

**Лаборатория теоретической физики  
им. Н. Н. Боголюбова**

В киральной ковариантной модели с нелокальным взаимодействием кварков вычислены корреляторы изовекторного векторного  $V$ , а также изовекторного  $A$  и изосинглетного  $\chi$  аксиально-векторных токов при пространственноподобных значениях импульса. Поведение корреляторов при низких и высоких передачах сравнивается с результатами киральной теории возмущений и операторным разложением КХД соответственно. Комбинация  $V$ – $A$  корреляторов и функция Адлера  $D(q^2)$ , полученные в модели, находятся в количественном согласии с функциями, извлеченными с помощью дисперсионных соотношений из экспериментальных данных ALEPH и OPAL по инклюзивным распадам  $\tau$ -лептона. Предсказания модели по электромагнитной разности масс пиона  $\pi^\pm - \pi^0$  и поляризуемости пиона также находятся в согласии с экспериментальными значениями. Дана оценка вклада адронной поляризации вакуума в аномальный магнитный момент мюона  $a_\mu^{\text{hvp}} \approx 6,5 \cdot 10^{-8}$ . Вычислена топологическая воспри-

имчивость вакуума  $\chi(q^2)$  и дана оценка на ее первый момент  $\chi'(0) \approx (50 \text{ МэВ})^2$ .

*Dorokhov A. E. Submitted to «European Journal Physics C».*

Рассматриваются бозе-атомы в ловушках, охлажденные ниже температур бозе-эйнштейновской конденсации. Стационарные решения уравнения Гросса–Питаевского определяют топологические когерентные моды, представляющие бозе-эйнштейновский конденсат на неосновных уровнях. Эти моды могут быть генерированы с помощью изменяющихся полей, чьи частоты находятся в резонансе с частотами перехода между двумя коллективными уровнями энергии, соответствующими двум разным топологическим модам. Теория резонансной генерации этих мод обобщена в нескольких аспектах: описана мультимодовая генерация; выведен критерий сохранения формы, накладывающий ограничения на допустимую пространственную зависимость резонансных полей; исследованы эволюционные уравнения для случая трех когерентных мод; выполнен полный анализ устойчивости; предсказаны эффекты гармонической генерации и параметрической конвер-

**Bogoliubov Laboratory  
of Theoretical Physics**

The behavior of the isovector-vector  $V$ , isovector  $A$ , and isosinglet  $\chi$  axial-vector correlators at spacelike momenta is studied in the framework of a covariant chiral quark model with a nonlocal quark–quark interaction. The low- and high-momentum behavior of the correlators is compared with the chiral perturbation theory and with the QCD operator product expansion, respectively. The  $V$ – $A$  combination of the correlators and the Adler function  $D(q^2)$  obtained in the model reproduces quantitatively the ALEPH and OPAL data on hadronic  $\tau$ -lepton decays transformed into the Euclidean domain via dispersion relations. The predictions for the electromagnetic  $\pi^\pm - \pi^0$  mass difference and for the pion electric polarizability are also in agreement with the experimental values. The hadronic vacuum polarization contribution to the muon anomalous magnetic moment is estimated in the leading order:  $a_\mu^{\text{hvp}} \approx 6.5 \cdot 10^{-8}$ . The topological susceptibility of the vacuum  $\chi(q^2)$  is eval-

uated as a function of the momentum, and its first moment is predicted to be  $\chi'(0) \approx (50 \text{ MeV})^2$ .

*Dorokhov A. E. Submitted to «European Journal Physics C».*

Trapped Bose atoms, cooled down to temperatures below the Bose–Einstein condensation temperature, are considered. Stationary solutions to the Gross–Pitaevskii equation define the topological coherent modes representing nonground-state Bose–Einstein condensates. These modes can be generated by means of alternating fields whose frequencies are in resonance with the transition frequencies between two collective energy levels corresponding to two different topological modes. The theory of resonant generation of these modes is generalized in several aspects: multiple-mode formation is described; a shape-conservation criterion is derived, imposing restrictions on the admissible spatial dependence of resonant fields; evolution equations for the case of three coherent modes are investigated; the complete stability analysis is accomplished; the effects of harmonic generation and parametric conversion for the topological coherent modes are predicted. All the considerations are realized both by employing approximate analyti-

сии топологических когерентных мод. Все исследования проведены с использованием приближенных аналитических методов и подтверждены численными расчетами уравнения Гросса–Питаевского. Описанные эффекты могут быть использованы для анализа информации и в квантовых вычислениях.

*Yukalov V. I., Marzlin K.-P., and Yukalova E. P. // Phys. Rev. A. 2004 (accepted).*

Вышла из печати третья книга фундаментального справочного издания «Энергии и структура уровней ядер», в создании которого приняла участие большая группа сотрудников ОИЯИ. Опубликованные в 2002–2004 гг. издательским домом «Шпрингер» три книги справочника составляют 18-й том серии справочных изданий Ландолта–Бёрнштайна «Численные дан-

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова.

Семинар памяти выдающегося ученого, первого директора ОИЯИ Д. И. Блохинцева



Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics. Seminar in memory of the outstanding scientist, the first director of JINR D. Blokhintsev

cal methods by solving numerically the Gross–Pitaevskii equation. Numerical solutions confirm all the conclusions following from analytical methods. The described effects can be employed for information processing and quantum computing.

*Yukalov V. I., Marzlin K.-P., and Yukalova E. P. // Phys. Rev. A. 2004 (accepted).*

The third subvolume (subvolume C) of the fundamental compilation «Energy and Structure of Nuclear Levels» prepared by a group of JINR scientists has been published recently. Thus, Springer-Verlag completed the edition of the

18th volume of the new series of Landolt–Boernstein «Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology». The other two subvolumes A and B were published in 2002–2003.

The reference book is meant for scientists involved in nuclear and elementary particle physics, astrophysics, cosmology, radiation protection, and spectroscopy. It is quite compact but, nevertheless, it contains complete and reliable data on properties of nuclear excited states at relatively low energies of more than 600 nuclides from Helium to Fermium. The data are subdivided into various chapters according to the nuclear charge  $Z$  and distributed over three sub-

ные и функциональные соотношения в науке и технике. Новая серия».

Справочник предназначен для широкого круга ученых, по роду своих занятий нуждающихся в компактно изложенной, но в то же время достаточно полной и надежной информации о свойствах ядерных возбуждений относительно небольших энергий. Он содержит данные о дискретной части спектров более 600 нуклидов от гелия ( $Z = 2$ ) до фермия ( $Z = 100$ ). Информация представлена в виде диаграмм и таблиц. На диаграммах схематически изображены уровни ядер и  $\gamma$ -переходы между ними, указаны энергии уровней, их спины и четности. Дополнительные данные об отдельных уровнях (время жизни, значения магнитного дипольного и электрического квадрупольного моментов, приведенные вероятности электромагнитных переходов, перечень реакций, в которых наблюдалось данное состояние, и пр.) приведены в таблицах.

Всему изданию предпослана вступительная глава о современной теории ядерных возбуждений, написанная профессором В. Г. Соловьевым, выступавшим также в роли неформального руководителя и координатора всей группы авторов. Кроме В. Г. Соловьева над справочником работали А. И. Вдовин, В. В. Воронов, Л. А. Ма-

лов, В. Ю. Пономарев, А. Н. Стороженко, А. В. Сушков (ЛТФ), К. Я. Громов и В. И. Фоминых (ЛЯП) и Н. Ю. Ширикова (ЛИТ). Глава, посвященная состояниям самых легких ядер с атомными номерами меньше 20, написана сотрудниками МГУ и ИЯИ РАН Н. П. Юдиным, И. А. Гнилозуб и Е. В. Баландиной. Общую редакцию издания осуществлял профессор Х. Шоппер.

*А. Вдовин*

### Лаборатория высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина

Проведено сравнение экспериментальных распределений стримеров по кубу их диаметров с результатами достаточно простых расчетов, в которых были учтены кластерная структура следа заряженной частицы, статистический характер развития лавин и наличие порога регистрации. Показано, что данные экспериментальные распределения приблизительно пропорциональны надпороговой части спектра первичной ионизации, производимой заряженной частицей в газе камеры. Большой разброс диаметров стримеров на следе частицы обусловлен характером распределения первичной

volumes. For each nucleus an energy level diagram provides a schematic representation of the level structure, together with the information on spin and parity, and the excitation energy of the levels, as well as gamma-transitions between the levels. The tables provide additional information on the properties of the individual levels, for instance, quadrupole and magnetic moment, reduced transition probabilities for  $\gamma$ -decays, main nuclear reactions in which the level was populated, etc.

Subvolume A opens with a special introductory chapter devoted to a contemporary theory of nuclear excited spectra written by Prof. V. G. Soloviev. He was also the coordinator and informal leader of the team of authors. The other authors of the compilation are L. Malov, V. Ponomarev, A. Storozhenko, A. Sushkov, A. Vdovin, V. Voronov (BLTP), V. Fominykh and K. Gromov (DLNP), and N. Shirikova (LIT). The chapter devoted to spectra of light nuclides with atomic numbers less than 20 was prepared by the scientists from Moscow State University and INP of the Russian Academy of Sciences. The editor of the reference book is Prof. H. Schopper.

*A. Vdovin*

### Veksler and Baldin Laboratory of High Energies

Experimental distribution of the streamer diameter cubes was compared with the results of rather simple calculations taking into account the cluster structure of a charged particle track, statistical nature of the avalanche development and the threshold of registration. It was shown that the experimental distributions are approximately proportional to the integral of the primary ionization spectrum (of the part exceeding threshold) of the streamer chamber gas by a charged particle. Wide spread of the streamer diameters depends on the primary ionization distribution character. Integral streamer diameter distributions can be used to measure specific ionization of charged particles registered in the streamer chamber.

*Aksinenko V. D. et al.* About the Distribution of Streamer Diameters on a Charged Particle Track in a Streamer Chamber. JINR Preprint P13-2003-108. Dubna, 2003.

The experimental data on  $\pi^-$ -meson multiple production in  $pp$  interactions at  $\sqrt{s} \leq 30$  GeV do not contain indica-

ионизации. Интегральное распределение диаметров стримеров может быть использовано при измерении удельной ионизации, производимой заряженной частицей в стримерной камере.

*Аксиненко В. Д. и др.* О распределении диаметров стримеров на следе заряженной частицы в стримерной камере. Препринт ОИЯИ P13-2003-108. Дубна, 2003.

Показано, что экспериментальные данные по множественному рождению  $\pi^-$ -мезонов в  $pp$ -взаимодействиях при  $\sqrt{s} \leq 30$  ГэВ не содержат указаний на существование каких-либо корреляций между  $\pi^-$ -мезонами, кроме связанных с сохранением импульса и интерференционных. Распределения по множественности в быстрых интервалах, корреляции вперед-назад, двухчастичные корреляции по быстротам и поперечным импульсам не противоречат независимому рождению  $\pi^-$ -мезонов. Из независимого рождения частиц не следует каких-либо ограничений на их распределения по множественности.

