeting of the scientific expertise councils of the SFC Sistema (headed by Academician S. Emelianov) and the OSS Dubna-sistema (headed by Professor A. Olchevski) was held in Moscow. A decision was taken at the meeting to support the strategy of establishing «the core» of the right-bank special economic zone site of the technical-innovation type.

The concept was jointly worked out by JINR and Dubna-sistema under the direction of JINR Director A. Sissakian. N. Mikhailov (member of the corporation directors' council), A. Ruzaev (JINR Assistant Director) and other specialists took part in the discussion of the issue. The council recommended that the SFC Sistema's management participate in the strategy implementation. In this way, JINR Directorate continues active work to ground the terms for the development of a special economic zone in Dubna.

**On 23 June** a regular meeting of the Council of Dubna enterprises' and organizations' directors was held at the Joint Institute for Nuclear Research, where A. Sissakian announced a list of specific activities to develop a special economic zone in the right-bank part of Dubna. V. Prokh, V. Trusov, I. Fedorov, O. Uspensky, I. Barsukov, V. Bobrov, A. Sissakian, M. Itkis, G. Shirkov, A. Ruzaev, V. Katrasev took part in the meeting.

According to the strategy proposed by the Institute's Directorate, nuclear-physics oriented technology, which is closely connected with JINR and its Member States, should be given the priority in the establishment

зидентов ОЭЗ планируется на территории правобережного участка зоны. В концепции предлагается архитектурно-строительное решение для этого участка, преследующее не только цели создания офисных и производственных модулей высокого мирового уровня, но и задачу пропаганды науки и привлечения в нее молодежи.

Концепция содержит ясную стратегию реализации пилотных инновационных проектов, связанных с созданием центра радиационной медицины, центра ионно-плазменных технологий и др., которые наиболее проработаны с научно-технических позиций и готовы к коммерциализации. Кроме того, в концепции предусмотрены совместные действия ОИЯИ, АФК «Система» и территориального управления по Московской области по управлению особыми экономическими зонами в области создания финансовой инновационной инфраструктуры, прежде всего системы венчурных фондов. В целом концепция ОИЯИ—«Дубна-система» была признана обоснованной и перспективной, участники обсудили конкретные шаги по ее реализации.

of the special economic zone in Dubna. At the same time, the allocation of the companies—SEZ residents is planned to be in the right-bank part of the zone. An architectural and building plan for that part is given in the concept; it is meant not only to develop office and industrial modules of high international standard but to popularize science and attract young people to it.

The concept contains clear strategy of implementation of pilot innovation projects connected with the development of a medical radiation centre, an ion-plasma technology centre and other projects which are most soundly worked out in scientific and technical parameters and are ready to be commercialized. In addition, the concept makes provision for joint activities of JINR, SFC Sistema and the territorial administration of the Moscow region of the management of special economic zones in establishing a financial innovation infrastructure, and a system of venture funds in particular. On the whole, the strategy JINR—Dubna-sistema was admitted well-grounded and prospective. The participants discussed specific actions to implement it.



*29 июня исполнилось 70 лет крупному российскому физико-теоретику, советнику дирекции ОИЯИ, профессору Александру Тихоновичу Филиппову.*

*А. Т. Филиппову принадлежат основополагающие результаты во многих областях теоретической и математической физики, которые хорошо известны и признаны в России и во всем мире.*

*Дирекция и коллеги сердечно поздравили Александра Тихоновича с юбилеем.*



*On 29 June Professor Aleksandr T. Filippov, JINR Directorate Advisor, a prominent theorist and physicist, celebrated his 70th birthday.*

*A. T. Filippov has achieved basic results in many fields of theoretical and mathematical physics, which are well-known and acknowledged internationally.*

*The Directorate and colleagues cordially congratulated A. T. Filippov on his jubilee.*

В юбилейные дни ученые и специалисты ОИЯИ были отмечены государственными наградами, знаками научного отличия, почетными грамотами научных организаций и университетов ряда стран-участниц Института. Представляем вашему вниманию список иностранных наград, врученных сотрудникам ОИЯИ в связи с золотым юбилеем Института.

*Орденом «Полярная звезда» Монголии* награждены Владимир Георгиевич Кадышевский, Алексей Норайрович Сисакян.

*Орденом Дружбы КНДР* награжден Алексей Норайрович Сисакян.

*Медалью им. Анании Ширакаци Республики Армении* награжден Алексей Норайрович Сисакян.

*Почетной грамотой Госкомитета по науке и технологиям Республики Белоруссии* награждены Владимир Георгиевич Кадышевский, Виктор Васильевич Катрасев, Юрий Александрович Кульчицкий, Николай Артемьевич Русакович, Алексей Норайрович Сисакян.

*Почетной грамотой Национальной академии наук Республики Белоруссии* награждены Виктор Лазаревич Аксенов, Владимир Георгиевич Кадышевский, Юрий Цолакович Оганесян, Дмитрий Васильевич Ширков.

*Почетной грамотой Министерства образования Республики Белоруссии* награждены Юлиан Арамович Будагов, Игорь Анатольевич Голутвин, Светлана Петровна Иванова, Игорь Алексеевич Савин, Сергей Григорьевич Шульга.

*Почетной грамотой Белорусского Республиканского фонда фундаментальных исследований* награждены Александр Владиславович Белушкин, Михаил Григорьевич Иткис, Александр Иванович Малахов, Александр Григорьевич Ольшевский, Сергей Иванович Тютюнников.

*Медалью им. Дмитрия Кантемира Академии наук Республики Молдовы* награждены Владимир Георгиевич Кадышевский, Алексей Норайрович Сисакян.

*Почетной грамотой Академии наук Республики Молдовы* награждены Константин Гудима, Светлана Петровна Иванова, Всеволод Анатольевич Москаленко, Дмитрий Васильевич Ширков.

*Медалью «Дружба» Монголии* награждены Юрий Петрович Гангрский, Александр Иванович Малахов, Игорь Викторович Пузынин.

*Знаком Монголии «Почетный работник науки»* награждены Виктор Васильевич Воронов, Гуржав Ганболд, Владимир Геннадьевич Калинин, Евге-

During the festive days of the jubilee, JINR scientists and specialists were presented with state prizes, medals for achievements in science, diplomas of scientific organizations and universities from the Institute Member States. Below, the reader will find a list of foreign decorations presented to JINR staff members on the occasion of the golden jubilee of the Institute.

*The Order «Polar Star» of Mongolia* was presented to Vladimir Georgievich Kadyshesky, Alexei Norairovich Sissakian.

*The Order of Friendship of the People's Democratic Republic of Korea* was presented to Alexei Norairovich Sissakian.

*The Medal named after Ananya Shirakatsi of the Republic of Armenia* was presented to Alexei Norairovich Sissakian.

*The Diploma of the State Committee on Science and Technology of the Republic of Belarus* was presented to Vladimir Georgievich Kadyshesky, Viktor Vasilievich Katrasev, Yurii Aleksandrovich Kulchitsky, Nikolai Artemievich Russakovich, Alexei Norairovich Sissakian.

*The Diploma of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus* was presented to Viktor Lazarevich Aksenov, Vladimir Georgievich Kadyshesky, Yurii Tsolakovich Oganessian, Dmitrii Vasilievich Shirkov.

*The Diploma of the Ministry of Education of the Republic of Belarus* was presented to Yulian Aramovich Budagov, Igor Anatolievich Golutvin, Svetlana Petrovna Ivanova, Igor Alekseevich Savin, Sergei Grigorievich Shulga.

*The Diploma of the Republican Foundation for Basic Research of Belarus* was presented to Aleksandr Vladislavovich Belushkin, Mikhail Grigorievich Intkis, Aleksandr Ivanovich Malakhov, Aleksandr Grigorievich Olchevski, Sergei Ivanovich Tyutyunnikov.

*The Dmitrie Kantemir Medal of the Academy of Sciences of the Republic of Moldova* was presented to Vladimir Georgievich Kadyshesky, Alexei Norairovich Sissakian.

*The Diploma of the Academy of Sciences of the Republic of Moldova* was presented to Konstantin Gudi-

ния Николаевна Кладницкая, Александр Павлович Кобзев, Михаил Георгиевич Лошилов, Николай Артемьевич Русакович.

*Знаком Монголии «Почетный работник образования»* награждены Юрий Александрович Батусов, Анатолий Георгиевич Белов, Павел Георгиевич Бондаренко, Борис Николаевич Савенко.

*Медалью «50 лет участия Польши в ОИЯИ»* (вручение 25–26 марта 2006 г.) награждены Виктор Лазаревич Аксенов, Анатолий Григорьевич Артюх, Александр Владиславович Белушкин, Павел Николаевич Боголюбов, Цветан Вылов, Борис Гринев, Станислав Дубничка, Вячеслав Михайлович Жабицкий, Светлана Петровна Иванова, Михаил Григорьевич Иткис, Владимир Георгиевич Кадышевский, Виктор Александрович Карнаухов, Виктор Васильевич Катрасев, Владимир Димитриевич Кекелидзе, Евгений Александрович Красавин, Александр Иванович Малахов, Ростислав Мах, Игорь Николаевич Мешков, Владимир Недилько, Юрий Цолакович Оганесян, Александр Григорьевич Ольшевский, Александр Васильевич Рузаев, Николай Артемьевич Русакович, Игорь Алексеевич Савин, Алексей Норайрович Сисакян, Борис Михайлович Старченко, Геннадий Николаевич Тимошенко, Юрий Александрович

Туманов, Андрей Александрович Фурсенко, Владислав Хмельовски, Дмитрий Васильевич Ширков, Николай Максимович Шумейко.

*Медаль «50 лет участия Польши в ОИЯИ»* вручал академик Анджей Хрынкевич 15 июня 2006 г. Владимиру Дмитриевичу Ананьеву, Вадиму Васильевичу Волкову, Георгию Герасимовичу Гульбекяну, Сергею Николаевичу Дмитриеву, Иво Зваре, Надежде Сергеевне Исаевой, Владимиру Геннадьевичу Калининкову, Дмитрию Дмитриевичу Крюкову, Михаилу Георгиевичу Лошилову, Евгению Макарьевичу Молчанову, Анатолию Емельяновичу Назаренко, Татьяне Григорьевне Ребриковой, Людмиле Николаевне Романовой, Альберту Никифоровичу Тавхелидзе, Александру Тихоновичу Филиппову, Марии Георгиевне Шафрановой.

*Медалью Университета Марии Склодовской-Кюри в Люблине* награждены Владимир Геннадьевич Калининков, Александр Павлович Кобзев.

*Знаком «За научные достижения» Министерства образования и науки Украины* награждены Юлиан Арамович Будагов, Владимир Георгиевич Кадышевский, Алексей Норайрович Сисакян.

*Знаком «Петро Могила» Министерства образования и науки Украины* награждены Виктор

ma, Svetlana Petrovna Ivanova, Vsevolod Anatolievich Moskalenko, Dmitrii Vasilievich Shirkov.

*The Medal «Friendship» of Mongolia* was presented to Yurii Petrovich Gangrsky, Aleksandr Ivanovich Malakhov, Igor Viktorovich Puzynin.

*The Decoration «Honorary Worker of Science» of Mongolia* was presented to Gurzhav Ganbold, Vladimir Gennadievich Kalinnikov, Evgenia Nikolaevna Kladnitskaya, Aleksandr Pavlovich Kobzev, Mikhail Georgievich Loshchilov, Nikolai Artemievich Russakovich, Viktor Vasilievich Voronov.

*The Decoration «Honorary Worker of Education» of Mongolia* was presented to Yurii Aleksandrovich Batusov, Anatolii Georgievich Belov, Pavel Georgievich Bondarenko, Boris Nikolaevich Savenko.

*The Medal «50 Years of Poland at JINR»* (presented on 25–26 March 2006) was presented to Viktor Lazarevich Aksenov, Anatolii Grigorievich Artyukh, Aleksandr Vladislavovich Belushkin, Pavel Nikolaevich Bogolyubov, Wladislaw Chmeliovski, Stanislav Dubnička, Andrei Aleksandrovich Fursenko, Boris Grinev, Mikhail Grigorievich Itkis, Svetlana Petrovna Ivanova, Vladimir Georgievich Kadyshevsky, Viktor Aleksandrovich Kar-

naukhov, Viktor Vasilievich Katrasev, Vladimir Dimitrievich Kekelidze, Evgenii Aleksandrovich Krasavin, Rostislav Mach, Aleksandr Ivanovich Malakhov, Igor Nikolaevich Meshkov, Vladimir Nedilko, Yurii Tsolakovich Oganessian, Aleksandr Grigorievich Olchevski, Nikolai Artemievich Russakovich, Aleksandr Vasilievich Ruzaev, Igor Alekseevich Savin, Dmitrii Vasilievich Shirkov, Nikolai Maksimovich Shumeiko, Alexei Norairovich Sissakian, Boris Mikhailovich Starchenko, Gennadii Nikolaevich Timoshenko, Yurii Aleksandrovich Tumanov, Tsvetan Vylov, Vyacheslav Mikhailovich Zhabitsky.

On 15 June 2006 Academician A. Hrynkiwicz presented Vladimir Dmitrievich Ananiev, Sergei Nikolaevich Dmitriev, Aleksandr Tikhonovich Filippov, Georgii Gerasimovich Gulbekyan, Nadezhda Sergeevna Isaeva, Vladimir Gennadievich Kalinnikov, Dmitrii Dmitrievich Kryukov, Mikhail Georgievich Loshchilov, Evgenii Makarievich Molchanov, Anatolii Emelianovich Nazarenko, Tatiana Nikolaevna Rebrikova, Lyudmila Nikolaevna Romanova, Mariya Georgievna Shafranova, Albert Nikiforovich Tavkhelidze, Vadim Vasilievich Volkov, Ivo Zvara with *the Medal «50 Years of Poland at JINR»*.

НАГРАДЫ. ПОЧЕТНЫЕ ЗВАНИЯ  
PRIZES. HONORARY TITLES

Васильевич Катрасев, Владимир Васильевич Кореньков, Александр Григорьевич Ольшевский.

*Почетной грамотой Министерства образования и науки Украины* награждены Игорь Анатольевич Голутвин, Виктор Иванович Жеменик, Алек-

сандр Иванович Малахов, Николай Михайлович Пискунов, Георгий Сергеевич Самосват.

*Георгиевской медалью «Честь. Слава. Труд» (IV степени) Международной академии рейтинговых технологий и социологии «Золотая фор-*

Дубна, 15 июня. Полномочный представитель Правительства Польши в ОИЯИ академик А. Хрынкевич и сотрудники Института, награжденные медалью «50 лет участия Польши в ОИЯИ»



Dubna, 15 June. Plenipotentiary of the Government of Poland to JINR Academician A. Hrynkievicz and the Institute staff members awarded with the Medal «50 Years of Poland at JINR»

*The Medal of the Marie Sklodowska-Curie University, Lublin*, was presented to Vladimir Gennadievich Kalinnikov, Aleksandr Pavlovich Kobzev.

*The Decoration «For Achievements in Science» of the Ministry of Education and Science of Ukraine* was presented to Yulian Aramovich Budagov, Vladimir Georgievich Kadyshevsky, Alexei Norairovich Sissakian.

*The Decoration «Petro Mogila» of the Ministry of Education and Science of Ukraine* was presented to Viktor Vasilievich Katrasev, Vladimir Vasilievich Koronkov, Aleksandr Grigorievich Olchevski.

*The Diploma of the Ministry of Education and Science of Ukraine* was presented to Igor Anatolievich Golutvin, Aleksandr Ivanovich Malakhov, Nikolai Mikhailovich Piskunov, Georgii Sergeevich Samosvat, Viktor Ivanovich Zhemenik.

*The George Medal «Honour. Glory. Labour» (IV class) of the International Academy of Rating Technologies and Sociology «Golden Fortune»* was presented to Yulian Aramovich Budagov, Igor Anatolievich Golutvin, Nadezhda Segeevna Isaeva, Yurii Tso-lakovich Oganessian, Igor Alekseevich Savin, Maria Geor-

*туна»* награждены Юлиан Арамович Будагов, Вадим Васильевич Волков, Игорь Анатольевич Голутвин, Валентин Григорьевич Зинов, Надежда Сергеевна Исаева, Юрий Цолакович Оганесян, Игорь Алексеевич Савин, Мария Георгиевна Шафранова.

*Медалью Дружбы КНДР* награждены Александр Владиславович Белушкин, Павел Николаевич Боголюбов, Михаил Григорьевич Иткис, Виктор Васильевич Катрасев.