*Голохвастов А. И.* Независимое рождение  $\pi^-$ -мезонов в  $pp$ -взаимодействиях. Препринт ОИЯИ P2-2003-52. Дубна, 2003.

tions of the existence of some correlations among the  $\pi^-$  mesons, except correlations connected with momentum conservation and interference ones. Multiplicity distributions inside rapidity intervals, forward-backward correlations, two-particle rapidity, and transverse-momentum correlations do not contradict independent  $\pi^-$ -meson production. Any restrictions on their multiplicity distributions do not result from independent particle production.

*Golokhvastov A. I.* Independent  $\pi^-$ -Meson Production in  $pp$ -Interactions. JINR Preprint P2-2003-52. Dubna, 2003.

### Laboratory of Particle Physics

An automated test-bench for electrical parameters input control of the strip silicon detectors, used in the End-Cap Preshower detector of the CMS experiment, is described. The test-bench application allows one to solve the problem of silicon detectors input control in conditions of mass production — 1800 detectors over 2 years. The test-bench software is realized in Delphi environment and contains a user-friendly operator interface for measurement data processing

### Лаборатория физики частиц

Описывается автоматизированный аппаратно-программный комплекс (АПК) для контроля статистических электрических параметров кремниевых стриповых детекторов, применяемых в составе торцевой части электромагнитного калориметра эксперимента CMS. Применение АПК позволяет решить проблему входного контроля большого количества кремниевых детекторов при их массовом производстве — 1800 детекторов в течение двух лет. Программная часть АПК реализована в среде программирования Delphi и содержит удобный интерфейс оператора для обработки и визуализации данных измерений, а также современные развитые средства под управлением MS-Windows для работы с сетевой базой данных. Высокие эксплуатационные качества и надежность работы АПК подтверждены при тестировании более 800 детекторов. Технические решения, реализованные в АПК, могут быть полезны при проектировании и создании автоматизированных аппаратов для контроля электрических параметров микростриповых детекторов.

*Голутвин И. А. и др.* Сообщение ОИЯИ P13-2003-203. Дубна, 2003.

and visualization as well as up-to-date facilities for MS-Windows used for the network database. High operating characteristics and reliability of the test-bench were confirmed while more than 800 detectors were tested. Some technical solutions applied to the test-bench could be useful for design and construction of automated facilities for electrical parameters measurements of the microstrip detectors input control.

*Golutvin I. A. et al.* JINR Commun. P13-2003-203. Dubna, 2003.

The single-spin asymmetry, which appears due to the interference of single and double gluon exchanges between protons has been considered. A heavy fermion model is used to describe the jet production in the interaction of the gluon with the proton implying further averaging over its mass. As usual in one-spin correlations, the imaginary part of the double gluon exchange amplitude plays the relevant role. The asymmetry in the inclusive set-up with the pion tagged in the fragmentation region of the polarized proton does not depend on the center of mass (c. m. s) energy in the limit of its large values. The lowest-order radiative corrections to

Рассмотрена односпиновая асимметрия, возникающая из-за интерференции одиночного и двойного глюонных обменов между протонами. Для описания рождения струй при взаимодействии глюона с протоном использована модель тяжелого фермиона, которая подразумевает, что средняя масса струи — порядка массы протона. Как обычно в односпиновых корреляциях, мнимая часть амплитуды двойного глюонного обмена играет определяющую роль. Асимметрия в инклюзивной постановке с меченным пионом, рождающимся в области фрагментации поляризованного протона, не зависит от энергии в с. ц. м. в пределе ее больших значений. В главном логарифмическом приближении вычислены радиационные поправки низшего порядка к поляризованному и неполяризованному вкладам в дифференциальные сечения. В основном коэффициент логарифма отношения энергии в с. ц. м. к массе пиона зависит от поперечного импульса пиона. Это отношение дает вклад низшего порядка в асимметрию, который можно интерпретировать как частичный в значение углового момента при нулевом переданном импульсе

(интерсепт) обсерона. Отношение определяющих вкладов в неполяризованном случае можно связать с частичным вкладом в интерсепт померона. Приведенные результаты модельных численных оценок описывают струю как фрагменты распада тяжелого фермиона.

*Ahmedov A. et al. // J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 2003. V. 29. P. 521–529.*

В работе [1] изучается коллективное поведение вторичных частиц в  $pp$ -взаимодействиях при 70 ГэВ/с. Для описания процессов с очень большой множественностью предложена двухстадийная глюонная модель. Показано, что глюоны играют активную роль во множественном рождении. Анализ распределений по множественности заряженных и нейтральных частиц, а также по полной множественности раскрывает термодинамический смысл этих взаимодействий. Механизм образования мягких фотонов рассматривается как сигнал о кварк-глюонной системе. Экспериментально наблюдаемый избыток странности в протоне интерпретируется в

Лаборатория ядерных  
реакций им. Г. Н. Флерова.  
Гость ОИЯИ советник  
посольства Франции в РФ  
г-н Б. Суайе (крайний слева)  
знакомится с научной  
программой лаборатории



Flerov Laboratory  
of Nuclear Reactions.  
JINR's guest, Advisor at the  
Embassy of France in RF  
B. Soyer (extreme left) is  
acquainted with the scientific  
programme of the laboratory

the polarized and unpolarized contributions to the differential cross sections are calculated in the leading logarithmic approximation. In general, a coefficient of logarithm of the ratio of c.m.s energy to the pion mass depends on the transversal momentum of the pion. This ratio of the lowest-order contribution to the asymmetry may be interpreted as the partial contribution to the odderon intercept. The ratio of the relevant contributions in the unpolarized case can be associated with the partial contribution to the pomeron intercept. The numerical results given for the model describe the jet as heavy fermion decay fragments.

*Ahmedov A. et al. // J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 2003. V. 29. P. 521–529.*

Collective behavior of secondary particles in  $pp$ -interactions at 70 GeV/c has been investigated in [1]. The Two Stage Gluon Model is proposed to describe the processes with a very high multiplicity. It is shown that gluons play an active role in the multiparticle dynamics. Analysis of multiplicity distributions of charged and neutral particles, and total multiplicity reveals the thermodynamic meaning of these interactions. The mechanism of the soft photon formation as a signature of the quark-gluon system is considered. The experimentally observed excess of strangeness in the proton is interpreted in the model of the physical vacuum excitement,

модели физического вакуума, предложенной в работе [2]. Результатом работы являются оценки спектра мягких фотонов по средней энергии.

1. *Kokoulina E., Nikitin V.* Talk given at 7th International School-Seminar on the Actual Problems of Microworld Physics. Belarus, Gomel, 28.07–8.08, 2003 [hep-ph/0308139].

2. *Volkov M., Kokoulina E., Kuraev E.* // Ukr. J. of Physics. 2003. V. 48. P. 1252.

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

В научно-экспериментальном отделе ядерной спектроскопии и радиохимии проведены измерения угловой корреляции  $\gamma\gamma$ -каскада 2,754 МэВ – 1,369 МэВ ( $4^+$ ,  $2^+$ ,  $0^+$ ) в  $^{24}\text{Mg}$ , заселяемого при  $\beta^-$ -распаде  $^{24}\text{Na}$  и проходящего через промежуточный уровень  $^{24}\text{Mg}^{\text{II}}$  ( $2^+$ , 1369 кэВ,  $\tau = 1,95$  пс,  $\mu = +1,02 \mu_N$ ,  $Q = -0,166$  б). Измерения показали невозмущенный характер корреляции в средах с различной атомной массой ( $\text{H}_2\text{O}$ , Al, CsI и Pb). Сделан вывод: переходные поля, возникающие в моменты столкновений дочернего атома, энергия отда-

чи которого обусловлена  $\beta^-$ -распадом и последующими  $\gamma$ -переходами, не изменяют ориентацию спина ядра данного атома.

*Бруданин В. Б., Величков А. И., Королев Н. А. и др.* Исследование влияния отдачи ядра на угловую корреляцию каскадных  $\gamma$ -квантов при распаде  $^{24}\text{Na}(\beta^-)^{24}\text{Mg}$ . Препринт ОИЯИ Р6-2003-231. Дубна, 2003.

В научно-экспериментальном отделе ядерной спектроскопии и радиохимии проведено изучение интенсивностей и спектров временных распределений послеимпульсов от ионов обратной связи в зависимости от разности потенциалов между фотокатодом и первыми динодами ФЭУ130. Установлено существенное превышение интенсивности и амплитуд послеимпульсов ФЭУ130 по сравнению с XP2020, что может ограничить возможность применения ФЭУ130 в ряде экспериментов с использованием автокорреляционных спектрометров задержанных совпадений.

*Бруданин В. Б., Морозов В. А., Морозова Н. В.* Послеимпульсы ионной обратной связи в фотоумножителях ФЭУ130 и XP2020. Направлено в журнал «ПТЭ».

suggested in [2]. As a result, the soft photon emission spectrum, as well as average energy of gluons are estimated.

1. *Kokoulina E., Nikitin V.* Talk given at the 7th International School-Seminar on the Actual Problems of Microworld Physics. Gomel, Belarus, 28.07–8.08, 2003 [hep-ph/0308139].

2. *Volkov M., Kokoulina E., Kuraev E.* // Ukr. J. of Physics. 2003. V. 48. P. 1252.

### Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems

Angular gamma–gamma correlation of  $\gamma\gamma$ -cascade 2.754 MeV – 1.369 MeV ( $4^+$ ,  $2^+$ ,  $0^+$ ) in  $^{24}\text{Mg}$  ( $^{24}\text{Na}(\beta^-)^{24}\text{Mg}$ ) is measured. Parameters of intermediate nuclear state  $^{24}\text{Mg}^{\text{II}}$  ( $2^+$ , 1369 keV) are:  $\tau = 1.95$  ps,  $\mu = +1.02 \mu_N$  and  $Q = -0.166$  barn. The experiment shows that the angular correlation is unperturbed in condensed matter with different atomic masses ( $\text{H}_2\text{O}$ , Al, CsI, and Pb). Conclusion: transition fields, arising at the moment of collisions of the daughter atom, whose recoil energy originated from  $\beta^-$  decay and following  $\gamma$ -rays, do not change nuclear spin orientation of this atom.

*Brudanin V. B., Velichkov A. I., Korolev N. A. et al.* Study of the Influence of Nuclear Recoil on Angular Gamma–gamma Correlation in  $^{24}\text{Na}(\beta^-)^{24}\text{Mg}$  Decay. JINR Preprint P6-2003-231. Dubna, 2003.

Intensities and time distributions of ion feedback afterpulses are studied as a function of the difference of potentials between the photocathode and the first dynodes in FEU 130. The intensities and amplitudes of afterpulses in FEU 130 are found to be appreciably larger than in XP2020, which may limit the use of FEU 130 in some experiments with autocorrelation delayed-coincidence spectrometers.

*Brudanin V. B., Morozov V. A., Morozova N. V.* Ion feedback afterpulses in FEU 130 and XP2020 photomultipliers. Submitted to «Instruments and Experimental Techniques».

The first measurements of  $K^*(892)^\pm$ -mesons production properties and their spin alignment in  $\nu_\mu$  (CC and NC) interactions are presented. The analysis of the full data sample of the NOMAD experiment is performed in different

В научно-экспериментальном отделе физики элементарных частиц изучаются результаты измерения интегральных и дифференциальных выходов векторных  $K^*(892)^\pm$ -мезонов, а также выстроенности их спинов в различных кинематических областях в  $\nu_\mu$ -взаимодействиях по каналам заряженного и нейтрального токов. Определены параметры  $\rho_{00}$ :  $0,39 \pm 0,06(\text{стат.}) \pm \pm 0,04(\text{сист.})$  для  $K^*(892)^+$ -мезонов и  $0,26 \pm 0,07(\text{стат.}) \pm \pm 0,03(\text{сист.})$  для  $K^*(892)^-$ -мезонов, что соответствует отсутствию выстроенности спинов. Для анализа использован полный набор данных, накопленных в эксперименте NOMAD.

*Наумов Д. В., Попов Б. А., Чуканов А. В.* Измерение выстроенности спинов векторных  $K^*(892)^\pm$ -мезонов, рожденных в  $\nu_\mu$ -взаимодействиях в эксперименте NOMAD. Направлено в журнал «Письма в ЭЧАЯ».

В научно-экспериментальном отделе физики промежуточных энергий получены общие формулы для параметров спин-спиновой корреляции  $C_{i,j}$  и коэффициентов передачи поляризации  $K_i^j$  в реакции  $NN \rightarrow Y\Theta^+$  вблизи порога для произвольного спина пентакварка  $\Theta^+$ . Показано, что измерение знака  $C_{i,j}$  или наблюдение

Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Дзелепова. Сотрудники лаборатории, участники сборки 86 мюонных камер — основного элемента мюонной системы установки ATLAS (LHC)



Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems. Laboratory staff members who participate in the assembling of 86 muon chambers — the main element of the muon system for ATLAS (LHC)

kinematic regions. The results obtained for the  $\rho_{00}$  value,  $0.39 \pm 0.06(\text{stat.}) \pm 0.04(\text{syst.})$  for  $K^*(892)^+$  and  $0.26 \pm 0.07(\text{stat.}) \pm 0.03(\text{syst.})$  for  $K^*(892)^-$ , are compared with theoretical predictions based on the LEP measurements in  $e^+e^-$  annihilation at the  $z^0$  pole.

*Chukanov A. V., Naumov D. V. and Popov B. A.* Production properties of  $K^*(892)^\pm$  vector mesons and their spin alignment as

measured in the NOMAD experiment. Submitted to «Particles and Nuclei, Letters».

General formulae for the spin–spin correlation parameters  $C_{i,j}$  and spin-transfer coefficients  $K_i^j$  are derived for the reaction  $NN \rightarrow Y\Theta^+ NN$  at the threshold for an arbitrary

ние ненулевой передачи поляризации от нуклона к гиперону  $Y$  позволяет однозначно определить  $P$ -четность пентакварка  $\Theta^+$  независимо от значения его спина. Измерение этих наблюдаемых в обоих каналах реакции  $pp$  и  $pn$  позволяет определить изоспин  $\Theta^+$ .

*Узиков Ю. Н.* Возможность определения  $P$ -четности пентакварка  $\Theta^+$  в реакции  $NN \rightarrow Y\Theta^+$ . Направлено в «Phys. Lett. B».

4 марта сотрудники Лаборатории ядерных проблем — участники сооружения мюонной системы установки ATLAS/LHC — успешно завершили сборку всех 86 мюонных камер — основного элемента мюонной системы установки ATLAS. Пройден важный этап в выполнении международных обязательств ОИЯИ перед ЦЕРН. Камеры размером  $1,6 \times 3$  м и общей площадью свыше  $400 \text{ м}^2$  собраны из 25 000 отдельных дрейфовых трубок, также произведенных в ОИЯИ.

Несмотря на значительные размеры, камеры относятся к разряду современных высокоточных координатных трековых детекторов, собранных с точностью не хуже 20 мк. Каждая камера оснащена оптикоэлектрон-

ной системой непрерывного контроля уровня механических деформаций, что позволяет реализовать указанную точность в условиях механических и термических деформаций.

Впереди завершающий перед отправкой в ЦЕРН этап работы — оснащение камер всеми необходимыми для надежной работы системами (газораспределения, высоковольтного питания и электроники считывания, а также температурными датчиками) и их комплексная проверка. Работы по испытанию мюонных камер должны быть завершены в 2004 г.

### Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка

25 марта в конференц-зале Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка состоялся семинар, посвященный 20-летию пуска в эксплуатацию реактора ИБР-2.

С приветствием и поздравлениями к коллективу ЛНФ обратились директор ОИЯИ академик В. Г. Кадышевский, вице-директор профессор А. Н. Сисакян. Директор ЛНФ А. В. Белушкин вручил дипломы на сти-

spin of the pentaquark  $\Theta^+$ . It is shown that measurement of the sign of  $C_{i,j}$  or observation of the non-zero polarization transfer from the nucleon to the hyperon  $Y$  allows one to determine the  $P$  parity of the  $\Theta^+$  unambiguously and independently of the spin of the  $\Theta^+$ . Measurement of these spin observables in both  $pp$ - and  $pn$ -channels of this reaction determines also the isospin of the  $\Theta^+$ .

*Uzikov Yu. N.* A possibility to determine  $P$  parity of the  $\Theta^+$  pentaquark in the  $NN \rightarrow Y\Theta^+$  reaction. Submitted to «Phys. Lett. B».

On 4 March, the staff-members of the Laboratory of Nuclear Problems participating in the construction of the muon system of the ATLAS/LHC facility successfully finished the assembly of all the 86 muon chambers, which form the main component of the muon system in the ATLAS set-up. An important stage has been completed in fulfilling JINR's obligations to CERN. The chambers were assembled from 25 000 separate drift tubes also fabricated at JINR. They are  $1.6 \times 3$  m in size and have a total area of over  $400 \text{ м}^2$ .

Despite the considerable dimensions, these chambers are qualified as modern high-current coordinate track detectors assembled with an accuracy not worse than 20 micron. Each chamber is fitted with an optoelectronic system to provide monitoring of the level of mechanical deformations, which allows one to achieve the required precision in the conditions of mechanical and thermal deformations.

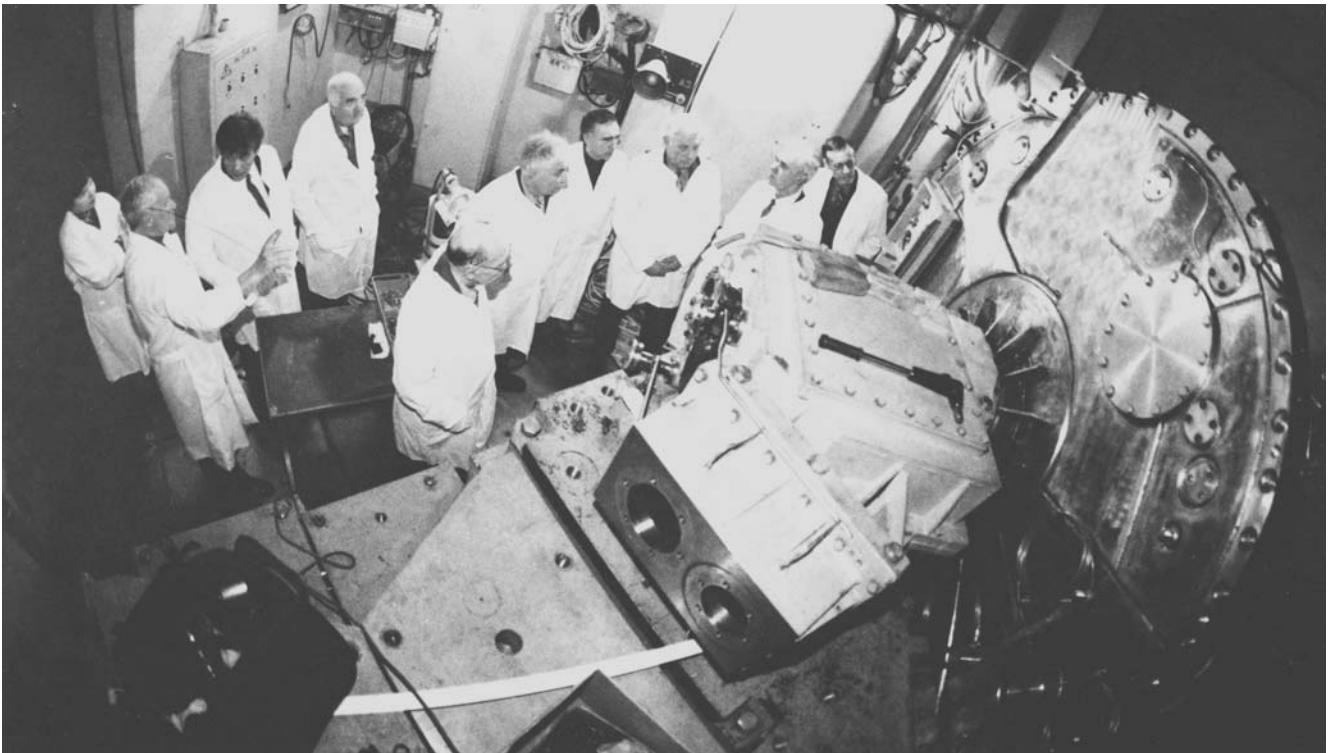
Ahead is the closing stage of work before shipment to CERN — fitting the chambers with all the systems required for reliable work (systems of gas distribution, high-voltage power supply and readout electronics, as well as temperature sensors) and their complete testing. Work on testing the muon chambers is to be completed in 2004.

### Frank Laboratory of Neutron Physics

On 25 March, a seminar dedicated to the 20th anniversary of launching the IBR-2 reactor was held in the conference hall of the Frank Laboratory of Neutron Physics.

JINR Director Academician V. Kadyshesky and JINR Vice-Director Professor A. Sissakian addressed the FLNP community with greetings and congratulations. FLNP Di-





Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка.  
Научный семинар и экскурсия по лаборатории,  
посвященные 20-летию со дня сдачи в эксплуатацию  
уникального реактора ИБР-2

Frank Laboratory of Neutron Physics.  
Scientific seminar and an excursion around the laboratory  
dedicated to the 20th anniversary of launching  
the unique IBR-2 reactor

пендии им. И. М. Франка 2004 г. Е. В. Ермаковой, В. И. Буднарчук, В. Е. Юдину.