*Медалью Международной ассоциации академий наук «За содействие развитию науки»* награжден Павел Николаевич Боголюбов.

*Диплом Высшего совета по науке и технике АН Республики Молдовы* вручен Светлане Петровне Ивановой.

*Премия Института ядерных исследований и ядерной энергетики Болгарской академии наук* за лучшую работу в области теоретической физики за 2005 г. присуждена 24 мая Ученым советом и дирекцией института профессорам Д. Стаменову (ИЯИЯЭ БАН, София), Е. Лидеру (Империял колледж, Лондон) и А. Сидорову (ЛТФ ОИЯИ) за цикл исследований «Изучение кварк-партоновой структуры спина нуклона в квантовой хромодинамике».

gievna Shafranova, Vadim Vasilievich Volkov, Valentin Grigorievich Zinov.

*The Medal «Friendship» of PDRK* was presented to Aleksandr Vladislavovich Belushkin, Pavel Nikolaevich Bogolyubov, Mikhail Grigorievich Itkis, Viktor Vasilievich Katrasev.

*The Medal «For Promotion of the Development of Science» of the International Association of the Academies of Sciences* was presented to Pavel Nikolaevich Bogolyubov.

*The Diploma of the Supreme Council on Science and Technology of the Academy of Sciences of the Republic of Moldova* was presented to Svetlana Petrovna Ivanova.

On 24 May, the Scientific Council and the Directorate of the Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Bulgarian Academy of Sciences awarded Professors D. Stamenov (INRNE BAS, Sofia), E. Lider (Imperial College, London) and A. Sidorov (BLTP, JINR) with the 2005 Prize for the research series «Study of the Spin Quark-Parton Structure of Nucleon in Quantum Chromodynamics» as the best work in theoretical physics.

**5 апреля** в ЦЕРН состоялась рабочая встреча директора ОИЯИ А. Н. Сисакяна и генерального директора ЦЕРН Р. Эмара с участием заместителя генерального директора ЦЕРН Й. Энгелена и руководителя группы ОИЯИ в ЦЕРН В. Ю. Каржавина. На встрече были обсуждены вопросы развития сотрудничества между ЦЕРН и ОИЯИ. Также была достигнута договоренность о датах проведения в штаб-квартире Женевского отделения ООН выставки «Наука сближает народы», посвященной 50-летию ОИЯИ и полувеклому сотрудничеству ЦЕРН и ОИЯИ.

**19 апреля** директор ОИЯИ А. Н. Сисакян посетил посольство Индии в Российской Федерации, где был принят чрезвычайным и полномочным послом Индии в России г-ном К. Сибалом. В состоявшейся беседе были затронуты вопросы расширения сотрудничества между ОИЯИ и научными центрами и университетами Индии, обсуждался вопрос о возможном вступлении Индии в число ассоциированных членов ОИЯИ.

Посол поздравил коллектив ОИЯИ с 50-летием со дня основания Института. А. Н. Сисакян пригласил г-на К. Сибала посетить ОИЯИ, и приглашение было с благодарностью принято. Во встрече участвовали советник посольства г-н П. Шукла и заместитель главного ученого секретаря ОИЯИ Д. В. Каманин.

**On 5 April** a working meeting of JINR Director A. Sissakian and CERN Director-General R. Aymar was held at CERN. It was also attended by CERN Deputy Director-General J. Engelen and JINR group leader at CERN V. Karzhavin. Issues of the development of cooperation between CERN and JINR were discussed. An agreement was achieved on dates to organize at the Headquarters of the UN European Office in Geneva the exhibition «Science Bringing Nations Together» dedicated to JINR's 50th anniversary and 50 years of CERN–JINR cooperation.

**On 19 April** JINR Director A. Sissakian visited the Embassy of India in the Russian Federation, where he was received by Ambassador Extraordinary and Plenipotentiary of India to Russia Mr K. Sibal. In the discussion, they touched upon issues of widening cooperation between JINR and scientific centres and universities of India, and considered the topic of possible accepting India to JINR as an associate member.

The Ambassador congratulated the community of JINR on the 50th anniversary of the Institute's foundation. A. Sissakian invited Mr K. Sibal to visit JINR and the invitation was accepted with gratitude. The Embassy Adviser Mr P. Shukla and JINR Deputy Chief Scientific Secretary D. Kamanin took part in the meeting.

**24–26 апреля** в ЦЕРН проходили заседания обзорных ресурсных советов (RRB) по подготовке экспериментов на большом адронном коллайдере (LHC). В качестве представителя Объединенного института ядерных исследований в заседаниях принял участие директор Института профессор А. Н. Сисакян, а в качестве экспертов от ОИЯИ — профессор И. А. Голутвин, А. С. Водопьянов, М. Ю. Казаринов.

На пленарном заседании с докладами о статусе проектов и ходе работ по созданию ускорителя выступили генеральный директор ЦЕРН Р. Эмар и руководитель проекта LHC Л. Эванс. На пяти заседаниях под председательством заместителя генерального директора ЦЕРН Й. Энгелена были рассмотрены итоги работы и планы на 2006–2007 гг. по созданию установок и подготовке экспериментов по программам ATLAS, ALICE, CMS, LHC-B, а также по компьютеру на LHC.

**11–12 мая** официальная делегация ОИЯИ в составе заместителя главного инженера А. В. Виноградова, заместителя главного ученого секретаря Д. В. Каманина и заместителя директора ЛНФ В. Н. Швецова приняла участие в торжественном заседании Научно-технического совета Научно-исследовательского института атомных реакторов (ГНЦ РФ НИИАР), посвященного 50-летию основания этого института. В поздравительных речах была отмечена долгая

и плодотворная история совместной работы ОИЯИ и НИИАР.

В ходе визита делегации ОИЯИ в Димитровград состоялись рабочие встречи с руководителями и ведущими специалистами НИИАР, на которых обсуждался ряд существенных вопросов, в частности, об утилизации облученного топлива реакторов ИБР-30 и ИБР-2 и возможностях обмена опытом в свете предстоящего продления ресурса реакторного оборудования ОИЯИ. Участники переговоров пришли к выводу, что кооперация ОИЯИ с НИИАР в дальнейшем будет не менее плодотворной.

**18–19 мая** официальная делегация ОИЯИ во главе с директором Института А. Н. Сисакяном находилась в Софии и принимала участие в мероприятиях по празднованию юбилея Объединенного института. В состав делегации входили В. Г. Кадышевский, И. А. Голутвин, Д. В. Каманин, Ю. А. Туманов.

18 мая в Национальном агентстве по ядерному регулированию под председательством заместителя директора агентства Л. Костова прошла рабочая встреча, в рамках которой состоялся обмен мнениями с болгарскими коллегами по широкому кругу вопросов. В ходе дискуссии А. Н. Сисакян рассказал о нынешнем положении ОИЯИ, основных направлениях развития и перспективных проектах, в частности SAD, отметив при этом необходимость при-

**On 24–26 April** meetings of the LHC Resource Review Boards were held at CERN. JINR was represented by its Director Professor A. Sissakian and JINR experts Professor I. Golutvin, A. Vodopianov and M. Kazarinov.

At the plenary session, CERN Director-General R. Aymar and LHC project leader L. Evans made reports on the project status and progress in the accelerator development. Five meetings presided by CERN Deputy Director-General J. Engelen considered the results of work and plans for 2006–2007 in the development of facilities and design of experiments in the programmes ATLAS, ALICE, CMS, LHC-B and in computing at the LHC.

**On 11–12 May** an official delegation from JINR including Deputy Chief Engineer A. Vinogradov, Deputy Chief Scientific Secretary D. Kamanin and FLNP Deputy Director V. Shvetsov took part in the ceremonial meeting of the scientific-technical council of the Scientific Research Institute of Atomic Reactors (SSC RF SRIAR) dedicated to the 50th anniversary of the foundation of this centre. Long-standing fruitful history of the joint JINR–SRIAR work was marked in congratulation reports.

The JINR delegation visited Dimitrovgrad and had working meetings with managers and leading specialists of SRIAR; they discussed very important issues, like the disposal of irradiated fuel from the IBR-30 and IBR-2 reactors and opportunities to in-

terchange the experience from the standpoint of the coming extension of the operating resources of the JINR reactor equipment. The participants of the discussions came to the conclusion the JINR–SRIAR cooperation would be no less fruitful in the future.

**On 18–19 May** an official delegation from JINR headed by JINR Director A. Sissakian was in Sofia to take part in the celebration events on the jubilee of the Joint Institute. The delegation included V. Kadyshesky, I. Golutvin, D. Kamanin, Yu. Tumanov.

A working meeting was held on 18 May at the National Agency on Nuclear Regulation under the chairmanship of the Agency Deputy Director L. Kostov. The guests from JINR discussed a wide range of topics with their Bulgarian colleagues. During the discussion A. Sissakian talked on the present status of JINR, the main trends of its development and prospective projects, SAD in particular, marking the urgency to attract young people and ensuring of sound financing. In this aspect, he mentioned opportunities to construct an international linear collider in Dubna and gave an outline of a special economic zone in Dubna and prospects for technical cooperation with industrial companies of Bulgaria in this field.

L. Kostov declared that the Government of Bulgaria is full of willingness to back up the JINR strategy to increase financ-

влечения молодежи и обеспечения солидного финансирования, упомянул о возможности строительства международного линейного коллайдера в Дубне, а также охарактеризовал ситуацию вокруг дубненской особой экономической зоны и открывающиеся в связи с этим возможности технической кооперации с болгарскими промышленными компаниями.

Л. Костов сообщил о готовности болгарского правительства поддержать курс ОИЯИ на повышение финансирования, в частности, выразил заинтересованность Болгарии в проекте SAD. Он отметил также существенную роль ОИЯИ в сближении Болгарии с ЦЕРН. Директор Института ядерных исследований и ядерной энергетики БАН Й. Стаменов предложил ряд мер, направленных на привлечение молодых болгарских специалистов в Дубну и в ядерную физику вообще.

19 мая в конференц-зале Болгарской академии наук в Софии состоялось торжественное собрание, посвященное золотому юбилею ОИЯИ. А. Н. Сисакян открыл собра-

ние докладом «ОИЯИ: вчера, сегодня, завтра». Вице-президент Болгарской академии наук Н. Суботинов вручил почетные знаки академии, которых был удостоен Объединенный институт ядерных исследований, А. Н. Сисакян, В. Г. Кадышевский и Ц. Вылов.

**13 июня** Дубну посетила делегация Министерства промышленности и торговли Чешской Республики во главе с советником заместителя министра В. Гейдошем. В состав делегации входил также первый секретарь посольства Чешской Республики в России Я. Фингерланд. После встречи с руководителем территориального управления РосОЭЗ по Московской области А. Рацем гости из Чехии посетили Объединенный институт ядерных исследований.

В дирекции ОИЯИ чешскую делегацию приняли вице-директор Института Р. Ледницки, помощник директора ОИЯИ А. В. Рузаев, руководитель группы чешских сотрудников Института А. Ковалик. Участники встречи обсудили вопросы расширения и углубления научно-технического со-

София (Болгария), 19 мая. На торжественном собрании, посвященном юбилею ОИЯИ, выступает директор Института А. Н. Сисакян



Sofia (Bulgaria), 19 May. JINR Director A. Sissakian is speaking at the ceremonial meeting dedicated to the jubilee of JINR

ing. In particular, he expressed the interest of Bulgaria in the SAD project. He also stressed the considerable role of JINR in promoting closer contacts of Bulgaria with CERN. Director of the Institute of Nuclear Research and Nuclear Energy, BAS, J. Stamenov suggested a number of measures to attract young Bulgarian specialists to Dubna and to nuclear physics as a whole.

A ceremonial meeting dedicated to the golden jubilee of JINR was held on 19 May in the conference hall of the Bulgarian Academy of Sciences. A. Sissakian opened the meeting with his report «JINR: Yesterday, Today, Tomorrow». Vice-Presi-

dent of the Bulgarian Academy of Sciences N. Subotinov presented the Academy plaques to A.Sissakian, V. Kadyshevsky and Ts. Vylov to mark the jubilee of the Joint Institute for Nuclear Research.

**On 13 June** a delegation of the Ministry of Industry and Trade of the Czech Republic visited Dubna. It was headed by Deputy Minister Adviser V. Hejdoš. The delegation also included First Secretary of the Czech Embassy in Russia J. Fingerland. The members of the delegation had a meeting with the leader of the Russian SEZ territorial administration in the Moscow Re-



трудничества ОИЯИ с научными центрами и предприятиями Чехии.

Как отметил В. Гейдош, визит в Дубну организован в рамках работы Межправительственной российско-чешской смешанной комиссии, созданной в соответствии с приглашением между правительствами двух стран для развития экономических, производственных и научно-технических связей. Глава чешской делегации подчеркнул, что увидел в дубненской ОЭЗ много интересных моментов для будущих предложений. Делегация посетила Лабораторию ядерных реакций им. Г. Н. Флерова и Торгово-промышленную палату города Дубны.

**26 июня** в ОИЯИ побывала группа специалистов из НАСА (США) и Государственного научного центра «Институт медико-биологических проблем РАН» (ИМБП) (Москва). Одна из целей визита — изучить возможность использования условий, технических средств и разработок Дубны для исследования комбинированного эффекта радиации и невесомости.

В ходе визита американские специалисты познакомились с исследованиями, проводимыми в Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ, с возможностями ускорительной базы Института, побывали на нуклотроне. Директор ЛРБ профессор Е. А. Красавин рассказал о сорокалетней истории проводимых в ОИЯИ радиобиоло-

гических исследований, познакомил гостей с основными направлениями современных работ, отметив, что ускорительная база Института предоставляет широкие возможности для решения задач, стоящих перед космической радиобиологией.

**11 июля** в Женеве прошла рабочая встреча генерального директора ЦЕРН Р. Эмара с директором ОИЯИ А. Н. Сисакяном. В ней приняли участие заместитель генерального директора ЦЕРН по науке Й. Энгелен и руководитель группы ОИЯИ в ЦЕРН В. Ю. Каржавин. Обе стороны констатировали успешное выполнение группами сотрудников ОИЯИ всех обязательств по участию Института как в разработке узлов ЛНС, так и в подготовке экспериментов на большом адронном коллайдере (ATLAS, ALICE, CMS). А. Н. Сисакян провел также ряд встреч с руководителями коллабораций, в которых участвуют группы сотрудников из ОИЯИ и его стран-участниц.

В соответствии с планами ЦЕРН запуск ускорителя ЛНС начнется в августе 2007 г. В ОИЯИ в настоящее время прорабатываются меморандумы о взаимопонимании, в соответствии с которыми будет организовано участие групп ОИЯИ в получении физических результатов на ЛНС.

gion, A. Rats, and then visited the Joint Institute for Nuclear Research.

At the JINR Directorate, the Czech delegation was received by JINR Vice-Director R. Lednický, JINR Assistant Director A. Ruzsiev and leader of the Czech staff members at JINR A. Kovalik. The participants of the meeting discussed issues of broadening and deepening scientific and technical cooperation of JINR with scientific centres and enterprises of Czechia.

V. Hejdoš marked that their visit to Dubna was organized in the framework of the activities of the Intergovernmental Russian–Czech Joint Committee established in accordance with the agreement between the governments of the two countries to develop economic, industrial and scientific-technical ties. The leader of the Czech delegation laid the emphasis on the fact that he saw many interesting points in the Dubna SEZ model for the prospects of the cooperation. The delegation visited the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions and the Dubna Chamber of Commerce and Industry.

**On 26 June** a group of specialists from NASA, USA, and the State Scientific Centre — the Institute of Medicobiological Problems RAS (IMBP), Moscow, visited JINR. One of the aims of the visit was to scrutinize possibilities to use the environment, technical equipment and elaborations of Dubna for the research in the combined effect of radiation and weightlessness.

During the visit, the American specialists were acquainted with the studies conducted at the JINR Laboratory of Radiation Biology and the Institute accelerator basis resources; they also visited the Nuclotron. LRB Director Professor E. Krasavin talked about the forty-year history of radiobiological research at JINR and acquainted the guests with the main trend of the current studies, marking that the Institute accelerator basis provides wide opportunities to solve tasks in space radiobiology.

**On 11 July** a working meeting of CERN Director-General R. Aymar and JINR Director A. Sissakian was held in Geneva. It was also attended by CERN Deputy Director-General Chief Scientific Secretary J. Engelen and JINR team leader at CERN V. Karzhavin. Both sides confirmed the successful implementation of all responsibilities by the JINR teams in participation of the Institute both in the work-out of LHC parts and in preparation of experiments at the Large Hadron Collider (ATLAS, ALICE, CMS). A. Sissakian also had meetings with the leaders of those collaborations where JINR teams take part.

According to CERN plans, the launching of the LHC will start in August 2007. At present JINR is working at Memorandums of Understanding which will envisage the organization of JINR participation in obtaining physics results at the LHC.

Традиционная международная выставка **«Наука сближает народы»**, посвященная 50-летию ОИЯИ, проводилась с 25 по 28 апреля во Дворце Наций Женевского отделения ООН (Швейцария). Она была организована Европейской организацией ядерных исследований и Объединенным институтом ядерных исследований под патронажем генерального директора Женевского отделения ООН. На выставке был представлен широкий исторический спектр научной деятельности двух международных центров, ЦЕРН и ОИЯИ, их сотрудничества в глобальных проектах современной физики элементарных частиц и применении достижений фундаментальной физики высоких энергий в различных жизненных сферах.

Перед открытием выставки состоялась пресс-конференция, в которой приняли участие генеральный директор ЦЕРН д-р Р. Эмар, директор ОИЯИ профессор А. Н. Сисакян, заместитель генерального директора ЦЕРН по науке профессор Й. Энгелен, научный руководитель ОИЯИ академик РАН В. Г. Кадышевский, советник генерального директора ЦЕРН Н. Кульберг, советник представительства РФ при Женевском отделении ООН А. А. Петров.

В своих выступлениях на пресс-конференции профессор А. Н. Сисакян и д-р Р. Эмар рассказали о научных исследованиях, проводимых в ОИЯИ и ЦЕРН, в том числе совместных, а также о будущих экспериментах, главным

образом по физике высоких энергий на строящемся ускорителе LHC — большом адронном коллайдере в ЦЕРН.

По завершении пресс-конференции в одном из залов Дворца Наций состоялось официальное открытие постерной выставки «Наука сближает народы». На церемонии открытия перед собравшимися гостями и посетителями выставки выступили генеральный директор Женевского отделения ООН С. Орджоникидзе, постоянный представитель РФ в Женевском отделении ООН В. Лошинин, генеральный директор ЦЕРН доктор Р. Эмар, директор ОИЯИ профессор А. Н. Сисакян.

Гости и посетители проявили большой интерес к тематическому содержанию выставки, отраженному на постерных стендах. Во время работы выставки демонстрировался документальный фильм, посвященный совместной научной программе ОИЯИ и ЦЕРН в области исследования структуры микромира. Гостям выставки были предложены информационные буклеты и сувениры, выпущенные к 50-летию ОИЯИ.

Выставка наглядно продемонстрировала историю развития и современные достижения исследований в физике элементарных частиц, проводимых совместно ЦЕРН и ОИЯИ, а также достижения в ядерной физике, физике конденсированного состояния вещества, в области прикладных исследований.

The traditional international exhibition **«Science Bringing Nations Together»** was held on 25–28 April in the Palais des Nations of the United Nations Office in Geneva (UNOG), Switzerland. This time it was the exhibition dedicated to the 50th anniversary of the establishment of JINR (26 March 1956), which was organized by the European Organization for Nuclear Research (CERN, Geneva) and the Joint Institute for Nuclear Research (JINR, Dubna), under the auspices of the UNOG Director-General. Scientific activities of the two international centres, CERN and JINR, their joint collaboration in global projects of modern elementary particle physics and application of the achievements in fundamental high energy physics in various aspects of life were widely demonstrated at the event with a historical background.

A press conference was held before the opening of the exhibition. CERN Director-General Dr R. Aymar, JINR Director Professor A. Sissakian, CERN Chief Scientific Officer Professor J. Engelen, JINR Scientific Leader RAS Academician V. Kadyshesky, Adviser to CERN Director-General N. Kulberg, and Adviser to the RF Ambassador in UNOG A. Petrov participated in it.

Addressing the press conference, Professor A. Sissakian and Dr R. Aymar spoke on the scientific research at JINR and CERN, including the joint projects and future experiments,

mainly in high energy physics at the new Large Hadron Collider (LHC) which is under construction at CERN.

Following the press conference, the official opening of the poster exhibition «Science Bringing Nations Together» was held in one of the halls of the Palais des Nations. At the ceremony the guests and visitors were addressed by UNOG Director-General S. Ordzhonikidze, RF Ambassador to UNOG V. Loshchinin, CERN Director-General Dr R. Aymar, and JINR Director Professor A. Sissakian.

The guests and visitors showed much interest in the thematic programme of the exhibition reflected in the posters. A documentary film was shown during the days of the exhibition about the joint scientific programmes of JINR and CERN in research into the micro world structure. Booklets and souvenirs issued to the date of JINR's 50th anniversary were also available.

The exhibition revealed the history of development and modern achievements in the research on elementary particle physics conducted jointly by CERN and JINR, as well as the progress in nuclear physics, condensed matter physics and applied research.

***A presentation of technologies and devices developed at the Scientific Centre for Applied Research (SCAR), JINR,***



Женева (Швейцария), 25–28 апреля.  
Выставка ЦЕРН–ОИЯИ  
«Наука сближает народы»

Geneva (Switzerland), 25–28 April.  
CERN–JINR exhibition  
«Science Bringing Nations Together»



25 мая в конференц-зале Лаборатории информационных технологий состоялась **презентация технологий и устройств, разработанных в Научном центре прикладных исследований (НЦПИ) ОИЯИ**. Среди приглашенных были представители российских предприятий и организаций, заинтересованные в данных разработках, корреспонденты российских и иностранных средств массовой информации.

С приветствием от имени дирекции ОИЯИ выступил главный ученый секретарь Н. А. Русакович. Профессор О. А. Займидорога познакомил собравшихся с возможностями нового вещества — гетероэлектрика, рассказал о принципах его применения в оптике, химическом анализе, создании ненавесных элементов интегральных схем разного номинала, фотоэлементов и т. д. Особый акцент был сделан на «звездной батарее», которая состоит из гетеро-

электрического фотоэлемента с высокой эффективностью работы в видимом и инфракрасном спектрах и гетероэлектрического конденсатора большой емкости в малом объеме.

Гетероэлектрик — гетерогенная субстанция, состоящая из носителя и активного начала — наночастиц вещества, отличного от вещества носителя. При этом размеры наночастиц и расстояние между ними меньше длины волны воздействующего электромагнитного поля. Это запатентованное изобретение ученых НЦПИ охватывает 24 направления науки и техники, позволяет осуществлять управление магнитным полем и его преобразование, создавать приборы и устройства с прогнозируемыми оптическими, электрическими и магнитными свойствами.

На презентации был продемонстрирован образец гетероэлектрического фотоэлемента (ГЭФ), являющегося



Лаборатория информационных технологий, 25 мая.  
Презентация «звездной батареи», созданной на основе гетероэлектрика — изобретения ученых НЦПИ ОИЯИ

Laboratory of Information Technologies, 25 May.  
Presentation of the «stellar battery» produced on the basis of heteroelectric — an invention by scientists from SCAR, JINR

was held on 25 May in the conference hall of the Laboratory of Information Technologies. It was attended by representatives from Russian enterprises and organizations interested in such elaborations, journalists from the central, regional and local mass media.

On behalf of the JINR Directorate, Chief Scientific Secretary N. Russakovich greeted the guests. Professor O. Zaimidoroга described to the audience the properties and potential of a new substance — heteroelectric. He also spoke about the basics of its application in optics and in chemical analysis, the development of unhinged elements of integral schemes of various types, photoelements, etc. The «stellar battery» was par-



ticularly discussed in the report. It consists of a heteroelectric photoelement with high operation efficiency in the visible and infrared spectra and a heteroelectric capacitor of large capacity in a small volume.

A heteroelectric is a kind of heterogeneous substance which consists of a carrier and an active core — nanoparticles of a substance different from the core substance. The dimensions of nanoparticles and the distance between them are less than the wavelength of the induced electromagnetic field. This patented invention of the scientists from SCAR overlaps 24 branches of science and technology and makes it possible to

основным компонентом «звездной батареи». ГЭФ имеет массу полупроводникового вещества на ватт энергии в тысячу раз меньше, чем у фотоэлементов современных солнечных батарей. Расчеты указывают на то, что себестоимость гетерозлектрического фотоэлемента «звездной батареи» будет ниже себестоимости фотоэлемента солнечной батареи.

Отвечая на вопросы, директор НЦПИ профессор В. Н. Самойлов подчеркнул, что работа по созданию «звездной батареи» еще не завершена и исследователи заинтересованы в партнерах. С конкретным предложением о сотрудничестве и поддержке ученых выступил ответственный секретарь Комитета по промышленному развитию и высоким технологиям Торгово-промышленной палаты РФ В. Н. Юртеев. Он подчеркнул, что палата готова предоставить свою площадку для диалога ученых-разработчиков и промышленников, бизнесменов, а также провести серию мероприятий по продвижению изобретений.

22 марта в конференц-зале **Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова** прошел семинар, посвященный 50-летию ОИЯИ. Открыл и вел семинар директор Института и Лаборатории теоретической физики профессор А. Н. Сисакян. Его выступление было посвящено истории и достижениям ЛТФ, а также перспективам деятельности дубненских теоретиков. Он вручил ветеранам ЛТФ федеральные, городские, областные и институтские награды.

Академик Д. В. Ширков поделился воспоминаниями о Н. Н. Боголюбове и Д. И. Блохинцеве, рассказал об их роли в создании и становлении ЛТФ, об успехах лаборатории, продемонстрировал ряд исторических фотодокументов.

Выступление научного руководителя Института академика В. Г. Кадышевского, который сменил в 1987 г. на посту директора ЛТФ академика Н. Н. Боголюбова, было посвящено памяти тех, кого уже нет среди живых, но кто оставил свой след в истории лаборатории и в сердцах коллег.

Профессор А. Т. Филиппов, вспоминая о первых годах лаборатории, подчеркнул, что во времена Н. Н. Боголюбова работы сотрудников ЛТФ отличались высоким математическим уровнем, и обратился с призывом к сотрудникам лаборатории уделять этому больше внимания.

С 1989 по 1992 г. вице-директором ОИЯИ был известный немецкий ученый-теоретик — профессор Д. Эберт. Он рас-

control the magnetic field and transform it, to develop devices with properties projected optically, electrically and magnetically.

A sample of a heteroelectric photoelement (HEPh), which is the main component of the «stellar battery», was demonstrated at the presentation. HEPh has a mass of semiconductor substance per watt a thousand times less than that of photoelements in modern solar batteries. Calculations show that the prime cost of a heteroelectric photoelement in a «stellar battery» will be lower than that of a photoelement of the modern solar battery.

Answering the questions after the report, SCAR Director V. Samoilov stressed the fact that the work toward the development of the «stellar battery» is not finished yet and the researchers are eager to find partners. Executive Secretary of the Committee on Industrial Development and High Technology of the RF Chamber of Commerce and Industry V. Yurteev made an acute suggestion to cooperate with and support the scientists. He especially indicated that the Chamber is ready to grant their environment for a dialogue of scientists-designers with industrialists and businessmen and to promote the inventions.

A seminar dedicated to the 50th anniversary of JINR was held on 22 March in the conference hall of the **Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics**. JINR and BLTP Director Professor A. Sissakian opened and presided over the seminar. He spoke in his speech about the history and achievements of the Laboratory of Theoretical Physics and prospects for Dubna theoreticians. He also presented LTP veterans with federal, local, regional and JINR awards.

Academician D. Shirkov told the audience about his reminiscences of N. Bogoliubov and D. Blokhintsev. He also talked about their role in establishing and developing the Laboratory of Theoretical Physics, successful achievements of the laboratory staff members and showed the audience a number of historical photo documents.

JINR Scientific Leader Academician V. Kadyshevsky, who superseded Academician N. Bogoliubov in 1987 as LTP director, spoke about those scientists who had passed away, but left remarkable records in the history of the laboratory and in the memory of their colleagues.

Remembering first years of research at the laboratory, Professor A. Filippov stressed the fact that at the time of N. Bogoliubov's leadership LTP staff members possessed quite a high math-

сказал о времени своей работы в ЛТФ, коснувшись тех трудностей, с которыми пришлось столкнуться дирекции Института во главе с Д. Д. Кишем в начале 1990-х. Д. Эберт вручил А. Н. Сисакяну памятный подарок и приветствие Берлинского университета им. В. фон Гумбольдта.

Торжественное собрание сотрудников **Лаборатории высоких энергий**, посвященное юбилею Института, совпало с 45-летием первого полета человека в космос. 12 апреля многим ветеранам, ученым, инженерам, специалистам, внесшим большой вклад в становление и развитие лаборатории, были вручены дипломы и почетные грамоты. Сотрудников лаборатории поздравили директор ОИЯИ профессор А. Н. Сисакян, директор ЛВЭ профессор А. И. Малахов, директор ЛФЧ В. Д. Кекелидзе, председатель ОКП-22 Е. А. Матюшевский и другие гости и участники праздника. Своими воспоминаниями о создании синхрофазотрона, первых экспериментах на этом ускорителе, ярких эпизодах становления лаборатории поделились ветераны.

В этот же день директор ОИЯИ А. Н. Сисакян, вице-директор М. Г. Иткис, помощник директора А. В. Рузаев в Доме международных совещаний поздра-

вили с юбилеем Института сотрудников отделов и служб **Управления ОИЯИ** и вручили им памятные подарки, почетные грамоты и дипломы.

Двухдневный **семинар по компьютерной алгебре** состоялся в ЛИТ ОИЯИ 23–24 мая. В нем приняли участие более 30 ученых, представляющих Линц (Австрия), Турку (Финляндия), Москву, Санкт-Петербург, Белгород, Самару, Саратов, Тамбов, Тверь и Дубну. Было представлено 27 докладов.

Этот семинар — десятый из серии совместных семинаров, проводимых с 1997 г. ОИЯИ, факультетом ВМК МГУ и НИИЯФ им. Д. В. Скобельцына МГУ. Основная цель семинаров — обеспечить форум для обсуждения современных методов, алгоритмов и систем компьютерной алгебры как специалистами в области информатики, так и математиками и физиками, успешно применяющими компьютерную алгебру в своих исследованиях. Основными темами семинара были следующие: исследование и решение нелинейных полиномиальных уравнений и дифференциальных уравнений с помощью систем компьютерной алгебры; численно-аналитические методы; разработка и развитие новых алгоритмов компьютерной алгебры и их реализация;

emational level in their work, and addressed the present staff members to focus more attention on this aspect.

In the period from 1989 to 1992 Professor D. Ebert, a famous German theoretician, was JINR vice-director. At the seminar, he spoke about the time of his work at LTP, touching upon those problems which the JINR Directorate headed by D. Kiss had to face at the beginning of the 1990s. D. Ebert presented A. Sissakian with a memorable gift and greetings of the Humboldt University in Berlin.

The ceremonial meeting of the staff members of the **Laboratory of High Energies**, dedicated to the jubilee of the Institute, was held on the day of the 45th anniversary of the first flight of a man to space. On 12 April many veterans, scientists, engineers, and specialists who contributed much to the establishment and development of the laboratory were presented with diplomas. JINR Director Professor A. Sissakian, LHE Director Professor A. Malakhov, LPP Director V. Kekelidze, Head of the Joint Trade Union Committee E. Matyushevsky and other guests and participants of the event congratulated the laboratory staff members. Veterans spoke at the seminar about the construction of the Syn-

chrophasotron, first experiments at this accelerator and bright moments in the laboratory development.

The same day JINR Director A. Sissakian, JINR Vice-Director M. Itkis, JINR Assistant Director A. Ruzaev congratulated staff members of the **Institute administration** departments on the jubilee of JINR and presented them with memorable gifts and diplomas.

A traditional two-day **Workshop on Computer Algebra** was held at the Laboratory of Information Technologies (JINR) on 23–24 May. Attending were more than 30 scientists from Linz (Austria), Turku (Finland), Moscow, St. Petersburg, Belgorod, Samara, Saratov, Tambov, Tver and Dubna. Twenty-seven reports were presented.

The workshop was the 10th in a series of joint seminars on computer algebra conducted since 1997 by the Joint Institute for Nuclear Research, the MSU Faculty of Computing Mathematics and SRINP MSU. The main goal of the workshops is to provide a forum for researchers on computer algebra methods, algorithms and software and for those who use this tool in theoretical, mathematical and experimental physics. The workshop programme covered the fol-

применение систем компьютерной алгебры для вычислений в теоретической и математической физике.