Главный инженер ЛНФ В. Д. Ананьев во вступительном слове рассказал присутствующим об истории создания и разработки реактора ИБР-2, а также представил гостей семинара: специалистов НИКИЭТ — главного конструктора Ю. М. Черкашова, главного инженера П. И. Факеева, главного технолога С. В. Онищенко, руководителя группы И. Т. Третьякова, ведущего научного сотрудника В. С. Смирнова, старших научных сотрудников В. Л. Ломидзе, В. Д. Сизарева; начальника бюро М. Т. Воронцова (ГСПИ Минатома) и главного научного сотрудника ВНИИНМ им. А. А. Бочвара И. С. Головнина.

Выступление Е. П. Шабалина, посвященное истории развития подвижных отражателей и холодных замедлителей на реакторе ИБР-2, отличалось содержательностью и большой долей юмора. Начальник сектора ЛНФ профессор А. М. Балагуров, выступая с научным докладом «Нейтроннография на реакторе ИБР-2», рассказал об особой роли уникальных параметров реактора ИБР-2 в развитии физики конденсированных сред в Лаборатории нейтронной физики.

Во второй половине дня для участников семинара была организована экскурсия на реактор ИБР-2, в здание которого уже перевезен новый подвижный отражатель для модернизируемого реактора.

### Лаборатория информационных технологий

В рамках Соглашения о сотрудничестве между ОИЯИ и Университетом Кейптауна (ЮАР) сотрудниками ЛИТ выполнено численное исследование многосолитонных решений нелинейного уравнения Шредингера с самофокусирующей нелинейностью, диссипацией и накачкой, имеющего ряд приложений в моделях нелинейной оптики и физики конденсированных состояний. В результате численного исследования найдены решения, представляющие собой (устойчивые и неустойчивые) связанные состояния двух и более одиночных солитонов. Представлена схема численного анализа указанных решений, включающая алгоритм продолжения решения по параметру через точки поворота. Демонстрируются численные результаты, полученные для случаев прямой (внешней) и параметрической накачки.

rector Professor A. Belushkin handed the I. Frank Diplomas to the scholarship holders of 2004, young scientists E. Ermakova, V. Budnarchuk, and V. Yudin.

FLNP Chief Engineer V. Ananiev spoke in his opening address about the history of the development and work-out of the IBR-2 reactor and introduced the guests of the seminar: specialists from NIKIET Chief Designer Yu. Cherkashov, Chief Engineer P. Fakeev, Chief Technologist S. Onishchenko, Group Leader I. Tretiakov, Leading Researcher V. Smirnov, Senior Researcher V. Lomidze, V. Sizarev; Department Leader M. Vorontsov (Ministry of Atomic Energy) and Chief Researcher of A. Bochvar VNIINM I. Golovnin.

The presentation by Doctor E. Shabalin was dedicated to the history of the development of the movable reflectors and cold moderators at the IBR-2 reactor. It was rich in context and lively humour. Chief of the laboratory sector Professor A. Balagurov made a report «Neutron diffraction at the IBR-2 reactor». He spoke about the unique parameters of the reactor and their role in the development of condensed matter physics at the Laboratory.

In the afternoon an excursion to the IBR-2 reactor was organized for the seminar participants. A new movable re-

flector for the modernized reactor had just been placed in the reactor building.

### Laboratory of Information Technologies

In the framework of the Agreement on Cooperation, concluded between JINR and the University of Cape Town (South Africa), a class of multisoliton solutions of damped driven nonlinear Schrödinger equation with a self-focusing type of nonlinearity has been studied. This equation arises in different models of condensed matter physics and nonlinear optics. It is shown that two or more damped driven solitons can form bound states (stable and unstable). A continuation scheme for numerical analysis of multisoliton complexes is presented. Numerical results for cases of the parametrical driving and the external driving are demonstrated.

*Zemlyanaya E. V. and Barashenkov I. V. Submitted to «Mathematical Modelling», 2004.*

An effective algorithm for computing cohomologies of algebras and Lie superalgebras has been developed at LIT.

Земляная Е. В., Баращенко И. В. Направлено в журнал «Математическое моделирование», 2004.

В ЛИТ разработан и реализован эффективный алгоритм вычисления когомологий алгебр и супералгебр Ли. Дуальные конструкции, называемые гомологиями и когомологиями, являются основным инструментом исследования различных математических и физических моделей методами алгебраической топологии. Теории (ко)гомологий дают ценную информацию об особенностях строения изучаемых с их помощью математических или физических структур. Например, в случае (супер)алгебры Ли с помощью когомологий изучаются центральные расширения, деформации, внешние дифференцирования и т. д.

Трудность вычисления когомологий вытекает из очень высоких размерностей пространств, входящих в коцепной комплекс, определяющий когомологии. Для преодоления этой трудности предложен алгоритм, основанный на следующих двух идеях:

1) расщепление полного комплекса на минимальные подкомплексы. Можно показать, что если  $T$  — время,

требуемое для вычислений в полном комплексе, то его расщепление на  $N$  подкомплексов уменьшает время до величины, приблизительно равной  $T/N^2$ ;

2) замена арифметики рациональных  $Q$  или целых  $Z$  чисел гораздо более эффективной арифметикой модулярных полей и использование неравенства  $\dim H(\mathbf{F}_p) \geq \dim H(Q)$  для размерностей когомологий  $H$  над произвольным модулярным полем  $\mathbf{F}_p = Z/\rho Z$  и над  $Q$ . Это неравенство (выводимое из теоремы об универсальных коэффициентах) позволяет, с помощью вычислений над произвольным полем  $\mathbf{F}_p$ , быстро найти те (обычно редкие) подкомплексы, для которых  $\dim H(\mathbf{F}_p) > 0$ , и затем провести полные вычисления над  $Q$  внутри этих подкомплексов. Преимущество замены коэффициентов определяется тем, что вычисление когомологий над  $Q$  или  $Z$  имеет экспоненциальную сложность, а над  $\mathbf{F}_p$  — всего лишь кубическую.

Реализация алгоритма на языке Си позволила вычислить некоторые новые когомологии супералгебр Ли с антискобкой, т. е. супералгебр Ли векторных полей, сохраняющих нечетную версию симплектической структуры. Такие супералгебры, являясь супераналогами алгебр Ли гамильтоновых векторных полей, играют суще-

The dual constructions called homology and cohomology are the main tools for the investigation of different mathematical objects and physical models by means of algebraic topology. (Co)homological theory gives valuable information about «topological» peculiarities in the construction of the mathematical or physical structures studied with their help. For example, in the case of Lie (super)algebra, using corresponding cohomology, one can study central extensions, deformations, external derivations, etc.

The main difficulty in computing cohomology comes from very high dimensions of the spaces included in the co-chain complex defining the cohomologies. In order to overcome this difficulty, an algorithm has been proposed which is based on two following ideas:

1) splitting the whole complex into minimal sub-complexes. One can demonstrate that, if  $T$  is the computation time for the whole complex, the partition of the complex into  $N$  sub-complexes reduces the computation time roughly to the value  $T/N^2$ ;

2) replacing the arithmetic of rational numbers  $Q$  or integers  $Z$  by a much more effective arithmetic of a modular field and use the inequality  $\dim H(\mathbf{F}_p) \geq \dim H(Q)$  for the

dimensions of cohomology  $H$  over any modular field  $\mathbf{F}_p = Z/\rho Z$  and over  $Q$ . This inequality (deduced from the universal coefficient theorem) allows one, by computing over arbitrary field  $\mathbf{F}_p$ , to find quickly those (usually rare) sub-complexes for which  $\dim H(\mathbf{F}_p) > 0$  and then carry out full computation over  $Q$  inside the sub-complexes. The advantage of such a replacement of coefficients is that the computation of cohomology has exponential complexity over  $Q$  or  $Z$  and only cubic complexity over  $\mathbf{F}_p$ .

Implementation of the algorithm in the C language has allowed computation of some new cohomology classes for the Lie superalgebra of special (divergence free) vector fields preserving the odd version of a symplectic structure. Such superalgebras, being supercounterparts of the Lie algebras of Hamiltonian vector fields, are vital in the Batalin–Vilkovisky formalism for quantizing gauge theories.

*Korniyak V. V. // Programming. 2004. No. 3.*

Report «Inverse problem for two-dimensional discrete Schrodinger equation» was delivered at the IX International Workshop on Advanced Computing and Analysis Tech-

ственную роль в формализме Баталина–Вилковыского квантования калибровочных теорий.

*Корняк В. В. // Программирование. 2004. № 3.*

На международном рабочем совещании «The IX International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT03)», проходившем 1–5 декабря 2003 г. в городе Цукубе (Япония), был представлен доклад «Восстановление потенциала для двумерного дискретного уравнения Шредингера».

Для двумерного дискретного уравнения Шредингера рассматривается краевая задача в прямоугольнике  $(M, N)$  с нулевыми граничными условиями. Установлено [1], что обратная задача сводится к восстановлению симметричной пятидиагональной матрицы  $C$  по заданному спектру и заданным первым  $k(M, N)$ ,  $1 \leq k < N$ , компонентам для каждого базисного собственного вектора. Искомая возмущенная симметричная пятидиагональная матрица  $C$  соответствует двумерному дискретному уравнению Шредингера с нелокальным пятиточечным потенциалом. Получены [1] простые рекуррентные формулы для вычисления искомой матрицы по заданному спектру и первым  $N$  компонентам

базисных собственных векторов. Но лишь  $k$  из них могут быть заданы произвольно. Матрица  $C$  имеет лауну между второй и  $(N + 1)$ -й верхними диагоналями. В результате первые  $N$  компонент базисных собственных векторов должны удовлетворять  $(N - 1)^2(M - 1)$  дополнительным условиям. Кроме того, они должны удовлетворять  $N$  условиям совместности. Элементы матрицы  $C$  вместе с «недостающими»  $(N - k)$  компонентами могут быть определены из решения системы полиномиальных уравнений, включающей дополнительные условия, условия совместности, условия ортонормальности и соотношения, определяющие элементы искомой матрицы как функции спектральных данных. Постановку обратной задачи удалось прояснить до конца в процессе конкретных вычислений. Вывод и решение громоздких полиномиальных систем проводились в ЛИТ на SPP2000 с использованием REDUCE 3.6. Построенный алгоритм был использован для определения дефектов в элементах двумерных массивов туннельных переходов [2]. Исследована также обратная задача, когда сохраняется симметрия собственных векторов. При такой симметрии дискретные собственные функции могут быть продолжены на всю плоскость с сохранением «гладко-

niques in Physics Research (ACAT03), 1–5 December, Tsukuba, Japan.

The boundary-value problem in a rectangle  $(M, N)$  with zero boundary conditions was considered for a two-dimensional discrete Schrödinger equation. It has been shown [1] that the inverse problem is reduced to reconstruction of a symmetric five-diagonal  $C$  matrix with a predetermined spectrum and the first  $k(M, N)$ ,  $1 \leq k < N$  components for each basic eigenvector. The desired symmetric disturbed five-diagonal matrix corresponds to the discrete Schrödinger equation with a nonlocal five-point potential. Simple recurrent formulae have been obtained for reconstruction of the symmetric five-diagonal matrix from the predetermined spectrum and the first  $N$  components of basic eigenvectors [1], but only  $k$  of them can be given arbitrary. The  $C$  matrix has a lacuna between the second and  $(N + 1)$ th upper diagonals. Thus, the first  $N$  components of the basic eigenvectors must satisfy  $(N - 1)^2(M - 1)$  additional conditions. Besides, the  $N$  conditions of compatibility must be fulfilled. The  $C$ -matrix elements together with the «lacking»  $(N - k)$  components can be determined by solving a system of the polynomial equations including compatibility

conditions and orthonormality conditions coupled with the relations determining elements of the desired matrix by eigenvalues and components of basic eigenvectors. The formulation of the problem was finally clarified in the process of specific calculations. Deriving and solving the huge polynomial systems have been performed at LIT on SPP2000 by using CAS REDUCE 3.6. The developed algorithm was used in searching for defects in the elements of the 2D arrays of tunnel junctions [2]. The inverse problem was also discussed for the case when the symmetry of basic eigenvectors is preserved. With such a symmetry the discrete eigenfunctions can be extended over the whole plain, which is very important for applications. However, the symmetry of basic eigenvectors leads to the symmetry of the required matrix with respect to both diagonals (persymmetry). Thus, the arbitrary eigenvalues can not be predetermined. In the general case, a persymmetric nine-diagonal matrix, corresponding to a nine-point nonlocal potential, can be constructed on the given disturbed spectrum and the prescribed symmetry of basic eigenvectors. The problem is reduced again to the solving of the polynomial system, part of some additional conditions, orthonormality conditions, and com-

сти», что важно для приложений. Симметрия базисных собственных векторов ведет к симметрии искомой матрицы относительно обеих диагоналей (персимметрия). В результате, нельзя задавать произвольные собственные значения. В общем случае по заданному произвольно возмущенному спектру и предписанным условиям симметрии базисных собственных векторов может быть построена персимметричная девятидиагональная матрица, соответствующая нелокальному девятиточечному потенциалу. Задача опять сводится к решению полиномиальной системы. При этом часть дополнительных условий, условий ортонормальности и условия совместности заменяются условиями симметрии.

1. *Бобылева Л. В., Сердюкова С. И.* // ЖВМ и МФ. 2002. Т. 42, № 1. С. 3–10.

2. *Serdyukova S. I.* // Proc. of the Intern. Workshop «Computer Algebra and its Application to Physics». Dubna, 2001.

3. *Serdyukova S. I.* // Proc. of the Intern. Workshop «The IX International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT03)». To be published.

В ЛИТ проведено численное моделирование статических вихрей в длинном джозефсоновском контакте,

ширина которого меняется по экспоненциальному закону.

Изменение ширины контакта приводит к перераспределению магнитного потока в сравнении со случаем линейной одномерной модели. Подробно исследуется влияние параметров модели и, в частности, параметра формы на устойчивость состояний магнитного потока. Численным путем построены зависимости критического тока от внешнего магнитного поля.

*Семерджиева Е. Г., Бояджиев Т. Л., Шукринов Ю. М.* Принято к опубликованию в журнале «Физика низких температур».

Рассмотрена самосогласованная система взаимодействующих скалярных и спинорных полей в рамках космологической модели типа Бианки-I (BI-модели), заполненной идеальной жидкостью. Лагранжиан взаимодействия выбран в виде  $L_{\text{int}} = \lambda \varphi_{,\alpha} \varphi^{,\alpha} F/2$ . Здесь  $F$  является степенной или тригонометрической функцией инвариантов  $I$  и/или  $J$ , которые построены из билинейных спинорных форм  $S = \bar{\psi}\psi$  и  $P = i\bar{\psi}\gamma^5\psi$ . Получены самосогласованные решения для спинорного, скалярно-

patibility conditions, being replaced by the symmetry conditions.

1. *Bobyleva L. V., Serdyukova S. I.* // Zh. Vychisl. Mat. i Mat. Fiz. 2002. V. 42, No. 1. P. 3–10 (in Russian)

2. *Serdyukova S. I.* // Proc. of the Intern. Workshop «Computer Algebra and its Application to Physics». Dubna, 2001.

3. *Serdyukova S. I.* // Proc. of the Intern. Workshop «The IX International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (ACAT03)». To be published.

The numerical calculations of the static vortex structure and the critical curves in exponentially shaped long Josephson junctions have been performed at LIT.

The changing of the width leads to the redistribution of the magnetic flux in the junction in comparison with the case of the linear one-dimensional model. The influence of the model parameters, and particularly the form parameter on the stability of the magnetic flux bound states was studied in detail. A dependence of the critical current on the external magnetic field was obtained numerically.

*Semerdjieva E. G., Boyadjiev T. L., Shukrinov Yu. M.* Submitted to «Low Temperature Physics» (in Russian).

A self-consistent system of interacting spinor and scalar fields has been investigated within a Bianchi type-I (BI) cosmological model filled with perfect fluid. The interacting term in the Lagrangian is chosen in the form of derivative coupling, i.e.,  $L_{\text{int}} = \lambda \varphi_{,\alpha} \varphi^{,\alpha} F/2$ . Here  $F$  is a power or trigonometric function of the invariants  $I$  and/or  $J$  constructed from bilinear spinor forms  $S = \bar{\psi}\psi$  and  $P = i\bar{\psi}\gamma^5\psi$ . Self-consistent solutions to the spinor, scalar, and BI gravitational field equations were obtained. The problems of initial singularity and asymptotically isotropization process of the initially anisotropic space-time were studied. The role of the cosmological constant ( $\Lambda$  term) in the evolution of a BI universe was investigated. It is shown that a positive  $\Lambda$  generates an oscillatory mode of expansion of the BI model, whereas, if  $F$  in  $L_{\text{int}}$  is taken to be a trigonometric function of its arguments, there exists a non-exponential mode of evolution even with a negative  $\Lambda$ . It is also shown that for a suitable choice of problem parameters the present model allows regular solutions without a broken dominant energy condition.

*Saha B., Boyadjiev T.* Submitted to «Phys. Rev. D»

го и VI гравитационного полей. Изучена проблема начальной сингулярности, а также процесс асимптотической изотропизации изначально анизотропного пространства-времени. Рассмотрена роль космологической постоянной ( $\Lambda$ -член) при эволюции VI-Вселенной. Демонстрируется, что положительные значения  $\Lambda$  порождают осциллирующие режимы расширения VI-модели. Если  $F$  есть тригонометрическая функция аргументов, то существуют неэкспоненциальные решения даже при отрицательных  $\Lambda$ . Показано также, что при подходящем выборе параметров настоящая модель допускает регулярные решения без нарушения условия энергодоминантности в теореме Хоукинга–Пенроуза.

*Саха Б., Бояджиев Т. Л.* Направлено в журнал «Phys. Rev. D».

### Учебно-научный центр

С 18 по 30 января 12 школьников выпускных классов из Польши (Познань, Лешно, Люблин, Свиноустье) и их учителя по физике были гостями Учебно-научного центра ОИЯИ. Поездка была организована в рамках программы «Боголюбов–Инфельд» для победителей и

призеров различных конкурсов по физике среди учащихся.

В Дубне для ребят была подготовлена специальная образовательная программа, включающая как лекции по физике, так и лабораторные работы специализированного физического практикума для школьников в УНЦ под руководством сотрудника УНЦ И. А. Ломаченкова. В свободное от занятий время они имели возможность поработать в компьютерных классах УНЦ.

Программой пребывания были предусмотрены экскурсии в лаборатории Института. П. Т. Шишлянников (ЛЯП) рассказал о работе фазотрона, Г. В. Мицын (ЛЯП) — о медицинских пучках, И. Натканец (ЛНФ) продемонстрировал действующую модель ИБР-2 и рассказал об исследованиях, ведущихся в ЛНФ, Т. А. Стриж (ЛИТ) провела экскурсию по Лаборатории информационных технологий и рассказала об истории ее создания и развития. С УНЦ школьников познакомила С. П. Иванова.

Для школьников были прочитаны лекции: об участии польских ученых в исследованиях, проводимых в ЛЯР (Г. Камински); об исследованиях, ведущихся в ЛИТ (А. Полянски).

### University Centre

On 18–30 January, 12 Polish senior pupils and their teachers visited the JINR University Centre (the UC). They came from the cities of Leszno, Lublin, Poznan, and Swinoujscie. The visit was organized within the Bogoliubov–Infeld programme; its participants were the winners of different school contests in physics.

First, the guests were informed about the UC's activities. A special educational programme had been prepared for them. It included both lectures on physics and the UC's special physics practical training for secondary school students under the supervision of a UC's lecturer I. A. Lomachenkov. In their free time, the students had an opportunity to work in the UC's computer classrooms.

The programme of the visit included excursions to the Institute's Laboratories. P. T. Shishlyannikov (Laboratory of Nuclear Problems) told the guests about the functioning of the phasotron; G. V. Mitsyn (Laboratory of Nuclear Problems) spoke about the medical beams; I. Natkaniec (Laboratory of Neutron Physics) showed a working model of the IBR-2 pulsed reactor to them and took them around the reactor hall; and T. A. Strizh lead them around the Laboratory

of Information Technologies and told them about the establishment and development of the Laboratory. S. P. Ivanova showed the UC to the students.

The following lectures were given to the visitors:

- G. Kaminski spoke about the participation of Polish scientists in research at the Laboratory of Nuclear Reactions;
- A. Polanski spoke about the research at the Laboratory of Information Technologies;

The students took part in the round-table discussions with the «Dubna» Lyceum students of their age. The diverse programme of the visit included excursions to the historic and culture sights of Moscow and Sergiyev Possad.

The UC held its first special seminar attended by physics school teachers from Poland and Dubna and the UC representatives. The UC Director S. P. Ivanova spoke at the seminar about the UC's activity aimed at attracting secondary school students to studying physics on the basis of the UC's curriculum. I. A. Lomachenkov shared his experience of teaching physics to secondary school students and told the seminar participants about the laboratory practical training courses developed at the UC. In 2003, a UC-based optional course of physics for school students started its regular work. The main tasks of the course are the following:

Ребята приняли участие в дискуссиях круглого стола со сверстниками из лицея «Дубна». В насыщенной программе было выделено время для поездки по историческим и культурным местам Москвы и Сергиева Посада.

Впервые в УНЦ состоялся специальный семинар, в котором участвовали учителя физики из Польши, школ Дубны и представители УНЦ. На семинаре выступила директор УНЦ С. П. Иванова, рассказавшая о деятельности УНЦ по привлечению школьников к занятиям по физике на базе созданного практикума. И. А. Ломаченков поделился опытом преподавания физики старшим школьникам и рассказал о лабораторных работах, подготовленных в УНЦ.