Наибольший интерес вызвали доклады А. Мюллари из Университета Турку (совместно с Н. Д. Гогиным) «Последовательность Фибоначчи–Падована и матрицы преобразования Мак-Вильямс», А. И. Овчинникова (МГУ, Университет штата Северная Каролина; совместно с М. В. Кондратьевой, О. Д. Голубицким, М. Морено Маза) «О некоторых оценках в алгоритме Розенфельда–Гребнера», В. П. Гердта (ОИЯИ; совместно с Ю. А. Блинковым) «О стратегии выбора немультпликативных продолжений при вычислении базисов Жане», В. В. Корняка (ОИЯИ) «Симметричные клеточные автоматы», Н. Н. Васильева (Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В. А. Стеклова РАН) «Выпуклые мономиальные упорядочения, многомерные диаграммы Юнга и базисы Гребнера», С. А. Михеева из Тверского университета (совместно с Е. В. Беспалько, И. В. Пузыниным, В. П. Цветковым) «Аналитические методы в теории гравитирующих сверхплотных конфигураций с реалистическими уравнениями состояния».

*В. П. Гердт, А. А. Боголюбская*

lowing topics: algebraic methods for nonlinear polynomial and differential equations, symbolic-numeric methods, computer algebra algorithms and software packages; application to theoretical and mathematical physics.

The greatest interest was attracted by the reports «Fibonacci–Padovan Sequences and MacWilliams Transform Matrices» by A. Myllari (University of Turku, in cooperation with N. Gogin), «Bounding Orders in Rosenfeld-Groebner Algorithm» by Alexei Ovchinnikov (MSU and North Carolina State University, in collaboration with M. Kondratieva, O. Golubitsky, M. Moreno Maza), «On Selection Strategy for Non-multiplicative Prolongations in Computing Janet Bases» by V. Gerdt (LIT, JINR; in cooperation with Yu. Blinkov), «Symmetric Cellular Automata» by V. Korniyak (LIT, JINR), «Convex Monomial Orderings, Multidimensional Young Diagrams and Groebner Bases» by N. Vasiliev (Steklov Institute of Mathematics, St. Petersburg, RAS), «Analytical Methods in Theory of Gravitating Superdense Configurations with Realistic State Equation» by S. Mikheev (Tver State University, in cooperation with E. Bospalko, I. Puzynin, V. Tsvetkov).

*V. Gerdt, A. Bogolubskaya*

В Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова с 1 по 30 апреля проходило 10-е рабочее совещание «*Теория нуклеации и ее применения*». В его работе участвовали около 60 ученых из России, Белоруссии, Болгарии, Германии, Узбекистана, Украины и ОИЯИ.

В течение недели участники заслушали и обсудили около 50 обзорных докладов, посвященных исследованиям, выполненным после окончания предыдущего совещания, а также результатам, полученным по совместным проектам. Впервые на совещании обсуждались применения теории фазовых переходов в физике атмосферы и геологии, а также технология получения специальных стекол.

Три недели совещания отводились продолжению работы по совместным проектам и планированию новых проектов. По результатам работы в Дубне подготовлены к публикации три статьи. Следует отметить, что за последние годы постоянными участниками совещания опубликованы следующие монографии: В. П. Скрипов, М. З. Файзулин «Фазовые переходы твердое тело – жидкость – пар и термодинамическое подобие» (WILEY-VCH, 2006); Б. М. Смирнов «Принципы статистической физики» (WILEY-VCH, 2006); В. Эбелинг,

X Workshop «*Nucleation Theory and Its Application*» was held on 1–30 April at the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics. About 60 scientists from Russia, Belarus, Bulgaria, Germany, Uzbekistan, Ukraine and JINR took part in it.

For a week the workshop participants listened to and discussed about 50 review reports on the research conducted after the previous workshop and the results obtained in joint projects. For the first time one of the discussion topics was the application of the phase transition theory in atmosphere physics and geology, as well as the technology of special glass production.

For three more weeks joint research was continued and new projects were planned. Three papers are prepared on the results of the work in Dubna. It should be noted that the following permanent participants of the workshop have published their monographs: V. Skripov, M. Faizulin «Phase Transitions Solid Body – Liquid – Vapour and Thermodynamic Similarity» (WILEY-VCH, 2006); B. Smirnov «Principles of Statistical Physics» (WILEY-VCH, 2006); W. Ebeling, R. Feistel «Chaos and Space, Evolution Synergy» (Moscow–Izhevsk, 2005). The JINR

Р. Фейстел «Хаос и космос, синергетика эволюции» (Москва–Ижевск, 2005). Издательским отделом ОИЯИ опубликован 3-й том трудов совещания, в котором подводятся итоги работы за последние три года.

Совещание проводилось при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и программы «Гейзенберг–Ландау». Планируется продолжить такую эффективную форму сотрудничества и в дальнейшем.

С 22 по 27 мая в Словакии в местечке Модра-Гармония (в 30 километрах от Братиславы) проходило традиционное международное совещание «*Релятивистская ядерная физика: от сотен МэВ до ТэВ*», в этом году посвященное 50-летию ОИЯИ. Совещание было организовано Физическим институтом Словацкой академии наук (ФИ САН) и ОИЯИ. На открытии выступил представитель Словацкого физического общества профессор Ю. Богачек. От имени дирекции ОИЯИ участников совещания приветствовал вице-директор Института профессор Р. Ледниcki, представивший доклад об истории ОИЯИ, современном состоянии и планах на будущее. Совещание приветствовал полномочный представитель Правительства Словакии в ОИЯИ профессор

С. Дубничка, который принял активное участие в его работе. В открытии также участвовал сопредседатель оргкомитета совещания со стороны Словакии профессор Ш. Гмуца из ФИ САН.

В работе совещания приняли участие физики из ОИЯИ, Словакии, Чехии, Польши, Италии и Германии, которые представили около 40 докладов. Ряд докладов касался теории ядерных взаимодействий при высоких энергиях, другие были посвящены новым экспериментальным результатам в этой области, а также прикладным вопросам использования ускоренных ядерных пучков. Подробно обсуждался вопрос развития ускорительной базы ОИЯИ на основе нуклотрона, результаты, полученные на ускорительном комплексе, и предстоящие планы в рамках перспективной программы развития ОИЯИ. Обсуждались результаты, полученные, в том числе и с участием сотрудников ОИЯИ, в ЦЕРН (Швейцария), BNL и Лаборатории Джеферсона (США), Фраскати (Италия), GSI (Германия). Следует отметить, что в работе совещания приняло участие значительное число молодых ученых и специалистов.

Директор Лаборатории высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина профессор А. И. Малахов подробно рассказал о долгосрочной про-

Publishing Department issued the third volume of the Workshop Proceedings where the results of the last three years are presented.

The workshop was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Heisenberg–Landau programme. The efficient form of cooperation is planned to be continued in the future.

On 22–27 May in Modra-Harmónia in Slovakia (30 km from Bratislava) the traditional international workshop «*Relativistic Nuclear Physics: from Hundreds of MeV to TeV*» devoted to the 50th anniversary of JINR was held. The workshop was organized by the Physical Institute of the Slovak Academy of Sciences (PI SAS) and the Joint Institute for Nuclear Research (JINR). At the opening ceremony, a representative of the Slovak Physical Society Professor Yu. Bogaček gave a speech of welcome. On behalf of the JINR Directorate the participants of the workshop were greeted by JINR Vice-Director Professor R. Lednický, who also gave a report on the history of JINR, modern status and plans for the future. The workshop was welcomed by Plenipotentiary of the Slovak Government to JINR S. Dub-

nička, who took an active part in the workshop. The co-chairman of the Organizing Committee of the workshop from the Slovak side Professor S. Gmuca (PI SAS) also took part in the opening ceremony of the workshop.

Physicists from JINR, Slovakia, the Czech Republic, Poland, Italy and Germany made about 40 presentations. A number of reports were devoted to the theory of nuclear interactions at high energies; others were devoted to new experimental results in this field and problems of application of accelerated nuclear beams. The issue of the development of the JINR accelerator complex on the basis of the Nuclotron, obtained results and plans in the framework of the programme of JINR development were discussed in detail. The results obtained at CERN (Switzerland), BNL and JLab (USA), Frascati (Italy), GSI (Germany), including those obtained with the participation of the JINR researchers, were discussed. It should be noted that a considerable number of young researchers took part in the workshop.

Director of the Veksler and Baldin Laboratory of High Energies Professor A. Malakhov described in detail the long-term research programme of the laboratory. Deputy Directors Professor N. Agapov and Professor S. Vokal informed the participants on the plans of the development of





Модра-Гармония (Словакия), 22–27 мая.  
Международное совещание  
«Релятивистская ядерная физика: от сотен МэВ до ТэВ»

Modra-Harmónia (Slovakia), 22–27 May.  
International meeting «Relativistic Nuclear Physics:  
from Hundreds of MeV to TeV»

грамме исследований лаборатории. Заместители директора лаборатории профессор Н. Н. Агапов и профессор С. Вокал проинформировали соответственно о планах развития ускорительного комплекса нуклотрон и экспериментах с ядерными пучками на нем.

Большой интерес вызвал доклад заместителя директора Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова профессора А. С. Сорина, содержащий инициированное директором ОИЯИ профессором А. Н. Сисакьяном предложение по поиску смешанной фазы сильно взаимодействующей материи на нуклотроне. Профессор В. В. Буров (ЛТФ ОИЯИ) сделал содержательный доклад на тему «Электромагнитные свойства дейтрона в подходе Бете–Солпитера», вызвавший живую дискуссию участников совещания. Очень информативным был доклад профессора П. Росси из Италии, посвященный изучению формфакторов нуклонов на накопительном электрон-позитронном кольце DANAE во Фраскати.

О результатах, полученных на установке NA-49 в ЦЕРН, сделал сообщение доктор Т. Шустер из Германии. Были приведены уникальные данные, полученные в широкой области энергии от 20 до 158 АГэВ для столкновений ядер свинца, кальция и углерода, а также

дана информация о дальнейших планах коллаборации. Отмечалась значительная роль дубненской группы из ЛВЭ (руководитель профессор Л. Г. Мелкумов) в создании установки и получении результатов.

Интересную дискуссию вызвал доклад профессора А. С. Дубничковой из Университета им. Я. Коменского (Братислава), касающийся теоретических вопросов странных нуклонных формфакторов и содержащий сравнение с данными Лаборатории Джеферсона (США).

Профессор Л. Майлинг из Чехии сделал доклад на тему «Нейтронно-избыточные ядра на нуклотроне. О чем они нам говорят?», профессор Ш. Гмуца (ФИ САН) — на тему «Уравнение состояния гиперонно-избыточной ядерной материи», профессор Б. Словински (Варшавский технический университет, Польша) — на тему «Релятивистские модели адрон-ядерных взаимодействий при промежуточных энергиях».

Вызвали большой интерес доклады профессора Я. Урбана из Университета им. П. Шафарика (Кошице, Словакия) на тему «Разрушение легких ядер при промежуточных энергиях», профессора С. Б. Герасимова (ОИЯИ) «Экзотические узкие дибарионные эффекты в реакциях с двумя нуклонами и двумя гамма-квантами

the Nuclotron accelerator complex and experiments with nuclear beams at this complex, respectively.

The report of Deputy Director of the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics Professor A. Sorin concerning the proposal initiated by JINR Director Professor A. Sissakian on the search for the mixed phase of strongly interacting matter at the Nuclotron raised great interest. Professor V. Burov (BLTP, JINR) presented a very interesting report «Electromagnetic Properties of Deuteron in the Bethe–Salpeter Approach», which caused a vivid discussion. The report of Professor P. Rossi (Italy) devoted to the investigation of nucleon form factors in the storage electron-positron ring DANAE in Frascati was very informative.

The results obtained at the NA49 setup at CERN were reported by Dr T. Schuster (Germany). Unique data obtained in the wide energy range between 20 and 158.4 GeV for collisions of lead, calcium and carbon ions were presented, and information on further plans of the collaboration was given. The essential role of the LHE Dubna group (under the leadership of Professor L. Melkumov) in the development of the setup and acquisition of the results was noted.

The presentation by Professor A. Dubničková (Comenius University, Bratislava) on theoretical problems of

strange nucleon form factors and comparison with the data of the JLab raised an interesting discussion.

Professor L. Majling (Czech Republic) presented the report «Neutron-Rich Nuclei at the Nuclotron. What Do They Tell Us?», as well as Professor S. Gmuca (PI SAS) made the report «Equation of State of the Hyperon-Rich Nuclear Matter», and Professor B. Slowinski (Warsaw Technical University, Poland) the report «Relativistic Models of Hadron-Nuclear Interactions at Intermediate Energies».

The reports by Professor Ya. Urban (Safarik University, Košice, Slovakia) «Decay of Light Nuclei at Intermediate Energies», Professor S. Gerasimov (JINR) «Exotic Narrow Dibaryon Effects in Reactions with Two Nucleons and Two Gamma-Ray Photons at Intermediate Energies», Professor M. Tokarev «Z-Scaling in Collisions of Heavy Ions at RHIC», Dr P. Stavina (Comenius University, Bratislava) «Experiment ATLAS: Calibration of Calorimetric Systems» were met with interest.

Special attention was drawn to the reports made by PI SAS researchers M. Morhač and V. Matoušek, which were devoted to the problems of processing experimental data using modern mathematical methods and to the system

при промежуточных энергиях», профессора М. В. Токарева (ОИЯИ) «Z-скейлинг в столкновениях тяжелых ионов на RHIC», доктора П. Штавина (Университет им. Я. Коменского, Братислава) «Эксперимент ATLAS: калибровка калориметрических систем».

Особое внимание привлекли доклады, сделанные сотрудниками ФИ САН М. Морхачем и В. Матушеком, посвященные вопросам обработки экспериментальных данных современными математическими методами и системе лазерной калибровки, создаваемой совместно с ОИЯИ для установки «Дельта», в том числе для изучения смешанной фазы сильно взаимодействующей материи на нуклотроне.

О физических результатах, полученных на установке STAR (BNL, США), и вкладе в этот эксперимент группы ОИЯИ рассказал профессор Ю. А. Панебратцев (ОИЯИ).

Интересные данные представил доктор П. И. Зарубин (ОИЯИ) в двух своих сообщениях, посвященных периферической фрагментации легких ядер в ядерной эмульсии и топологии «белых» звезд в этих процессах.

Доктор В. М. Головатюк (ОИЯИ) рассказал о программе применения ионных пучков в медицине и биологии (проект «Нуклотрон для медицины», который

был инициирован профессорами С. Дубничкой и Я. Ружичкой из Словакии).

Среди других докладов следует особо отметить сообщения, сделанные молодыми сотрудниками из ОИЯИ А. В. Елисеевым, А. Морозовым, Д. А. Артеменковым, В. Андреевым, Д. К. Дрябловым, С. Бондаренко и из Словакии — М. Янеком, М. Веселским, Я. Лея и Я. Федоршиным.

Оргкомитетом конференции были организованы интересные экскурсии. Одна из них проводилась в районе Красных камней, где находится церковь XIII в. и где состоялась демонстрация кормления хищных птиц. Участники совещания посетили столицу Словакии чудесный город Братиславу, а также винные подвалы в Модре, где проходила дегустация прекрасных словацких вин этого района.

Работа совещания была великолепно организована благодаря активности оргкомитета в составе Ю. С. Анисимова (сопредседатель), Н. Н. Агапова, Ш. Гмуцы (сопредседатель), В. Матушека, М. Морхача, А. С. Сорина, С. Вокала и ряда других сотрудников ОИЯИ и ФИ САН.

В один из дней совещания состоялась встреча директора ЛВЭ профессора А. И. Малахова, заместителя директора ЛВЭ профессора Н. Н. Агапова, начальника

of laser calibration created in collaboration with JINR for the DELTA setup and planned for investigation of the mixed phase of strongly interacting matter at the Nuclotron.

The physics results obtained at STAR and the contribution of the JINR group to this experiment were reported by Professor Yu. Panebratsev (JINR).

Interesting data were presented by Dr P. Zarubin (JINR) in two reports devoted to the peripheral fragmentation of light nuclei in the nuclear emulsion and the topology of «white» stars in these processes.

Dr V. Golovatyuk (JINR) presented the program of application of ion beams in medicine and biology (project Med-Nuclotron initiated by Professors S. Dubnička and J. Ružička (Slovakia)).

Special note should be taken of the reports made by young JINR researchers A. Eliseev, A. Morozov, D. Artemenkov, V. Andreev, D. Dryablov, S. Bondarenko and Slovak researchers M. Janek, M. Veselsky, Ya. Leja and Yu. Fedoršin.