В 2003 г. началась регулярная работа физического факультатива для школьников на базе Учебно-научного центра ОИЯИ. Основными целями и задачами этого факультатива являются:

- оказание содействия старшеклассникам в получении дополнительных знаний в области физики;

- разработка методик и проведение практических работ по базисным разделам общего курса физики;
- обучение учащихся методам проведения физических измерений, а также овладение ими приемами корректного учета погрешностей измерений;
- развитие и внедрение элементов исследовательской работы в практическую деятельность учащихся.

Факультатив ведется на базе специальной лаборатории, оборудованной в УНЦ, где выполняются практические занятия по разделам: механика, оптика, молекулярная физика, термодинамика, электричество и магнетизм.

О методике преподавания физики в школах Польши рассказала учитель лицея и главный методист по физике г. Познань Э. Стругала. Состоялся интересный и обоюдополезный обмен мнениями между преподавателями. Было принято решение о разработке общего физического проекта для поддержания и развития у польских школьников и школьников Дубны интереса к физике и для их дальнейшего общения.

Дубна, январь.  
Школьники лицеев Польши,  
гости УНЦ ОИЯИ,  
на экскурсии в Лаборатории  
ядерных реакций  
им. Г. Н. Флерова

Dubna, January.  
Lyceum students from  
Poland — guests at the JINR  
UC — are having an excursion  
at the Flerov Laboratory  
of Nuclear Reactions



- to help secondary school students to obtain additional knowledge of physics;
- to develop methodology and practical training in the basic chapters of general physics;
- to teach students a course of measurement techniques in physics and correct estimation of measurement errors;
- to develop and introduce elements of research into the practical training for students.

The course is based on a UC's specially equipped laboratory, where practical training is performed in mechanics,

optics, molecular physics, thermodynamics, electricity, and magnetism.

The lyceum teacher and methodologist Ewa Strugala spoke about the methodology of teaching physics at Polish schools. The teachers exchanged their interesting and mutually useful professional experience.

To maintain and develop the interest in physics among students of Dubna and Poland and to promote contacts between them, it was decided to prepare a joint project in physics by the two sides.

После возвращения в Польшу школьники приняли участие в дне физики, организованном в Университете им. А. Мицкевича (Познань) по инициативе профессора В. Навроцика. В праздничных мероприятиях участвовали генеральный консул РФ в г. Познань А. Н. Яковенко, руководители университета и физического факультета. Выступающие отметили хорошую организацию пребывания в Дубне и оказанный им теплый прием, особо оценив научную часть визита. С лекциями на дне физики выступил и сотрудник УНЦ И. А. Ломаченков, приглашенный в Познань специально для участия в этих мероприятиях.

По итогам пребывания в Дубне делегация польских учителей и школьников подготовила отчет, с которым можно познакомиться на сайте УНЦ [http://uc.jinr.ru/Bogolubov\\_Infeld/](http://uc.jinr.ru/Bogolubov_Infeld/).

11 студентов из городов Люблин и Познань (Польша) и их преподаватель с 12 по 19 февраля знакомились с Учебно-научным центром ОИЯИ, лабораториями Института, работой базовых установок.

Upon returning to Poland, the students participated in the Physics Day, which was held at the Adam Mickiewicz University (AMU, Poznan) on the initiative of Prof. W. Nawrocik. The festive arrangements were attended, in particular, by the Consul General of the Russian Federation in Poznan Mr A. N. Yakovenko and authorities of the University and its Physics Faculty. Among the participants were those students who had recently visited JINR. Those addressing the audience noted good organization of their visit to Dubna and warm reception; highly appraised was the scientific side of the visit. The Polish teachers and students pre-

pared a report summarizing their visit to Dubna, which is published at the UC's Internet site, [http://uc.jinr.ru/Bogolubov\\_Infeld/](http://uc.jinr.ru/Bogolubov_Infeld/). A number of lectures were given by a UC's lecturer I. A. Lomachenkov, who was specially invited to the AMU to participate in these arrangements.

On 12–19 February, 11 students from Lublin and Poznan, Poland, and their scientific supervisor were visiting the UC and the Institute's Laboratories, where they were acquainted with JINR's basic experimental facilities.



*А. Литвиненко*

## Эффект гашения струй и «High $p_T$ project» в эксперименте PHENIX

Коллайдер релятивистских адронов (RHIC), расположенный в Брукхейвенской национальной лаборатории (США), был введен в эксплуатацию в 2000 г. Он ориентирован на изучение столкновений поляризованных протонов и ядер вплоть до золота (Au) при энергии до  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  ГэВ на нуклонную пару. Таким образом, до запуска LHC на RHIC будут изучаться столкновения ядер при самых высоких энергиях, в 10 раз превышающих энергию столкновений на SPS (ЦЕРН).

Программа исследований столкновений тяжелых ионов для всех экспериментов на RHIC прежде всего ориентирована на изучение свойств кварк-глюонной плазмы (КГП), которая, как ожидается, может образовываться при таких высоких энергиях. К настоящему времени проведены три сеанса. В первом из них изучались столкновения ядер золота (Au + Au) при энергии

130 ГэВ на нуклонную пару. В двух последующих сеансах изучались столкновения золота, но уже при максимальной энергии 200 ГэВ на нуклонную пару.

Среди результатов, полученных на RHIC, одним из самых цитируемых и, на наш взгляд, интересных является эффект гашения струй. Прежде чем остановиться на сути этого эффекта, следует отметить некоторые особенности экспериментов по изучению кварк-глюонной плазмы. Одним из ключевых вопросов в экспериментах такого рода является вопрос о плотности энергии, достигаемой в центральных столкновениях. Ее обычно оценивают по формуле Бьёркена:  $\varepsilon_{Bj} = \frac{1}{\pi R^2} \frac{1}{\sigma_0} \frac{dE_T}{dy}$ ,

где  $\tau_0$  есть эффективное время термализации (0,2–1,2 фм/с). В первых трех сеансах на RHIC было получе-

*А. Litvinenko*

## Jet Quenching Effect and «High $p_T$ Project» at the PHENIX Experiment

The Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) at the Brookhaven National Laboratory began operation in 2000. Polarized protons and nuclei as heavy as gold (Au) are accelerated at RHIC up to the energies of  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV per nucleon–nucleon pair. It means that at RHIC one will study heavy nuclei collisions at the highest energies (10 times greater than at SPS, CERN) until LHC starts operation.

The heavy nuclei programmes of all the RHIC experiments are first of all oriented to the study of quark-gluon plasma (QGP) properties, which, as expected, can be created at such high energies. At the present time, three runs were carried out at RHIC. In the first run gold–gold (Au + Au) collisions were studied at the energy of 130 GeV per nucle-

on–nucleon pair. In the next two runs gold nuclei were collided at the full RHIC energy of 200 GeV per nucleon–nucleon pair.

Among the results obtained at RHIC, the so-called «Jet Quenching Effect» seems to be more frequently cited and looks very exciting. Short comments about studying QGP have to be made before the discussion of this effect.

In this type of experiments the key question is on the energy density achieved in central collisions, where QGP is expected to be produced. Usually, it is estimated using

Bjorken formula:  $\varepsilon_{Bj} = \frac{1}{\pi R^2} \frac{1}{\sigma_0} \frac{dE_T}{dy}$ , where  $\tau_0$  is effective thermalization time (0.2–1.2 fm/c). From the first three

runs  $\varepsilon = 4.6$  GeV/fm<sup>3</sup> for 130 GeV and  $\varepsilon = 5.5$  GeV/fm<sup>3</sup> for

но, что  $\varepsilon = 4,6 \text{ ГэВ/фм}^3$  для энергии  $130 \text{ ГэВ}/N$  и  $\varepsilon = 5,5 \text{ ГэВ/фм}^3$  для  $200 \text{ ГэВ}/N$ . Эта величина заметно превосходит полученное в расчетах на решетке пороговое значение плотности энергии  $\varepsilon_c \approx 1 \text{ ГэВ/фм}^3$ , необходимое для перехода адронной материи в кварк-глюонную плазму.

Процесс столкновения тяжелых ядер при высоких энергиях имеет сложную пространственно-временную структуру. Поэтому для его изучения необходимо использовать широкий набор элементарных реакций (элементарных процессов). При этом разные элементарные реакции дают информацию о разных временных стадиях столкновения. Одним из интересных элементарных процессов является рассеяние партонов с большими передачами импульса (жесткое рассеяние). Жестко рассеянные партоны фрагментируют в струи адронов с поперечными импульсами  $p_T$  выше  $2 \text{ ГэВ}/c$ . В столкновениях ядер с большими энергиями жесткое рассеяние происходит на ранней стадии столкновения, перед формированием КТП, и рассеянный партон испытывает влияние сильно взаимодействующей среды, образовавшейся в столкновении. Эти партоны теряют энергию посредством тормозного излучения глюонов, эффективно гасящих рождение струй. Имеется много наблю-

даемых сигналов, связанных с этим процессом, среди которых наиболее прямым (непосредственно связанным с физикой явления) является подавление выхода адронов с большими  $p_T$ .

Уже после первого сеанса указанное подавление было отмечено всеми четырьмя экспериментами, проводимыми на RHIC. Эффект проявлялся в подавлении жесткой части спектров нейтральных пионов и заряженных адронов в центральных Au + Au-столкновениях по сравнению с  $p + p$ -столкновениями. Для количественного описания такого подавления используют коэффициент изменения спектра за счет ядерной среды. Он равен отношению выхода регистрируемых частиц, полученных в ядро-ядерных столкновениях, к нормированному на число бинарных столкновений выходу тех же частиц, измеренному в  $NN$ -столкновениях:

$$R_{AA}(p_T) = \frac{(1/N_{AA}^{\text{evt}}) dN_{AA}/dp_T dy}{\langle N_{\text{coll}} \rangle / \sigma_{NN}^{\text{inel}} \times d\sigma_{NN}/dp_T dy}.$$

При отсутствии влияния на жесткое рассеяние ядерной среды  $R_{AA}$  должен быть равен единице. Таким образом, отклонение от единицы указывает на наличие эффектов влияния среды. Всеми четырьмя эксперимен-

200 GeV were obtained. This value is well above the threshold value  $\varepsilon_c \approx 1 \text{ GeV/fm}^3$  for transition to the deconfinement state (QGP) predicted by lattice QCD.

The heavy nuclei collisions at high energies have a complicated space-time structure. A wide variety of different elementary reactions (elementary processes) have to be used for studying this structure. The different reactions give us information about different stages of the collision. Of particular interest are the products of parton scattering with large momentum transfer («hard scattering»). The hard scattered partons fragment into jets of hadrons with transverse momentum ( $p_T$ ) typically above  $2 \text{ GeV}/c$ . In a high-energy nuclear collision hard scattering will occur at the earliest time during the collision, well before the QGP is expected to be formed, and thus the scattered partons will subsequently experience the strongly interacting medium created in the collision. These partons are expected to lose energy in hot and dense nuclear matter through gluon bremsstrahlung, effectively quenching jet production. This would have many observable consequences, the most directly measurable of which would be depletion in the yield of high  $p_T$  hadrons.