Excursions organized by the Organizing Committee of the workshop were also very interesting. One of them was to Red Stones where a church built in the 13th century is situated.

ed. During this excursion feeding of wild birds was demonstrated. The next excursion was to the capital of Slovakia, a nice city of Bratislava, and finally the participants of the workshop visited wine cellars in Modre with testing of fine Slovak wines produced in this region.

The workshop was well organized thanks to the activity of the Organizing Committee: Yu. Anisimov (co-chair), N. Agapov, S. Gmuca (co-chair), V. Matoušek, M. Morhač, A. Sorin, S. Vokal and a number of other JINR and PI SAS staff members.

During one of the days of the workshop the meeting of VBLHE Director Professor A. Malakhov, Deputy Director Professor N. Agapov, Group Leader Dr V. Golovatyuk and Professor J. Ružička (Slovakia) with president of the Slovak Committee of Standardization and Metrology A. Gonda and member of European Parliament A. Duka-Zajomi took place. During the workshop, meetings in the Russian Embassy in Slovakia with Ambassador Extraordinary and Plenipotentiary Yu. Tsingovatov and Chief Counselor of the Russian Embassy in the Slovak Republic A. Veta also took place. The topic of these meetings was the discussion of the programme of application of ion beams in medicine, and the

сектора ЛВЭ доктора В. М. Головатюка и профессора Я. Ружички (Словакия) с председателем Госкомитета по метрологии, нормализации и стандартам А. Гондой и депутатом Европейского парламента от Словакии А. Дука-Зойоми, а также встреча в посольстве России в Словакии с чрезвычайным и полномочным посланником Ю. Л. Цинговатовым и старшим советником посольства РФ в Словацкой Республике А. И. Ветой. Темой этих встреч явилось обсуждение программы использования ионных пучков в медицине, создание специализированных ускорителей для терапии злокачественных опухолей и создание специального центра для этих целей. Словацкая сторона крайне заинтересована в этой программе и готова в ней участвовать. После этих встреч наши сотрудники посетили медицинский центр им. Святой Элизабеты в Братиславе, специализирующийся на диагностике и терапии раковых заболеваний с помощью современных средств, включая лучевую терапию, где ознакомились с аппаратурой и достигнутыми результатами в лечении онкологических заболеваний.

*А. И. Малахов*

С 24 по 27 мая Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка проводила *Международное совеща-*

*ние по взаимодействию нейтронов с ядрами* (ISINN-14). Собрание являлось четырнадцатым в ряду традиционных ежегодных встреч, посвященных экспериментальным и теоретическим исследованиям взаимодействия нейтронов с ядрами, фундаментальным свойствам самого нейтрона, методическим аспектам нейтронной ядерной физики.

В работе совещания приняли участие 115 человек, в том числе 72 сотрудника ОИЯИ из ЛНФ, ЛЯР, ЛВЭ; 22 человека из Белоруссии, Болгарии, Вьетнама, Германии, Республики Кореи, Румынии, США, Франции и Японии; 21 человек из России (РНЦ КИ, ИТЭФ, НИИЯФ МГУ, МИФИ, Института глобального климата и экологии РАН, Радиового института, ПИЯФ, ГНЦ ФЭИ, ОИАЭ).

Было представлено 63 устных и 22 стендовых доклада, посвященных различным аспектам нейтронной ядерной физики, фундаментальным свойствам нейтрона, применению ядерных методик в экологических исследованиях.

Совещание, как и в прежние годы, послужило трибуной для представления новых результатов, местом неформального общения физиков из различных научных

Дубна, 24 мая. Участники XIV Международного семинара по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-14)

Dubna, 24 May. Participants of XIV International Seminar on Interactions of Neutrons with Nuclei (ISINN-14)



центров, способствовало созданию новых научных коллабораций.

*В. Н. Швецов*

С 13 по 17 июня в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова прошла традиционная международная конференция «*Структура ядра и связанные вопросы*» (NSRT'06). Конференция собирается в Дубне каждые три года, прошедшая была четвертой по счету. В конце 1990-х гг. конференции NSRT приняли

эстафету конференций и школ по избранным проблемам структуры ядра, которые организовывались ОИЯИ начиная с 1968 г. Оргкомитет «NSRT'06» возглавляли профессора В. В. Воронов и Р. В. Джолос.

Программа конференции, сформированная при активном участии представительного международного комитета советников, была тесно увязана с тематикой исследований по физике ядра при низких энергиях, ведущихся в ОИЯИ, в частности в ЛТФ и ЛЯР. В программе в равной мере были представлены и теоретические, и

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова, 13 июня.  
Международная конференция «Структура ядра и связанные вопросы»



Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics, 13 June. International conference «Nuclear Structure and Related Topics»

construction of a specialized centre for this purpose. The Slovak part is very interested in this programme and is ready to participate in it. After these meetings the JINR participants visited the St. Elizabeth medical centre in Bratislava, which specializes in cancer diagnostics and therapy using modern tools including beam therapy. There they were acquainted with the equipment and results achieved in treatment of cancer.

*A. Malakhov*

On 24–27 May the Frank Laboratory of Neutron Physics held the traditional annual *International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei* (ISINN-14). It was the fourteenth seminar in the series of traditional annual meetings covering experimental and theoretical investigations of the interaction of neutrons with nuclei, fundamental properties of the neutron itself, methodical aspects of nuclear physics with neutrons.

The seminar was attended by 115 participants, including 72 JINR scientists from FLNP, DLNP, VBLHE; from the JINR Member States and other countries — 22 participants from Belarus (JINER), Bulgaria, Vietnam, Germany, Republic of Korea, Russia (21 participants from RRC KI, ITEP, SINP MSU, MEPI, Institute of Global Climate and Ecology of RAS, Khlopin Radium Institute, PNPI, IPPE, OINPE), Romania, the USA, France and Japan.

Sixty-three oral and poster papers concerning various aspects of nuclear physics with neutrons, fundamental properties of the neutron, application of nuclear techniques in ecological studies were presented at the seminar.

As in the previous years, the seminar served as a tribune to present new results and also as a place of informal contacts among physicists from different scientific centres. It also contributed to the establishing new scientific collaborations.

*V. Shvetsov*

экспериментальные работы. Большая часть докладов была посвящена свойствам ядер, далеких от долины стабильности. Заметная доля теоретических работ была посвящена совершенствованию и применению микроскопических моделей с самосогласованием, так как они позволяют более надежно предсказывать свойства новых нуклидов. Солидно было представлено еще одно популярное направление теоретических исследований в области структуры ядра — алгебраический подход к описанию ядерных спектров. Несколько обстоятельных экспериментальных докладов были посвящены спектроскопии короткоживущих ядерных уровней, свойствам нейтронно-избыточных ядер, новым измерениям изовекторного монополярного и изоскалярного дипольного резонансов.

Не была обойдена вниманием и такая популярная и интересная тема, как структура гало-ядер и реакции с их участием. Ее различные аспекты рассматривались и с экспериментальной, и с теоретической точки зрения. Отдельное заседание было посвящено структуре сверхтяжелых ядер. В докладах экспериментаторов были представлены достижения физиков ЛЯР и GSI, в том числе участники были проинформированы о недавнем успехе ЛЯР — химической идентификации

атомов 112-го элемента. Теоретический доклад по спектроскопии ядер с зарядом  $Z > 96$  был представлен от ЛТФ.

В той части программы, которую несколько условно можно рассматривать как «связанные вопросы», обсуждались проблемы «ядерной астрофизики» (структура нейтронных звезд,  $r$ -процесс нуклеосинтеза с участием тяжелых ядер), структура гиперядер с большим избытком нейтронов, использование специфических черт структуры отдельных ядер для оценки степени нарушения  $T$ -инвариантности в ядерных взаимодействиях.

Всего на конференции было представлено 48 докладов. В ее работе приняли участие более 100 ученых из 17 стран Европы, Азии и Америки, в том числе около 30 человек из стран-участниц ОИЯИ (включая Россию). Конференция получила финансовую поддержку от РФФИ, программ «Гейзенберг–Ландау» и «Вотруба–Блохинцев». Учеными ОИЯИ было представлено 8 докладов (ЛТФ, ЛНФ, ЛЯР). Важной особенностью конференции явилось большое число докладов молодых ученых (около 40 % от полного их числа). Среди молодых докладчиков были как сотрудники ЛТФ (они представили половину докладов от ЛТФ), так и участники из

The traditional International Conference «*Nuclear Structure and Related Topics*» (NSRT'06) was held at the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics from 13–17 June. The conference is organized every three years and the latest one was the fourth. At the end of the 1990s the NSRT conference maintained the tradition of the conferences and schools on selected topics in nuclear structure organized by the Joint Institute for Nuclear Research since 1968. The co-chairmen of the Organizing Committee of NSRT'06 were Professors V. Voronov and R. Jolos.

The conference programme, composed with an active participation of the impressive International Advisory Committee, was closely correlated with the current studies in the field of low-energy nuclear physics at JINR, specifically at the Bogoliubov and Flerov Laboratories. The conference programme contained equally experimental as well as theoretical talks. The main conference subject was physics of nuclei far from stability valley. Many of theoretical talks were devoted to an enhancement and applications of self-consistent microscopic models of nuclear structure because these models have strong predictive power. One more popular branch of contemporary theoretical studies — the algebraic approach in studying nuclear spectra — was pre-

sented in a solid piece of theoretical talks. The spectroscopy of short-lived excited states, properties of neutron-rich nuclei and new data on isovector monopole as well as isoscalar dipole giant resonances were discussed in several detailed experimental talks.

Such an interesting and hot theme as the structure of halo-nuclei and reactions with them focused attention as well. Both the theoretical and experimental aspects of the subject were under discussion. Properties of very heavy and super-heavy nuclei were discussed at a special session. The recent achievements of physicists from the Flerov Laboratory, as well as from GSI, were presented in the experimental talks. Especially, the participants were informed in short that very recently physicists of FLNR have identified atoms of the element  $Z = 112$  by means of chemical reactions, thus confirming their previous findings. Theoreticians from BLTP presented a talk on spectroscopy of nuclei with  $Z > 96$ .

In the other part of the programme, which was conditionally named «related topics», problems of nuclear astrophysics (structure of neutron stars,  $r$ -process of nucleosynthesis with heavy nuclei), hypernuclei with large neutron excess, an estimation of the nuclear Schiff moment related to the  $T$ -invariance breaking were discussed.

Греции, Италии, Литвы, России, Турции, Франции, Чехии. Участие в работе конференции большого количества молодежи представляется чрезвычайно важным — взаимные научные и человеческие контакты молодых ученых гарантируют преемственность международного сотрудничества и достойное будущее ядерной физики.

*А. И. Вдовин*

15-й Международный коллоквиум «*Квантовые симметрии и интегрируемые системы*» проходил с 15 по 17 июня в Чешском техническом университете (Прага). Он был организован Чешским техническим университетом и Лабораторией теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова. Такие коллоквиумы проходят в Праге ежегодно с 1992 г. и посвящены проблемам математической физики, связанным с теорией интегрируемых систем, квантовыми группами и квантовыми симметриями. В них принимают участие около 60 ученых из научных центров многих стран.

Коллоквиум проходил в рамках программы «Блохинцев–Вотруба». Материалы коллоквиума, как и в предыдущие годы, будут опубликованы в «Чехословацком физическом журнале».

С 15 по 17 июня в филиале НИИЯФ МГУ проходило очередное, пятое по счету, *рабочее совещание по исследованиям на реакторе ИБР-2*. Это совещание — последнее перед длительной остановкой реактора ИБР-2 на модернизацию — отличало наибольшее за все годы число участников — более 100 специалистов из Германии, Латвии, Польши, России, Румынии, Словакии, Чехии и ОИЯИ. Многочисленные группы представляли российские исследовательские центры: ПИЯФ (Гатчина), ФЭИ (Обнинск), РИЦ «Курчатовский институт», МГУ, Физико-технический институт (Санкт-Петербург), Институт физики твердого тела (Черноголовка), Институт физики металлов и Институт металлургии (Екатеринбург), Тульский госуниверситет, Нижегородский университет, Педагогический университет Стерлитамака, УИЦ РАН (Уфа).

Открывая встречу ученых и специалистов, научный руководитель ЛНФ, первый заместитель директора РИЦ «Курчатовский институт» по научной работе профессор В. Л. Аксенов отметил, что у данного совещания вполне определенное целевое назначение. Помимо научных результатов, полученных на реакторе с октября 2005 г., необходимо обсудить проекты модернизации, развития и создания спектрометров для нового реактора

The total number of the presented talks was 48. More than 100 physicists from 17 countries of Europe, Asia and America took part in NSRT'06. Among them there were 30 participants from the JINR Member States, including Russia. The conference was supported by the Russian Foundation for Basic Research, the Heisenberg–Landau Programme and the Votruba–Blokhintsev Programme. JINR scientists from BLTP, FLNR, FLNP presented eight oral talks.

A distinctive feature of the conference was a large number of young reporters. They gave about 40% of the total number of talks. Half of the BLTP speakers were young physicists, others were from Czechia, France, Greece, Italy, Lithuania, Russia, Turkey. This feature seems to be of great importance because mutual scientific and human contacts of young investigators guarantee a continuity of international cooperation and thus a promising future for nuclear science.

*A. Vdovin*

The XV International Colloquium «*Quantum Symmetries and Integrable Systems*» was organized by the Department of Mathematics, Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Czech Technical University, Prague,

and by the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics of the Joint Institute for Nuclear Research. It was held in Prague, Czech Republic, from 15–17 June. The XV International Colloquium on Integrable Systems belongs to the series of annual meetings held at Czech Technical University since 1992 and is devoted to problems of mathematical physics related to the theory of integrable systems, quantum groups and quantum symmetries. During the last 14 years each of the conferences gathered around 60 scientists from all over the world. Plenary lectures and contributions presented at these conferences were published in the «Czechoslovak Journal of Physics».

The participants from JINR were supported by the Blokhintsev–Votruba Programme.

*The 5th Workshop on Research at IBR-2* was held on 15–17 June at the department of the MSU SRINP. The workshop was the last one after which the reactor IBR-2 will be shut down for a long term to be modernized. It was a remarkable event from the standpoint of the greatest number of participants — more than 100 specialists from Germany, Latvia, Poland, Russia, Romania, Slovakia, Czechia

ИБР-2М. Работа над проектами ведется в научно-экспериментальном отделе нейтронных исследований конденсированных сред ЛНФ с 2001 г., и теперь наступил завершающий этап. Во время остановки реактора в 2007–2010 гг. должны быть реализованы конкретные проекты. Для их обсуждения и определения конкретного перечня проектов были привлечены эксперты из ведущих российских научных центров.

В. Л. Аксенов также проинформировал участников о том, что в настоящее время в Правительстве РФ находится на утверждении Федеральная целевая программа, ориентированная на нанонауки, нанотехнологии и материаловедение. Программой будут финансироваться научные исследования, поддерживаться образовательная компонента и молодые ученые. Сегодня задача научного сообщества, занимающегося физикой твердого тела, — представить экспертному совету программы конкурентоспособные проекты.

Директор ЛНФ А. В. Белушкин, приветствуя собравшихся, напомнил, что стратегическая программа, разрабатываемая в ОИЯИ, наряду с физикой элементарных частиц и ядерной физикой включает и физику конденсированных сред. Поэтому и перед научным коллективом Института, и перед участниками совещания сто-

ит важная задача — отобрать наиболее амбициозные проекты. А коллеги из нейтронных центров стран-участниц помогут поддержать в период остановки реактора ИБР-2 его научную программу, — выразил надежду директор лаборатории.

С предварительными итогами работы реактора в 2005–2006 гг. и планами предстоящего второго этапа его модернизации участники совещания познакомил главный инженер реактора А. В. Виноградов. На 1 июня 2006 г. реактор наработал 48 090 часов на эксперимент. Продолжает беспокоить руководство реактора старение персонала: средний возраст сотрудников составляет 53 года, а возраст ведущих специалистов ИБР-2 — от 60 до 80 лет.

Общую картину предполагаемого развития спектрометров на реакторе ИБР-2 представил А. М. Балагуров: вместо 12 работающих ныне спектрометров в проекте рассматриваются 16 модернизированных, из которых 6 — новые установки. О развитии существующих спектрометров доложили руководители соответствующих проектов.

Участники совещания не раз отмечали, что база ЛНФ не только близка к мировому уровню, но и в чем-то его превосходит. Намеченная модернизация ре-

and JINR attended it. Large groups represented Russian research centres, such as INP (Gatchina), PEI (Obninsk), RRC «The Kurchatov Institute», MSU, the Physics-Technical Institute (St.Petersburg), the Institute of Solid Matter Physics (Chernogolovka), the Institute of Physics of Metals and the Metallurgy Institute (Yekaterinburg), Tula University, Nizhni Novgorod University, Sterlitamak Pedagogical University, UC RAS (Ufa).

Opening the meeting, FLNP Scientific Leader, First Deputy Director on science of the Russian Research Centre «The Kurchatov Institute» Professor V. Aksenov indicated that this workshop has a definite purpose. Besides scientific results obtained at the reactor since October 2005, projects of modernization, development and construction of spectrometers for the new IBR-2M reactor should be discussed. The scientific-experimental department of neutron research in condensed matter of FLNP has been working on the projects since 2001; now the activities have come to the final stage. Specific projects should be implemented during the shutdown of the reactor in 2007–2010. Experts from leading Russian scientific centres were invited to discuss them and to define their actual number.

V. Aksenov also informed the participants about the Federal Target Programme which is discussed now in the Government to be approved. It is oriented at nanosciences, nanotechniques and material engineering. The programme will finance scientific research, support educational courses and young scientists. The task for today of the scientific community involved in solid matter physics research is to deliver competitive projects to the programme advisory panel.

FLNP Director A. Belushkin greeted the participants and stressed the fact that the strategic programme of JINR includes condensed matter physics, together with elementary particle physics and nuclear physics. Thus, the scientific community of JINR and the participants of the workshop face an important task — to choose the most ambitious projects. The laboratory director expressed hope that colleagues from neutron research centres in JINR Member States would assist in maintaining the scientific programme of the IBR-2 reactor in the period of its shutdown.

Chief engineer of the reactor A. Vinogradov spoke at the meeting on preliminary results of the operation of the reactor in 2005–2006 and plans for the forthcoming second



актора и его экспериментальной базы необходима, странам-участницам ОИЯИ нужен мощный центр. По общему убеждению, ИБР-2М будет еще больше привлекать зарубежных специалистов, что, в свою очередь, поднимет престиж российской науки. Но кроме улучшения характеристик реактора надо думать о привлечении молодежи, о создании школы нейтронных исследований.

Помимо выступлений по проектам развития комплекса спектрометров на совещании были сделаны научные доклады, а в завершение его работы эксперты представили свои заключения по результатам обсуждения проектов. Но все это лишь первый этап конструктивного обсуждения предложений, окончательное решение будут принимать члены Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред на осенней сессии.

С 17 по 30 июня в Аронсборге близ Стокгольма проходила *Европейская школа по физике высоких энергий*, организованная ЦЕРН и ОИЯИ. В ней приняли участие около ста молодых физиков из стран-участниц ОИЯИ и ЦЕРН. В состав лекторов и руководителей дискуссий вошли видные ученые из ОИЯИ, ЦЕРН,

Швеции, Италии, России и других стран, в том числе академик В. А. Рубаков (Институт ядерных исследований, Троицк), А. Б. Арбузов (ОИЯИ).

Лекцию о научной программе ОИЯИ прочитал директор Института член-корреспондент РАН А. Н. Сисакян. О научных планах ЦЕРН рассказал заместитель генерального директора по науке Й. Энгелен.

В заключительный день участников школы приветствовали вице-президент Королевской академии наук Швеции С. Куландер, член Комитета по нобелевским премиям С. Ярлског и другие представители шведских научных и властных структур. Следующая школа состоится в августе 2007 г. в Чехии.

II Международная конференция *«Распределенные вычисления и грид-технологии в науке и образовании»* проходила в Лаборатории информационных технологий ОИЯИ с 26 по 30 июня. Первая конференция, проведенная два года назад этой же лабораторией, стала первым подобным форумом в России и собрала представителей российских центров и центров стран-участниц ОИЯИ, работающих в этой области. На вторую конференцию приехали уже более 200 специалистов из 17 стран — Армении, Белоруссии, Болгарии, Велико-

stage of its modernization. By 1 June 2006, the reactor has operated for 48 090 hours in experiments. Aging of the personnel is still an issue of anxiety for the administration, as the age of leading specialists at IBR-2 is from 60 to 80.

A. Balagurov gave an outline on the development of spectrometers at IBR-2. Instead of 12 spectrometers operating today, the project considers 16 modernized devices, among which 6 devices are new. Other project leaders reported on the development of the existing spectrometers. The workshop participants marked that the present FLNP facility base is not only close to the international level but in some parameters it even excels it. The plans to modernize the reactor and its experimental base are a necessary measure as JINR Member States need a powerful centre. It was mutually confirmed that IBR-2M would attract even more foreign specialists, which would in its turn enhance the prestige of the Russian science. But improving the reactor characteristics is not the only task; it is vital to think of new ways of attracting young scientists and establishing a school of neutron research.

In addition to the presentations on the development of the spectrometer complex, scientific reports were delivered

at the meeting. As a conclusion of the event, the experts presented their analysis of the discussion results. The discussions of the proposals at the workshop are the first part of the constructive dialogue which will be continued and concluded in final decisions by the members of the Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics at the autumn session.

The *European School on High Energy Physics*, organized by CERN and JINR, was held on 17–30 June in Aronsborg near Stockholm. About a hundred young physicists from JINR and CERN Member States took part in it. Among the lecturers and discussion leaders were famous scientists from JINR, CERN, Sweden, Italy, Russia and other countries, including Academician V. Rubakov (the Institute of Nuclear Research, Troitsk) and A. Arbuzov (JINR).

JINR Director RAS Corresponding Member A. Sissakian gave a lecture about the scientific programme of JINR. CERN Deputy Director-General J. Engelen spoke about scientific plans at CERN.

On the final day of the school Vice-President of the Royal Academy of Sciences of Sweden S. Kulander, mem-

британии, Германии, Индии, Польши, Румынии, США, Чехии, Словакии, Швейцарии, Швеции, Узбекистана, Украины и др., а также из ЦЕРН и 46 университетов и исследовательских центров России, среди которых Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, НИИЯФ им. Д. В. Скобельцына МГУ, Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ, Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Институт системного программирования РАН, Институт проблем информатики РАН, Институт орга-

нической химии им. Н. Д. Зелинского РАН, Институт проблем химической физики РАН, Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН, НИИ «Квант», Институт теоретической и экспериментальной физики, Институт теплофизики экстремальных состояний ОИВТ РАН, Московский государственный институт электроники и математики, Российский университет дружбы народов, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт высокопроизводительных вычислений и информационных систем, филиал ЗАО

Лаборатория информационных технологий, 26 июня. Участники II Международной конференции «Распределенные вычисления и грид-технологии в науке и образовании»



Laboratory of Information Technologies, 26 June. Participants of second international conference «Distributed Computing and Grid Technologies in Science and Education»

ber of the Nobel Prize committee S. Jarlskog and other representatives of Swedish scientific and administrative structures greeted the participants of the school. The next school will be held in August 2007 in Czechia.

The second international conference «*Distributed Computing and Grid Technologies in Science and Education*» was held at the JINR Laboratory of Information Technologies from 26–30 June. The first conference, organized two years ago by LIT, became the first forum in Russia that brought together representatives of Russian centres and JINR Member State institutes working in this field. The second conference was attended by more than 200 specialists from 17 countries (Armenia, Belarus, Bulgaria, Great Britain, Germany, India, Poland, Romania, the USA, the Czech Republic, Slovakia, Switzerland, Sweden, Uzbekistan, Ukraine, etc.) and from 46 universities and research

centres of Russia (Dubna: the Joint Institute for Nuclear Research, University «Dubna»; Moscow: the Moscow State University, the Skobeltsyn Scientific Research Institute of Nuclear Physics of MSU, Russian University of People's Friendship, MSU Research Computer Center, the Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, the Institute of Systems Programming of RAS, the RAS Institute of Problems in Informatics, the Zelinsky Institute of Organic Chemistry of RAS, the Institute of Problems in Chemical Physics of RAS, the Semenov Institute of Chemical Physics of RAS, the Scientific Research Institute «Quant», the Institute of Theoretical and Experimental Physics, the Institute of Thermophysics of Extreme Conditions of RAS, the Moscow State Institute of Electronics and Mathematics; St. Petersburg: the St. Petersburg State University, the Institute of High-Performance Computations and Information Systems, the Branch of Joint Stock Company Intel A/O; the

«Интел А/О», Санкт-Петербургский институт ядерной физики, Институт динамики систем и теории управления (Иркутск), Нижегородский университет, Институт вычислительных технологий СО РАН, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (Новосибирск), Институт физики высоких энергий (Протвино), Самарский государственный аэрокосмический университет, Институт систем обработки изображений РАН, Институт математических проблем биологии РАН (Пушино), Южно-Уральский государственный университет (Челябинск). В конференции также приняли участие представители коммерческих структур, в частности компаний «Cisco» и «Craftway».

Научная программа конференции, представленная 96 докладами и сообщениями, включала: 1) проблемы создания и опыт эксплуатации грид-инфраструктур в различных областях науки и образования; 2) методы и технологии распределенных вычислений, вопросы архитектуры, алгоритмы; 3) вопросы распределенной обработки и хранения данных; 4) организацию сетевой инфраструктуры для распределенной обработки данных; 5) алгоритмы и методы решения прикладных задач в распределенных вычислительных средах; 6) теорию, модели и методы распределенной обработки данных;

7) распределенные вычисления в рамках проектов LHC; 8) технологии построения и опыт использования распределенных информационных грид-систем. В рамках конференции прошли два обучающих занятия по системе gLite и NorduGrid.

Участие ОИЯИ и российских центров в экспериментах на LHC в ЦЕРН требует таких вычислительных ресурсов, которые не может предоставить самостоятельно ни одна организация. В конце 1990-х грид-технологии стали интенсивно использоваться в физике высоких энергий. Российские ученые получили опыт работы с новейшим программным обеспечением благодаря участию в европейских проектах EU DataGrid и EGEE. С 2003 г. ОИЯИ и российские центры принимают участие в проекте LCG по созданию глобальной инфраструктуры региональных центров обработки, хранения и анализа данных экспериментов на LHC. Российский Грид для интенсивных операций с данными (RDIG) был образован как действующий сегмент глобальной грид-инфраструктуры EGEE.

В Дубне, благодаря активности ОИЯИ, университета «Дубна» и администрации города, сложилась уникальная ситуация — проложена гигабитная магистраль, объединяющая Институт, университет и школы города.

St. Petersburg Institute of Nuclear Physics; the Irkutsk Institute of System Dynamics and Management Theory; Nizhni Novgorod University; the Novosibirsk Institute of Computing Technologies of the Siberian Branch of RAS, the Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics of the Siberian Branch of RAS; the Institute of High-Energy Physics (Protvino); the Samara State Space University, the Institute of Image Processing Systems of RAS; the Institute of Mathematical Problems in Biology of RAS (Pushchino); the South Urals State University). Representatives of commercial enterprises, in particular CISCO and Craftway, took part in the conference.

The scientific programme of the conference, which included 96 reports and presentations, covered the following topics: 1) creation and operating experience of Grid infrastructures in various areas of science and education; 2) methods and techniques of distributed computing; architecture, algorithms; 3) distributed processing and data storage; 4) organization of the network infrastructure for distributed data processing; 5) algorithms and methods of solving applied problems in distributed computing environments; 6) theory, models and methods of distributed data

processing; 7) distributed computing within LHC projects; 8) design techniques and experience of using distributed information Grid systems. In the framework of the conference two tutorials on Grid — gLite system and NorduGrid — were organized.

The participation of JINR and Russian centres in the LHC experiments at CERN requires such enormous computing resources that no organization can provide them on its own. At the end of the 1990s, Grid technologies were used intensively in high energy physics. Due to participation in the European projects EU DataGrid and EGEE, Russian scientists have gained experience of work with the newest software. Since 2003, JINR and Russian centres have been participating in the LCG project aimed at the creation of a global infrastructure of regional centres for processing, storage and analysis of data from the LHC experiments. Russian Grid for intensive operation with data (RDIG) has been formed as a working segment of the global Grid infrastructure.

In Dubna, due to the activities of JINR, University «Dubna» and the city administration, a unique situation has arisen — a gigabit highway that integrates the Institute, the

На ее базе в рамках проекта «Дубна-Грид» уже третий год ведутся работы по созданию городского метакластера распределенных вычислений для научных и образовательных целей. Эта инфраструктура войдет в российский грид-сегмент, взяв на себя часть обязательств ОИЯИ и России по обработке данных будущих экспериментов на ЛHC. Перспективам развития центрального информационно-вычислительного комплекса ОИЯИ и состоянию дел по проекту «Дубна-Грид» были посвящены доклады В. В. Иванова и П. В. Зрелова (ЛИТ ОИЯИ).

Один из дней конференции был полностью посвящен проблемам применения грид-технологий в системах обработки данных экспериментов на ЛHC. Этой теме были посвящены доклады Л. Робертсона (ЦЕРН), В. Литвина (США), В. Линденштрута (Германия), И. Худобы (Чехия), А. К. Кирьянова (Гатчина), В. А. Ильина (НИИЯФ МГУ), П. Вегнера (Германия), В. В. Коренькова, Г. С. Шабратовой, В. Д. Позе, И. М. Ткачева (ОИЯИ) и др.

Помимо физики высоких энергий в Грид все больше вовлекаются и другие науки. Как показала конференция, этот процесс идет и в России: подключаются химики, материаловеды, геофизики. Активно используется

Грид в биомедицине и фармакологии. Становятся доступными очень сложные задачи, в частности задачи моделирования клетки.

Большой интерес вызвали доклады Л. Робертсона (ЦЕРН) о долгосрочных перспективах развития грид-инфраструктуры в Европе, Р. Гарднера (США) о проекте OSG (Open Science Grid), В. Д. Лахно (ИМПБ РАН) о проекте моделирования клетки «Mathcell.ru», О. Г. Смирновой (Университет Лунда, Швеция) о проекте NorduGrid, В. В. Воеводина (НИВЦ МГУ им. М. В. Ломоносова) о решении больших задач в распределенных вычислительных средах, А. В. Жучкова (Телекоммуникационный центр «ЮМОС», Москва) и Н. В. Твердохлебова (Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН) о новых возможностях для разработки сервисов и инновационной деятельности на основе разделения ролей в предоставлении грид-услуг, В. М. Волохова (Институт проблем химической физики РАН) о российском сегменте Грид в области вычислительной химии, Д. Нильсена (Германия) о проекте D-Grid (немецкая грид-инициатива), В. Хагена («Cisco») о решениях компании «Cisco» в области высокопроизводительных вычислений и др.

University and Dubna secondary schools, has been routed. On its basis within the Dubna-Grid project, work has been progressing for three years toward the creation of a city metacluster of distributed computing for scientific and educational purposes. This infrastructure will be the integral part of the Russian Grid segment and take a share of JINR and Russia obligations on data processing of the future LHC experiments. The reports of V. Ivanov and P. Zrellov (LIT, JINR) were devoted to perspectives of the development of the JINR central information complex and the status of the Dubna-Grid project.

One of the conference days was dedicated to the problems of using Grid technologies for LHC experimental data processing. They were discussed in the reports delivered by L. Robertson (CERN), V. Litvin (USA), V. Lindenstruth (Germany), J. Chudoba (Czech Republic), A. Kiryanov (Gatchina), V. Ilyin (SINP MSU), P. Wegner (Germany), V. Korenkov, G. Shabratova, V. Pose, I. Tkachev (JINR).

In addition to high energy physics, more and more sciences have been drawn into Grid. As the conference has shown, this process is in progress in Russia too: chemistry, material studies, geophysics have been involved. Grid is ac-

tively used in biomedicine and pharmacology. Extremely complicated problems are getting accessible, for example, cell modeling.

Great interest was generated by the reports delivered by L. Robertson (CERN) about long-term prospects of the development of the Grid infrastructure in Europe, R. Gardner (USA) on the OSG (Open Science Grid) project, V. Lakhno (Institute of Mathematical Problems of Biology of RAS, Pushchino) on cell modeling Mathcell.ru, O. Smirnova (University of Lund, Sweden) on the NorduGrid project, V. Voevodin (Research Computer Center, MSU) about the solution of large tasks in the distributed computing environments, A. Zhuchkov (Telecommunication Centre YUMOS, Moscow) and N. Tverdokhlebov (Institute of Chemical Physics, RAS) on fresh opportunities for the development of services and innovative activities based on dividing roles in granting Grid services, V. Volokhov (Institute of Problems of Chemical Physics, RAS) about the Russian Grid segment in the field of computing chemistry, D. Nilsen (Germany) about the D-Grid project (German Grid Initiative) and its integration project (DGI), V. Hagen (CISCO)

Следует отметить большое количество интересных докладов об опыте подготовки специалистов по информационным и грид-технологиям в различных центрах России: Санкт-Петербурге, Москве, Дубне. Среди них доклад В. А. Сухомлина (МГУ) о состоянии и перспективах развития национальной системы образования в области информационных технологий, Ю. П. Галюка (Петродворцовый информационно-телекоммуникационный центр СПбГУ, НИИ физики им. В. А. Фока СПбГУ, Центр высокопроизводительных вычислений и информационных систем) об опыте работы с грид-технологиями в Санкт-Петербургском университете, К. Юнга (Германия) об опыте и уроках использования в Грид распределенного гетерогенного университетского кластера и другие доклады.