Just after the first run this suppression of high  $p_T$  tail was reported by all four experiments performed at RHIC.

A large suppression of high  $p_T$  neutral pions' and charged hadrons' yields in central Au + Au collisions was observed with respect to  $p + p$  results scaled by the number of binary nucleon–nucleon collisions. To quantify such modification the nuclear modification factor is used. It is given by the ratio of the measured  $AA$  invariant yields to the  $NN$  collision called  $p + p$  invariant yields:

$$R_{AA}(p_T) = \frac{(1/N_{AA}^{\text{evt}}) dN_{AA}/dp_T dy}{\langle N_{\text{coll}} \rangle / \sigma_{NN}^{\text{inel}} \times d\sigma_{NN}/dp_T dy}.$$

In the absence of nuclear modifications on hard scattering, the ratio  $R_{AA}$  will be unity: thus, departure from  $R_{AA} = 1$  indicates nuclear medium effects. It was found by all four experiments at RHIC that for the high transverse momentum ( $p_T > 2 \text{ GeV}/c$ )  $R_{AA}$  is well below 1 for both charged hadrons and neutral pions (see Fig. 1) in the central Au + Au collisions.

Models of parton energy loss can reproduce the observable suppression in the central Au + Au collisions. Other final-state effects, such as rescattering of hadrons originally produced via jet fragmentation, have been proposed to explain the suppression. It should be noted that models invok-

тами на RHIC было получено, что для больших поперечных импульсов ( $p_T > 2$  ГэВ/с)  $R_{AA}$  заметно ниже 1 как для заряженных адронов, так и для нейтральных пионов (рис.1) в центральных Au + Au-столкновениях.

Модели, учитывающие потери энергии партонами, воспроизводят указанное подавление в центральных Au + Au-столкновениях. К подавлению может также приводить эффект взаимодействия в конечном состоянии (перерасеяние адронов, рожденных при фрагментации струи). Следует отметить, что модели, включающие термализацию адронов и коллективное расширение объема реакции, успешно описывают распределение по поперечным импульсам вплоть до 3 ГэВ/с. Однако при

Рис. 1. Коэффициент изменения спектра ядерной средой для Au + Au- и  $d + Au$ -столкновений (см. [1, 2]). Светлые треугольники и квадраты — нейтральные пионы и заряженные адроны в Au + Au-столкновениях, темные кружки и квадраты — нейтральные пионы и заряженные адроны в  $d + Au$ -столкновениях

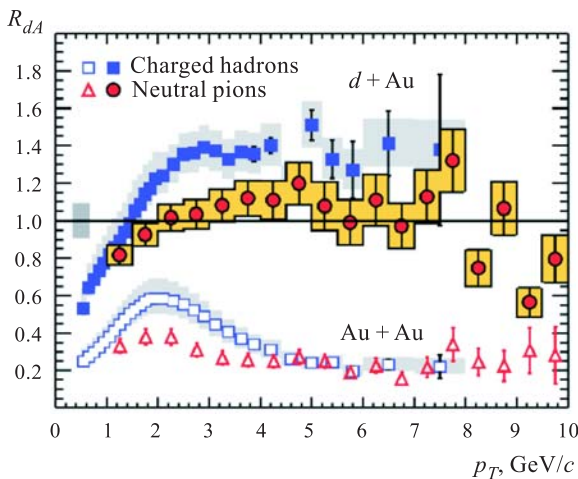


Fig. 1. Nuclear modification factor for the Au + Au and  $d + Au$  collisions (See [1, 2]). Open triangles and squares are neutral pions and charged hadrons for central Au + Au collisions, full circles and squares are neutral pions and charged hadrons for  $d + Au$  collisions

ing thermal hadron production combined with collective transverse expansion of the reaction volume successfully describe the transverse momentum distribution of identified hadrons up to 3 GeV/c. However, the mechanism of equilibration, which requires the reduction of the high  $p_T$  particle yield, is not specified in this model.

Alternatively, the initial state may be modified in such a way that the number of hard scattering collisions is reduced. It is well known that nuclear modification of parton distri-

этом механизм термализации, ответственный за уменьшение выхода частиц с большими  $p_T$ , в этих моделях не детализирован.

В свою очередь начальное состояние может модифицироваться так, что число жестких рассеяний уменьшится. Хорошо известно, что распределение партонов в ядре модифицируется по сравнению с аналогичным распределением в нуклоне. Однако такое изменение не может объяснить подавления, поскольку в кинематической области, где проводятся измерения, антиэкранировка повышает партонные распределения в ядрах. В то же время модели, использующие классическую КХД для сильно релятивистских ядер, предполагают, что глюонные распределения насыщаются для достаточно больших (порядка  $Q_s$ ) импульсов и, таким образом, оказываются пониженными по сравнению с тем, что предсказывает пертурбативная КХД. Как результат, это может приводить к заметному подавлению выхода адронов с импульсами, превышающими  $Q_s$ . Эффекты начального состояния должны присутствовать в  $p + A$ ,  $d + A$ - и  $A + A$ -столкновениях.

В третьем сеансе на RHIC были ускорены дейтроны и получены данные о  $d + Au$ -рассеянии для  $p_T$  спектров заряженных адронов и нейтральных пионов (рис. 1). Из

butions exists. This modification cannot explain the suppression, since in the kinematics of the measurements anti-shadowing enhances the parton distributions in nuclei. However, models using a classical QCD picture of a highly relativistic nucleus suggest that gluon distributions are saturated for high enough momentum (below  $Q_s$ ), and thus, are reduced in comparison with the expectation based on the perturbative QCD. As a result, a considerable suppression of hadron production might be expected even well above  $Q_s$ . The initial state effects should be presented in  $p + A$ ,  $d + A$ , and  $A + A$  collisions.

In the third run deuterons were accelerated at RHIC and the data on  $d + Au$  collisions were collected. The  $p_T$  spectrum for charged hadrons and neural pions is shown in Fig. 1. The data from Fig. 1 indicate the absence of suppression in particle production at large transverse momentum in  $d + Au$  collisions for both charged hadrons and neutral pions. It can be interpreted as a fact that the initial state effects cannot play the essential role in suppression of particle production at large transverse momentum in Au + Au collisions.

For a more detailed study of this phenomenon, it is necessary to have additional experimental data. For example, it

рисунка видно, что в  $d + Au$ -столкновениях подавление отсутствует как для заряженных адронов, так и для нейтральных пионов. Это может указывать на то, что эффекты начального состояния не играют существенной роли в подавлении рождения частиц с большими поперечными импульсами для центральных  $Au + Au$ -столкновений.

Для более определенных выводов необходимы дополнительные экспериментальные данные. Например, данные о жесткой части  $p_T$  спектров идентифицированных частиц. Знать спектры идентифицированных адронов важно, поскольку некоторые частицы более интенсивно рождаются из глюонных, а не из кварковых струй. В то же время из расчетов следует, что потери энергии глюонами выше, чем потери энергии кварками

( $dE_q/dx \approx 1$  ГэВ/фм,  $dE_g/dx \approx 2$  ГэВ/фм). Экспериментальные данные, полученные в последующих (после обнаружения эффекта) сеансах, подтверждают, что подавление имеет разную величину для разных частиц (рис. 2).

После обнаружения эффекта гашения струй в первом сеансе коллаборацией PHENIX было принято решение расширить область идентификации частиц до импульсов порядка 10 ГэВ/с. Соответствующий проект дооснащения был принят в 2002 г. и получил название «High  $p_T$  project at RHIC–PHENIX experiment» («High  $p_T$  project»). Группы из Университета г. Цукубы (Япония), Дубны и BNL приняли участие в реализации этого проекта. В проекте предполагалось увеличить область идентификации частиц за счет установки в западном плече стенки из черенковских счетчиков с аэрогелевым радиатором. Детектор PHENIX (высотой более 10 метров и весом 3000 тонн) имеет развитую систему идентификации частиц и ориентирован на изучение ядерных столкновений с большим набором регистрируемых частиц, прежде всего тех, которые несут информацию о ранней стадии реакции. Вместе с существующей системой идентификации частиц аэрогелевые счетчики с коэффициентом преломления  $n$  порядка 1,01 позволяют

Рис. 2. Коэффициент изменения спектра ядерной средой для протонов + антипротонов и нейтральных пионов (см. [3])

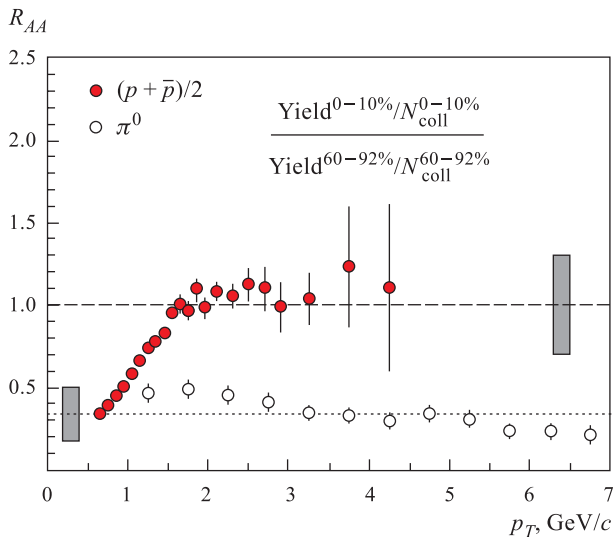


Fig. 2. Nuclear modification factor for protons + antiprotons and neutral pions (See [3])

would be useful to have high  $p_T$  spectra for identified particles. It is important to know the  $p_T$  spectrum of identified hadrons because some particles are produced more intensively from gluon than from quark jet. But it is assumed that the energy loss of gluons is larger than the energy loss of quarks ( $dE_q/dx \approx 1$  GeV/fm,  $dE_g/dx \approx 2$  GeV/fm). It means that the effects of jet quenching can be seen in particle ratios. And the experimental data obtained in the next two runs confirmed that suppression had a different value for different particles (Fig. 2).

When the jet quenching effect was detected, the PHENIX collaboration made a decision to improve PID for charged hadrons up to 10 GeV/c. The corresponding upgrade project was accepted in 2002 and was called «High  $p_T$  Project at RHIC–PHENIX Experiment» («High  $p_T$  Project»). Groups from Tsukuba University, JINR, and BNL have decided to realize this project. In this project it was proposed to extend PID installing a wall from Cherenkov counters with silica-aerogel (aerogel) radiator on the west arm. The PHENIX detector is higher than 10 meters and weighs about 3000 tons. It is designed to investigate nuclear collisions with a wide variety of probes, focusing primarily on those produced in the early stages of collision. Together with the existing PID systems at PHENIX, aerogel counters with refraction index about 1.01 allow one to separate pion, kaons, protons (antiprotons) up to the momentum 10 GeV/c.