По общему мнению участников, серию подобных конференций следует продолжить. Это позволит расширить диалог ведущих специалистов из Европы, США и России, больше вовлечь центры России и стран СНГ, которые еще активно в этом процессе не участвуют. Как показала конференция, сегодня грид-технологии в России реально существуют только в московском и санкт-петербургском регионах. В других регионах работы в

этом направлении ведутся, но обеспечить стабильность предоставления грид-ресурсов пока не могут.

Успешное проведение конференции стало возможным благодаря финансовой поддержке ОИЯИ, РФФИ и компании «Cisco Systems». С аннотациями докладов и презентациями можно ознакомиться на сайте конференции <http://grid2006.jinr.ru>.

27 июля в большом зале Российской академии наук в Москве состоялось торжественное открытие **XXXIII Международной (Рочестерской) конференции по физике высоких энергий** (ICHEP'06), организованной при активном участии Объединенного института ядерных исследований.

Известная всему научному миру Рочестерская конференция является крупнейшим форумом ученых-физиков, занятых в масштабных научных проектах в ведущих лабораториях высоких энергий в мире; здесь сообщается о новых важнейших достижениях, оценивается состояние современных исследований и обсуждаются возможности будущих экспериментов. На этот раз в конференции приняли участие около тысячи ученых из многих стран мира. Тематика конференции традиционно охватывала самые актуальные вопросы физики вы-

about resolutions of the CISCO company in the field of high-performance computing, etc.

It is necessary to note a large number of interesting reports on the experience of training specialists of information and Grid technologies in various Russian centres: St. Petersburg, Moscow, and Dubna. Among them were the reports presented by V. Sukhomlin (MSU) about the status and perspectives of the development of the national education system in the area of information technologies, Yu. Galyuck (St. Petersburg) about experience of working with Grid technologies at St. Petersburg University, Ch. Jung (Germany) about experience and lessons of using the distributed heterogeneous university cluster in Grid, etc.

In general opinion of the conference attendees, such conferences should be continued. This will allow one to extend the dialogue of leading experts from Europe, the USA and Russia, to attract those Russian and CIS centres which have not actively participated in this process yet. As the conference has shown, today the real Russian Grid technologies only exist in the Moscow and St. Petersburg Regions. In other regions some work is conducted in this direction but it cannot provide stable service of Grid resources.

The successful organization of the conference became possible due to the financial support of JINR, the Russian Foundation for Basic Research and the CISCO Systems company. The abstracts of reports and presentations of the conference are available at <http://grid2006.jinr.ru>.

On 27 July the **XXXIII International (Rochester) Conference on High Energy Physics** (ICHEP'06) was ceremonially opened in the large hall of the Russian Academy of Sciences in Moscow. The Joint Institute for Nuclear Research took an active part in the organization of the conference.

The Rochester conference, well-known in the scientific world, is a major forum of physicists who are involved in large-scale scientific projects at leading world centres for high energy research. New vital achievements are reported here, modern status of research is evaluated and prospects for future experiments are discussed. This time, about a thousand scientists from many countries of the world took part in it. The topics of the conference traditionally dealt with most urgent issues in high energy physics, its accelerator and instrumental basis. Besides, for the first time a new

соких энергий, ее ускорительной, инструментальной базы. Кроме того, впервые была введена секция, посвященная грид-технологиям и распределенным вычислениям в физике высоких энергий.

Открывая конференцию, председатель оргкомитета член президиума РАН, директор Института ядерных исследований академик В. А. Матвеев напомнил собравшимся, что в 1964 г. Рочестерская конференция с большим успехом проходила в Дубне и то, что теперь она вновь организована на российской земле, говорит об огромном научном потенциале российских ученых и признании их выдающегося вклада в развитие такой важной области современного естествознания, как физика частиц. С приветственным словом к участникам

конференции обратились член президиума РАН, директор Института ядерной физики СО РАН академик А. Н. Скринский, проректор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова профессор В. В. Белокуров. Директор ОИЯИ член-корреспондент РАН А. Н. Сисакян в своем выступлении рассказал об истории проведения Рочестерской конференции на территории бывшего Советского Союза, отметив, что предложение провести нынешнюю конференцию в России исходило от Международного союза чистой и прикладной физики (IUPAP), следовательно, российские физики известны и востребованы в мире, а также поблагодарил организаторов и членов оргкомитета конференции.

Москва, 27 июля. Пресс-конференция, посвященная открытию XXXIII Международной конференции по физике высоких энергий (ICHEP'06)



Moscow, 27 July. A press conference upon the opening of XXXIII International Conference on High Energy Physics (ICHEP'06)

section was introduced which covered GRID technologies and distributed calculations in high energy physics.

At the opening of the conference, Chairman of the Organizing Committee Member of the RAS Presidium, Director of the Institute for Nuclear Research Academician V. Matveev reminded the audience that in 1964 the Rochester conference was successfully held in Dubna and this time it was organized in Russia again. This fact demonstrates immense scientific potential of Russian scientists and the acknowledgement of their outstanding contribution to the development of such an important field of modern natural sciences as particle physics. The participants of the

conference were greeted by Member of the RAS Presidium, Director of the Institute of Nuclear Physics, SD RAS Academician A. Skrinisky, Pro-Rector of the Moscow State University Professor V. Belokurov. JINR Director Corresponding Member of RAS A. Sissakian spoke in his report about the history of holding the Rochester conference in the former Soviet Union, marking that it was the International Union of Pure and Applied Physics that initiated the organization of the present conference in Russia. Thus, Russian physicists are well known and in demand in the world. A. Sissakian also thanked the organizers and members of the conference Organizing Committee for their work.

Сразу после церемонии открытия конференции для российских и иностранных журналистов была организована пресс-конференция, в которой приняли участие профессор К. Патриньяни (Отделение физики INFN, Генуя, Италия), проректор МГУ профессор В. В. Белокуров, председатель Комиссии по полям и частицам IUPAP Г. Хертен, академик РАН В. А. Рубаков (ИЯИ РАН, Троицк), директор НИИЯФ МГУ профессор В. И. Саврин, председатель Совета директоров DESY (Гамбург, Германия) профессор А. Вагнер, директор ОИЯИ член-корреспондент РАН А. Н. Сисакян, директор Института ядерной физики СО РАН академик А. Н. Скринский, директор Института ядерных исследований РАН академик В. А. Матвеев, директор Института физики высоких энергий (Пекин, Китай) профессор Чен Хешенг, руководитель коллаборации STAR Брукхейвенской национальной лаборатории (США) Т. Холлман, ученый секретарь конференции Г. А. Козлов (ОИЯИ, Дубна).

Диалог ученых и журналистов был посвящен как научной, весьма обширной программе конференции, так и прогнозам ученых по поводу новых революционных открытий, в частности в связи со скорым запуском большого адронного коллайдера LHC в ЦЕРН. Основ-

ные организаторы конференции и их иностранные коллеги единодушно признали значительный вклад российских ученых и ученых ОИЯИ в развитие физики частиц, в создание LHC, их весомую роль в сотрудничестве с ведущими научными центрами мира. И не случайно страна-организатор конференции на этом форуме была географически и тематически широко представлена, в российской делегации было много молодых физиков. О роли и значении подготовки молодой смены также шла речь на пресс-конференции.

В ходе конференции на заседаниях параллельных и пленарных секций было представлено более 300 докладов и 100 постерных презентаций. Однодневная культурная программа включала в себя экскурсии по знаменитым историческим местам Москвы и Подмосковья. В заключительный день работы конференции академик В. А. Рубаков (ИЯИ, Троицк) выступил с итоговым докладом «Результаты и перспективы».

Подробный отчет о XXXIII Международной конференции по физике высоких энергий читайте в специальном выпуске «Новостей ОИЯИ».

After the opening ceremony, a press conference for Russian and foreign journalists was organized. It was attended by Professor K. Patrini (INFN Physics Department, Genoa, Italy), MSU Pro-Rector Professor V. Belokurov, Chairman of the IUPAP Commission on Particles and Fields G. Herten, RAS Academician V. Rubakov (INP RAS, Troitsk), Director of MSU SRINP Professor V. Savrin, Chairman of the Board of Directors at DESY Professor A. Wagner (Hamburg, Germany), JINR Director RAS Corresponding Member A. Sissakian, Director of the Institute of Nuclear Physics, SD RAS Academician A. Skrinisky, Director of the RAS Institute for Nuclear Research Academician V. Matveev, Director of the Institute of High Energy Physics (Beijing, China) Professor Chen Hesheng, STAR Collaboration leader of the Brookhaven National Laboratory (USA) T. Hallman, the conference scientific secretary G. Kozlov (JINR, Dubna).

The dialogue of scientists and journalists covered the wide scientific programme of the conference and predictions made by scientists about new revolutionary discoveries, particularly those connected with the coming launching of the LHC at CERN. The conference organizers and their

foreign colleagues were unanimous in acknowledging a considerable contribution of Russian and JINR scientists to the development of particle physics, the LHC, their mighty role in cooperation with leading world centres of science. It is not by chance that the country organizing the conference was widely represented at the forum, both geographically and topically. There were a lot of young physicists in the delegation of Russian scientists. The importance of training a young generation of physicists was also discussed at the press conference.

More than 300 reports and 100 poster presentations were made at the plenary and parallel sections of the conference. The one-day cultural programme included excursions about famous historical places in Moscow and localities near it. On the final day of the conference Academician V. Rubakov (INP, Troitsk) made a concluding review «Results and Prospects».

A detailed report on the XXXIII International Conference on High Energy Physics will be published in a special issue of the journal «JINR News».

**Дорел Балли**  
29.07.1923–9.12.2005

9 декабря 2005 г. в Бухаресте скончался румынский ученый Дорел Балли, инициатор исследований по рассеянию нейтронов в Румынии. Профессор Дорел Балли родился в Бухаресте 29 июля 1923 г. В 1946 г. он окончил факультет химической технологии в Политехническом институте в Бухаресте, а двумя годами позже — физико-математический факультет в Бухарестском университете. В 1953 г. Дорел Балли стал кандидатом физико-математических наук в МГУ, а в 1968 г. — доктором наук Бухарестского университета.

Профессор Д. Балли преподавал в Бухарестском университете на кафедре физической химии химического факультета и кафедре структуры материалов факультета физики, а также вел исследовательские работы в Институте ядерной физики в Бухаресте, Институте ядерных реакторов (Миовени) и в Институте физики и технологии материалов (Бухарест).

Будучи научным сотрудником Института ядерной физики в Бухаресте, он получил важные результаты, относящиеся к влиянию локального порядка на спектры рентгеновского излучения, подтвержденные позднее результатами метода EXAFS и критическим рассеянием в ферромагнитных материалах. Его результаты, относящиеся к глубине проникновения нейтронов при полном отражении, занесены в международные таблицы, издаваемые Брукхейвенской национальной лабораторией (США).

Сразу после Второй мировой войны нейтронная физика была одним из новейших направлений исследований. Профессор Д. Балли участвовал в развитии в Румынии новых неразрушающих методов контроля, основал Лабораторию физики нейтронов низких энергий в Институте ядерной физики и руководил ею много лет. Он был экспертом Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) и Программы развития Организации объединенных наций (ПРООН), членом Программно-консультативного комитета ОИЯИ по нейтронной физике (1968–1975), членом Ученого совета ОИЯИ (1990–1992), членом редакционной коллегии «Румынского журнала физики».

Дорел Балли учил и вдохновлял многие поколения студентов, специализирующихся в кристаллографии, дифракции рентгеновского излучения и нейтронной оптике, а также был научным руководителем у аспирантов в области нейтронного рассеяния.

Все мы, его коллеги, друзья и студенты, навсегда сохраним память о нем как об очень добром и мудром человеке.



**Dorel Bally**  
29.07.1923–9.12.2005

Dorel Bally, a Romanian pioneering scientist in the field of neutron scattering, passed away in Bucharest on 9 December 2005. He was born in Bucharest on 29 July 1923. In 1946 he graduated from the Polytechnic Institute of Bucharest in industrial chemistry; two years later he also graduated from Bucharest University in physics and mathematics. He became Doctor in Physics (candidate of physics and mathematics of the Moscow State University) in 1953, and Doctor Assistant Professor of Bucharest University in 1968. Professor Bally taught in the University of Bucharest at the Faculty of Chemistry's Department of Physical Chemistry and at the Faculty of Physics' Department of Materials

Structure, and also carried out research work at the Institute of Atomic Physics in Bucharest, the Institute of Nuclear Reactors (Mioveni), and the Institute of Materials Physics and Technology (Bucharest).

As associate researcher of the Institute of Atomic Physics in Bucharest, he obtained important results concerning the influence of the local order on the X-ray spectra, confirmed later by the results of EXAFS method, and the critical scattering on the ferromagnets. His data relevant to the penetration depth of the neutrons, in the total reflection, appeared in the International Table of the Brookhaven National Laboratory.

The physics of neutrons was at that time one of the newest research directions just after the Second World War. Professor Bally was involved in the development of new non-destructive control methods in Romania, set up and led for many years the Laboratory of Physics of Low Energy Neutrons at IFA-Magurele/Bucharest. He was an expert of the International Atomic Energy Agency (IAEA) and United Nations Development Programme (UNDP), member of the Programme Advisory Committee for Neutron Physics of JINR (1968–1975), member of the Scientific Council of JINR (1990–1992), member of the Editorial Board of the «Romanian Journal of Physics».

As Professor on Experimental Methods in Physics, Dorel Bally taught Crystallography, X-ray Diffraction Techniques and Neutron Optics to many generations of students and also supervised PhD students in the field of neutron scattering.

We all, his colleagues, friends and students, will keep in our hearts the memory of this very kind and wise man.



**Чили.** Серро-Пачон, гора высотой 2 682 м на севере Чили, станет площадкой для большого обзорного телескопа (LSST). «Первый свет» 8-метровый телескоп увидит в 2012 г. Он сможет осуществлять обзор ночного неба с помощью цифровой камеры (3 миллиарда пикселей) и поворачиваться своим окном размером с киноэкран к объектам, которые меняются или движутся очень быстро: взрывающиеся суперновые, потенциально опасные околоземные астероиды размером до ста метров и далекие объекты пояса Кайпера. Телескоп также будет использоваться в изучении темной материи и темной энергии. В разработке проекта участвовали различные исследовательские центры США.

**Стэнфорд, США/Цукуба, Япония.** В экспериментах на *B*-мезонной фабрике в Стэнфордском линейном ускорительном центре (SLAC) и Центре исследований на ускорителе высоких энергий (КЕК) в Японии получены новые важные данные по изучению диспропорции вещества и антивещества в нашей Вселенной. От гипотез и умозаключений экспериментаторы пришли к непосредственным знаниям о пропорциях *B*-унитарного треугольника. Этот треугольник не только обладает простой геометрической формой, но и позволяет объединить данные по редким процессам, которые содержат дополнительную информацию о преобладании вещества над антивеществом во Вселенной.

Ученые смогли измерить все три угла треугольника, получив сотни миллионов *B*- и анти-*B*-частиц в обо-

их исследовательских центрах, чтобы измерить разницу в пропорции вещество–антивещество.

**Ок-Риджская национальная лаборатория, США.** Получены первые нейтроны на новой исследовательской установке (SNS) в Ок-Риджской национальной лаборатории. С ее запуском открываются новые возможности в изучении материалов, будь то полупроводники или ферменты человека. Пять национальных лабораторий Министерства энергетики США были заняты разработкой и строительством установки: в каждой из них создавались отдельные компоненты SNS, которые затем были собраны и запущены в Ок-Ридже.

Полученные на установке SNS нейтроны смогут воссоздать подробные характеристики структуры материалов, от кристаллов до молекул ДНК; с их помощью можно будет делать «кино», показывающее молекулы в движении. Нейтроны дополняют рентгеновские лучи в изучении протеинов в фармакологии, сельском хозяйстве и биотехнологии. Определение структуры ферментов в организме человека, например, ускорит производство более эффективных лекарств.

**ЦЕРН, Женева.** В то время, когда вы посылаете электронное сообщение или блуждаете в сети, ваш компьютер мог бы помогать бороться с одним из самых тяжелых заболеваний, которое в Африке создает настоящую гуманитарную проблему, — малярией. Africa@home, проект, который был задуман и разработан в ЦЕРН, начал свою работу в июле. Пользователи домашних и офисных компьютеров по желанию предо-

**Chile.** Cerro Pachón, an 8,800-foot (2,682-meter) mountain peak in northern Chile, has been selected as the site for the proposed Large Synoptic Survey Telescope (LSST). Scheduled to see «first light» in 2012, the 8.4-meter LSST will be able to survey the entire visible sky every three nights with its three-billion pixel digital camera, probing the mysteries of Dark Matter and Dark Energy, and opening a movie-like window on objects that change or move on rapid timescales: exploding supernovae, potentially hazardous near-Earth asteroids as small as 100 meters, and distant Kuiper Belt Objects. Various research centres of USA have taken part in this project.

**Stanford, USA/Tsukuba, Japan.** *B* factory experiments at the Department of Energy's Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) and at the High Energy Accelerator Research Organization (KEK) in Japan have reached a new milestone in the quest to understand the matter-antimatter imbalance in our universe. Experimenters have leaped from inference to direct knowledge of the proportions of the *B* unitarity triangle. Not just a simple geometric shape, this triangle summarizes knowledge of the rare processes that contribute to the universe's partiality for matter over antimatter.

Scientists have been able to measure all three angles of the triangle from measurements of matter–antimatter differences.

**Oak Ridge National Laboratory, USA.** A new research facility at Oak Ridge National Laboratory has produced its first neutrons, presenting new opportunities for studying materials from semiconductors to human enzymes. Five DOE national laboratories were involved in the design and construction of the project. Each laboratory designed and built a key SNS component. Oak Ridge, the home base, put them all together and made it work.

The SNS will provide neutrons that are bright enough to create detailed characterizations of material structures, from crystals to DNA molecules; and to make «movies» of molecules in motion. Neutrons complement X-rays in studying proteins for critical information in pharmacology, agriculture and biotechnology. Determining the structure of enzymes in the human body, for example, will speed the development of more effective drugs.

**CERN, Geneva.** While you are sending an email or surfing the web, your computer could be helping to tackle one of Africa's major humanitarian challenges, malaria. Africa@home, a project conceived and coordinated by

ставляют свои машины для интенсивной компьютерной симуляционной программы, которая называется MalariaControl.net, созданной исследователями Института тропиков в Швейцарии (STI).

Малярия является причиной миллиона смертей в Центральной Африке ежегодно; она также приводит к самой высокой смертности среди детей младше пяти лет. Программа MalariaControl.net используется для моделирования процессов того, как малярия распространяется по территории Африки. Использование тысяч компьютеров добровольцев поможет ученым лучше понять проблему и совершенствовать лечение с помощью новых лекарств.

Чтобы установить программу MalariaControl.net, добровольцы просто должны загрузить необходимое программное обеспечение с сайта Africa@home ([www.africaathome.org](http://www.africaathome.org)), которое будет проводить расчеты незаметно, пока пользователи заняты своей обычной работой. Результаты регулярно отправляются на сервер Университета Женевы для обработки. За первые несколько месяцев пробного этапа с 500 добровольцами Africa@home смогла провести моделирование, которое в случае работы на одном компьютере заняло бы 150 лет. Эти исследования проводятся при финансовой поддержке Женевской международной академической сети (GIAN).

---

CERN, was launched publicly in July. It is recruiting volunteer computers in homes and offices to run a computer-intensive simulation program called MalariaControl.net, developed by researchers at the Swiss Tropical Institute (STI).

Malaria is responsible for about a million deaths every year in sub-Saharan Africa, and is the single biggest killer in children under five. The MalariaControl.net program is being used to simulate how malaria spreads through Africa. Running the simulations on thousands of volunteer computers will enable researchers to better understand and improve the impact of introducing new treatments.

To install MalariaControl.net, volunteers just need to download the necessary software from the Africa@home website ([www.africaathome.org](http://www.africaathome.org)), which will do the scientific calculations in the background, while they are doing something else. The results are regularly returned to a server at the University of Geneva, so that the researchers can evaluate them. Already, in a first test phase over several months with 500 volunteers, Africa@home was able to run simulations equivalent to 150 years of processing time on a single computer. The research is funded by the Geneva International Academic Network (GIAN).

- Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics, XIII International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-13), Dubna, May 25–28, 2005: Proc. of the Seminar. — Dubna: JINR, 2006. — 359 p.: ill. — (JINR; E3-2006-7). — Bibliogr.: end of papers.
- *Боголюбов Н. Н.* Собрание научных трудов: В 12 т. Т. 1–3. / Отв. ред.: А. Д. Суханов. — М.: Наука, 2005. — (Классики науки).  
*Bogoliubov N.* Collection of Scientific Works: in 12 v. V. 1–3 / Exec. Editor: A. Sukhanov. — M.: Nauka, 2005. — (Scholars of Science).
- Дубна научная глазами Юрия Туманова: Фотоальбом / Сост.: Б. М. Старченко. — Дубна: ОИЯИ, 2006. — 176 с.: ил. — Посвящен 50-летию ОИЯИ и города Дубны.  
*Scientific Dubna Seen by Yuri Tumanov: Photo Album / Comp. by B. Starchenko.* — Dubna: JINR, 2006. — 176 p.: ill. — Dedicated to the 50th anniversary of JINR and the town of Dubna.
- Научная конференция молодых ученых и специалистов ОИЯИ (9; 2005; Дубна), Дубна, 31 янв. – 6 февр. 2005 г.: Тезисы докладов. — Дубна, 2006. — 331 с.: ил. — Библиогр. в конце докл.  
*Scientific Conference of JINR Young Scientists and Specialists (9; 2005; Dubna), Dubna, Jan. 31 – Feb. 6, 2005: Reports Theses.* — Dubna, 2006. — 331 p.: ill. — Bibliogr.: end of papers.
- Isomers and Quantum Nucleonics. 7th AFOSR Workshop: Proceedings of the Workshop ..., Dubna, June 26 – July 1, 2005 / Eds.: S. A. Karamian, J. J. Carroll and E. A. Cherepanov. — Dubna: JINR, 2006. — 224 p.: ill. — (JINR; E15,18-2006-24). — Bibliogr.: end of papers.
- Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics: XIV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-14), Dubna, May 24–27, 2006: Abstracts of the Seminar. — Dubna: JINR, 2006. — 80 p. — (JINR; E3-2006-53). — Bibliogr.: end of papers.
- Nucleation Theory and Applications: Contributions which have been presented and discussed in the course of the research workshops «Nucleation Theory and Applications» at JINR in Dubna (2003–2005) / Eds.: J. W. P. Schmelzer, G. Röpke and V. B. Priezzhev. — Dubna: JINR, 2005. — XIV, 480 p.: ill. — (JINR; E7,17-2005-174). — Bibliogr.: end of papers.
- Relativistic Nuclear Physics: from Hundreds of MeV to TeV: 8th International Workshop, Dubna, May 23–28, 2005: Proceedings of the Workshop. — Dubna: JINR, 2006. — 316 p.: ill. — (JINR; E1,2-2006-30). — Bibliogr.: end of papers.
- Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine: Third International Summer Student School, Dubna (Ratmino), June 30 – July 11, 2005: Proceedings. — Dubna: JINR, 2005. — 174 p.: ill. — (JINR;

- E18-2005-195). — Bibliogr.: end of papers. — Upper title: University Centre, JINR.
- Nuclear Structure and Related Topics: Contributions of the International Conference, Dubna, June 13–17, 2006. — Dubna: JINR, 2006. — 76 p. — (JINR; E4-2006-65). — Bibliogr.: end of papers. — Upper title: JINR, Bogoliubov Lab. of Theoretical Physics.
- Предложения в программу развития комплекса спектрометров на реакторе ИБР-2М / Объединенный институт ядерных исследований. Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка; Сост.: А. М. Балагуров; Ред.: В. Л. Аксенов. — Дубна: ОИЯИ, 2006. — 104 с.: ил. — (ОИЯИ; P3,13-2006-73). — В надзагл.: Лаб. нейтронной физики им. И. М. Франка. Научно-экспериментальный отдел нейтронных исследований конденсированных сред. Proposals to the Programme of the Spectrometer Complex Development at IBR-2M / The Joint Institute for Nuclear Research. Frank Laboratory of Neutron Physics; Comp. by A. Balagurov; Ed.: V. Aksenov. — Dubna: JINR, 2006. — 104 p.: ill. — (JINR; P3, 13-2006-73). — Upper title: Frank Laboratory of Neutron Physics. Scientific-experimental department of neutron research in condensed matter.
- International Workshop on Space Radiation Research (4; 2006; Moscow–St.Petersburg), 4th International Workshop on Space Radiation Research and 17th Annual NASA Space Radiation Health Investigator’s Workshop, Moscow–St.Petersburg, June 5–9, 2006: Book of Abstracts. — Dubna: JINR, 2006. — 174 p. — (JINR; E19-2006-61).
- Workshop on Investigations at the IBR-2 Pulsed Reactor (5; 2006; Dubna), V Workshop on Investigations at the IBR-2 Pulsed Reactor, Dubna, June 14–17, 2006: Programme and Abstracts. — Dubna: JINR, 2006. — 79 p.: ill. — (JINR; D9,17-2006-81). — Bibliogr.: end of papers.
- Международный университет природы, общества и человека «Дубна». Научная конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов (10; 2003; Дубна). Материалы 10-й научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов, Дубна, 16–19 апр. 2003 г. — Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2005. — 221 с.: ил. — Библиогр. в конце докл. International University of Nature, Society and Man «Dubna». Scientific Conference for Students, Postgraduates and Young Specialists (10; 2003; Dubna). Proceedings of X Scientific Conference for Students, Postgraduates and Young Specialists, Dubna, 16–19 Apr. 2003. — Dubna: International University of Nature, Society and Man «Dubna», 2005. — 221 p.: ill. — Bibliogr.: end of papers.
- Квантовые системы со скрытой симметрией. Межбазисные разложения / Л. Г. Мардоян, Г. С. Погосян, А. Н. Сисакян и В. М. Тер-Антонян. — М.: Физматлит, 2006. — 240 с. — Библиогр.: с. 223–236. Quantum Systems with Hidden Symmetry. Interbase Expansions / L. Mardoyan, G. Pogosyan, A. Sissakian and V. Ter-Antonyan. — М.: Fizmatlit, 2006. — 240 p. — Bibliogr.: pp. 223–236.
- Distributed Computing and GRID-Technologies in Science and Education: Book of Abstracts of the 2nd International Conference, Dubna, June 26–30, 2006. — Dubna: JINR, 2006. — 158 p. — (JINR; D11-2006-84). — Upper title: Joint Institute for Nuclear Research. Lab. of Information Technologies.
- International Symposium on Exotic Nuclei (EXON-2006), Khanty-Mansiysk, Russia, July 17–22, 2006: Abstracts. — Dubna: JINR, 2006. — 87 p.: ill. — (JINR; E7-2006-92).
- Грозин А. Лекции по КЭД и КХД. — Дубна: ОИЯИ, 2006. — 109 с.: ил. — (ОИЯИ; E2-2006-33: Лекции для молодых ученых; Вып. 63). — Библиогр.: с.106–107. Grozin A. Lectures on QED and QCD. — Dubna: JINR, 2006. — 109 p.: ill. — (JINR; E2-2006-33: Lectures for young scientists; Issue 63). — Bibliogr.: pp. 106–107.
- Любимов А. Л. Мгновения, спасшие нашу Вселенную. — Дубна: ОИЯИ, 2006. — 32 с.: ил. — (ОИЯИ; P1-2006-28: Лекции для молодых ученых; Вып. 62). Lyubimov A. Split Seconds That Saved Our Universe. — Dubna: JINR, 2006. — 32 p.: ill. — (JINR; P1-2006-28: Lectures for young scientists; Issue 62).
- Духовное возрождение Дубны и Талдомского района. Духовное наследие ученых Дубны / Сост.: Е. М. Сбоев. — Дубна, 2006. — 174 с.: ил. — Библиогр.: с. 174. Посвящается 50-летию Дубны и Объединенного ин-та ядерных исследований. Cultural Rebirth of Dubna and the Taldom Region. Cultural Heritage of Dubna Scientists / Comp. by E. Sboev. — Dubna, 2006. — 174 p.: ill. — Bibliogr.: p. 174. Dedicated to the 50th anniversary of Dubna and the Joint Institute for Nuclear Research.
- Чечельницкий А. М. Тайна находится в центре Галактики. — Дубна: Феникс+, 2006. — 77 с.: ил. — Библиогр.: с. 58–60. Chechelnitisky A. The Mystery Is in the Centre of Galaxy. — Dubna: Feniks+, 2006. — 77 p.: ill. — Bibliogr.: pp. 58–60.
- Письма в ЭЧАЯ. 2006. Т. 3, № 3(132), № 4(133). Particles and Nuclei, Letters. 2006. V. 3, No. 3(132), No. 4(133).

Вышли в свет очередные выпуски журнала «Физика элементарных частиц и атомного ядра».

□ Выпуск 2 (2006. Т. 37) включает следующие статьи:

*Карнаухов В. А.* Тепловая мультифрагментация ядер и фазовые переходы в горячих ядрах.

*Гамби И. К., Бхагва А.* Релятивистское среднее поле и некоторые из его последних применений.

*Пенионжкевич Ю. Э., Лукьянов С. М.* Ядра вблизи замкнутых оболочек  $N = 20$  и  $N = 28$ .

*Кузьмин В. А., Тетерева Т. В.* Структура спин-изо-спиновых возбуждений и захват мюонов атомными ядрами.

*Карпешин Ф. Ф.* Резонансная внутренняя конверсия как путь ускорения ядерных процессов.

□ Выпуск 3 (2006. Т. 37) включает следующие статьи:

*Матвеев В. А., Тавхелидзе А. Н.* Квантовое число цвет, цветные кварки и КХД (К 40-летию открытия цвета).

*Киселев В. В., Логунов А. А., Мествиришвили М. А.* Черные дыры: предсказание теории или фантазия?

*Гниненко С. Н., Красников Н. В., Матвеев В. А., Руб-  
бия А.* Некоторые аспекты физики позитрония.

*Урысон А. В.* Космические лучи предельно высоких энергий: отождествление возможных источников, энергетический спектр, распространение.

*Гроше Х.* Интегрирование по путям в пространстве Дарбу.

*Зотов А. В.* Классические интегрируемые системы и их теоретико-полевые обобщения.

*Шишов Ю. А.* Сверхпроводящие магниты в спектро-  
метрах частиц высоких энергий.

Regular issues of the journal «Physics of Elementary Particles and Atomic Nuclei» have been published.

□ Issue 2 (2006. V. 37) includes:

*Karnaikhov V. A.* Nuclear Multifragmentation and Phase Transitions in Hot Nuclei.

*Gambhir Y. K., Bhagwat A.* The Relativistic Mean Field and Some of Its Recent Applications.

*Penionzhkevich Yu. E., Lukyanov S. M.* Nuclei Close to the  $N = 20$  and  $N = 28$  Shells.

*Kuz'min V. A., Tetereva T. V.* Structure of Spin–Isospin Excitations and Muon Capture by Atomic Nuclei.

*Karpeshin F. F.* Resonance Internal Conversion as a Way of Accelerating Nuclear Processes.

□ Issue 3 (2006. V. 37) includes:

*Matveev V. A., Tavkhelidze A. N.* The Quantum Number Color, Colored Quarks and QCD (Dedicated to the 40th anniversary of the discovery of color).

*Kiselev V. V., Logunov A. A., Mestvirishvili M. A.* Black Holes: Prediction of the Theory or Fantasy?

*Gninenko S. N., Krasnikov N. V., Matveev V. A., Rub-  
bia A.* Some Aspects of Positronium Physics.

*Uryson A. V.* Ultrahigh Energy Cosmic Rays: Identification of Possible Sources, Energy Spectra, and Propagation.

*Grosche Ch.* Path Integration on Darboux Spaces.

*Zotov A. V.* Classical Integrable Systems and Their Field-Theoretical Generalizations.

*Shishov Yu. A.* Superconducting Magnets in Spectrometers of High Energy Particles.