Silica aerogel (aerogel) is a colloidal form of glass, in which globules of silica are connected by three-dimensional networks with silixan bounds. They are solid, very light, transparent and their refracting index can be controlled in the production process. During the last decade, in many high-energy physics experiments aerogel is used instead of high pressure gas for their Cherenkov counters. Aerogel is

разделять пионы, каоны и протоны (антипротоны) до импульсов порядка 10 ГэВ/с.

Аэрогель представляет собой аморфное вещество, в котором кластеры кремния связаны между собой сетью трехмерных кремниевых связей. Оно твердое, очень легкое, прозрачное, и его коэффициент преломления хорошо контролируется в процессе изготовления. В последнее десятилетие многие эксперименты в физике высоких энергий используют аэрогель в качестве радиатора в черенковских счетчиках вместо газовых высоко-го давления, поскольку аэрогель имеет показатель преломления меньший, чем все жидкости и твердые вещества (только жидкий гелий имеет близкий показатель), но больший, чем газы при атмосферном давлении.

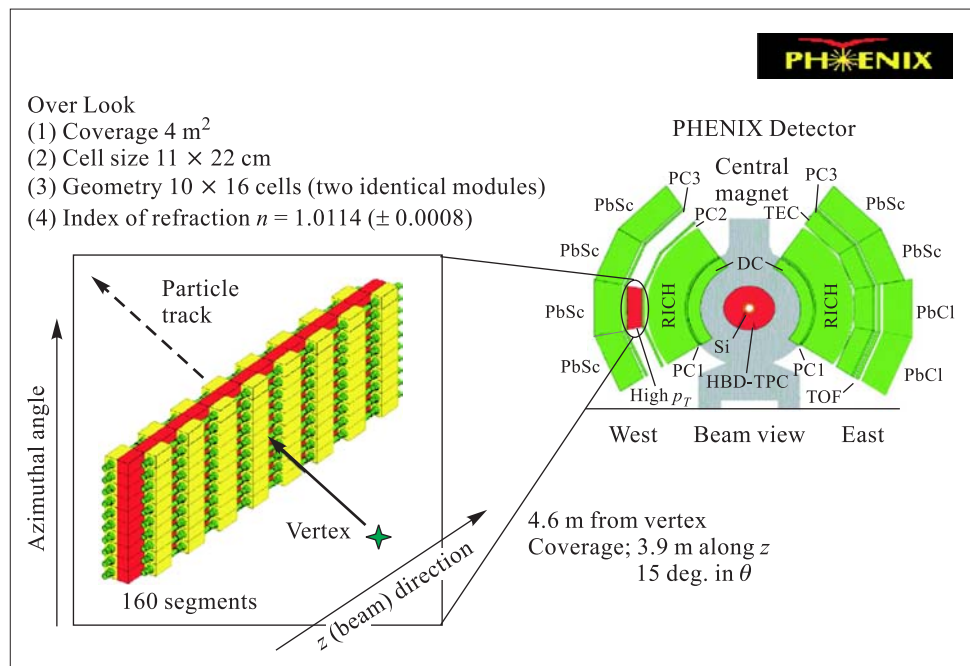
В микроскопическом масштабе аэрогель представляет собой губчатое вещество с характерным размером неоднородности порядка 3–5 нм. Так как это много меньше характерных длин волн ( $\lambda_v \approx 350\text{--}500$  нм), на

прохождение видимого света доминирующее влияние оказывает рэлеевское рассеяние, для которого характерна следующая зависимость длины рассеяния от длины волны:  $l_{\text{scat}} \sim \lambda^4$  с типичной величиной в несколько сантиметров для  $\lambda_v \approx 400$ . Это означает, что в среднем испущенный фотон проходит большое расстояние до того, как будет зарегистрирован, и поэтому поглощение оказывается существенным. Если, кроме того, принять во внимание, что число черенковских фотонов  $N_v \sim (n-1)$ , то становится понятным, что проблема получения достаточного количества фотоэлектронов оказывается существенной для аэрогелевых детекторов с показателем преломления близким к единице.

Для решения этого и ряда других вопросов была выполнена обширная программа R&D исследований. Было проведено пять тестовых сеансов — три в КЕК (Япония) и два в Дубне (ЛВЭ, нуклотрон), в результате которых были оптимизированы параметры и выбрана

Рис. 3. Схематичный вид аэрогелевого детектора

Fig. 3. Schematic view of the aerogel detector



attractive as a Cherenkov radiator because it has an index of refraction smaller than nearly all the liquids and solids (only liquid helium is close), but larger than gases at the atmospheric pressure.

On the microscopic scale, aerogel is a sponge-like material with typical structure scale length of 3–5 nm. As it is much smaller than the wavelengths ( $\lambda_v \approx 350\text{--}500$  nm), the behavior of visible light is dominated by Rayleigh scattering with dependence of scattering length  $l_{\text{scat}} \sim \lambda^4$  with the typical value of a few centimetres for  $\lambda_v \approx 400$  nm. It means

that an emitted photon (in the middle) passes through big distances before the detection and absorption of protons becomes essential. If someone takes into account that numbers of Cherenkov photons are equal to  $N_v \sim (n-1)$ , it is clear that the problem of obtaining the high enough amount of photoelectrons for aerogel detector should be solved. To solve this and a lot of other problems, the wide R&D program was realized. Five test runs (three in KЕК (Japan) and two in Dubna (LHE, the Nuclotron) have been carried out in order to optimize the detector construction. The final decision about the construction of the detector cell was made in

принципиальная схема конструкции детектора. Это так называемая схема детектора типа интегрирующий параллелепипед, как это показано на рис. 3. Детектор такого типа позволил иметь достаточное количество фотоэлектронов и однородную пространственную эффективность регистрации.

Два возможных прототипа детекторной ячейки были изготовлены в начале 2003 г. в Дубне и доставлены в BNL для тестовых измерений на пучках RHIC. На основе результатов тестовых измерений и результатов, полученных с прототипами, было принято решение установить половину от запланированного количества аэрогелевых детекторов перед четвертым сеансом.

Корпуса для всего аэрогелевого детектора были изготовлены в Опытном производстве ОИЯИ и доставлены в BNL в конце лета. Кроме того, летом 2003 г. на нуклотроне ЛВЭ был проведен дополнительный сеанс по изучению параметров счетчика, таких как количество света, испускаемого отражателем в результате сцинтил-

ляций, влияние наклонных треков и т. п. В результате напряженной работы групп из Университета г. Цукубы, ОИЯИ и BNL первая половина аэрогелевого детектора была успешно смонтирована в ноябре 2003 г.

В настоящее время идет набор статистики с новой детекторной подсистемой. Аэрогелевый детектор работает без сбоев, и к середине 2004 г. коллаборация PHENIX планирует иметь новые экспериментальные данные, проливающие свет на природу эффекта гашения струй.

#### Список литературы

1. *PHENIX Collaboration* // Phys. Rev. Lett. 2003. V. 91. P. 072300.
2. *PHENIX Collaboration* // Phys. Rev. Lett. 2003. V. 91. P. 072303.
3. *PHENIX Collaboration* // Phys. Rev. Lett. 2003. V. 91. P. 172301.

the end of 2002. It was the so-called detector with integration parallelepiped shown in Fig. 3. This type of detector allows one to have high enough detected photoelectrons and uniform space efficiency.

The two types of the prototype of the detector cell were fabricated in the beginning of 2003 in Dubna and delivered to the BNL for test measurements on the RHIC beam. Based on the results of these measurements and on the results of test runs, the decision to install a half of the whole wall before the forth run has been made.

The boxes for the whole aerogel detector were made in the JINR experimental workshop and were delivered to BNL in summer 2003. The additional test run for measurement of accurate parameters (the amount of scintillation light from the reflector, the effects of slope tracks, etc.) has been performed in the middle of summer 2003 at the Nuclotron (LHE, JINR). And as a result of hard work at Tsuku-

ba University, in CNS-Tokyo, JINR and BNLS groups, the first half of the PHENIX Aerogel Cherenkov counter was successfully installed on 4 November 2003.

The forth run is going now at PHENIX with these new detector subsystems. The detector is working well and in the middle of this summer PHENIX collaboration expects to have new experimental data about the nature of the jet quenching effect.

#### References

1. *PHENIX Collaboration* // Phys. Rev. Lett. 2003. V. 91. P. 072300.
2. *PHENIX Collaboration* // Phys. Rev. Lett. 2003. V. 91. P. 072303.
3. *PHENIX Collaboration* // Phys. Rev. Lett. 2003. V. 91. P. 172301.

*О. В. Булеков, А. К. Поносов, Ю. К. Потребеников*

## Исследования по корреляционной фемтоскопии на установке ЭКСЧАРМ

Эксперименты по корреляциям адронов с малыми относительными импульсами основаны на теоретических идеях, заложенных в трудах Г. И. Копылова и М. И. Подгорецкого [1] и развиваемых в настоящее время Р. Ледницким и В. Л. Любошицем [2, 3]. Эти эксперименты позволяют исследовать пространственно-временные характеристики области генерации адронов и параметры адрон-адронного рассеяния, причем не только для тождественных, но и для нетождественных частиц [2–4]. Здесь причудливо переплетается физика высоких и низких энергий от экзотических атомов до кварк-глюонной плазмы. «Узкие» парные корреляции протонов, вылетающих из ядер, играют важную роль в понимании механизма кумулятивных процессов [5]. Эффект наблюдается при сравнении экспериментальных распределений по разности импульсов частиц с

расчетными, в которых корреляции отсутствуют. Отношение этих распределений (корреляционная функция) при малых относительных импульсах отличается от единицы.

Корреляционная фемтоскопия странных частиц находится в стадии становления. В последние годы в экспериментах на LEP (ЦЕРН) [6] и КЕК (Япония) [7] получены первые данные по корреляциям  $\Lambda$ -гиперонов с малыми относительными импульсами. Данные LEP показали, что размер области генерации адронов уменьшается с увеличением масс рождающихся частиц, что не является неожиданным, однако размер для  $\Lambda$ -гиперонов оказался удивительно малым. В экспериментах [6] измерялась относительная поляризация гиперонов и было показано, что при малых относительных импульсах состояния с параллельными спинами «вымирают».

*O. V. Bulekov, A. K. Ponosov, Yu. K. Potrebenikov*

## Correlation Femtoscopy Research at EXCHARM

The experiments on correlations of hadrons with small relative momenta are based on the theoretical ideas laid in the works of G. I. Kopylov and M. I. Podgoretsky [1], and developed by R. Lednicky and V. L. Lyuboshitz [2, 3]. These experiments allow one to investigate the space-time characteristics of the hadron-generation region and parameters of the hadron-hadron scattering, and not only for identical, but also for non-identical particles [2–4]. High- and low-energy physics, exotic atoms and quark-gluon plasma are fancifully bound here. «Narrow» pair correlations of the protons, emitted from nuclei, play an important role in the understanding of cumulative processes [5]. The effect is observed if comparing the experimental distributions on the particle momenta difference with a simulated one, where correlations are absent. The ratio of these distributions (cor-

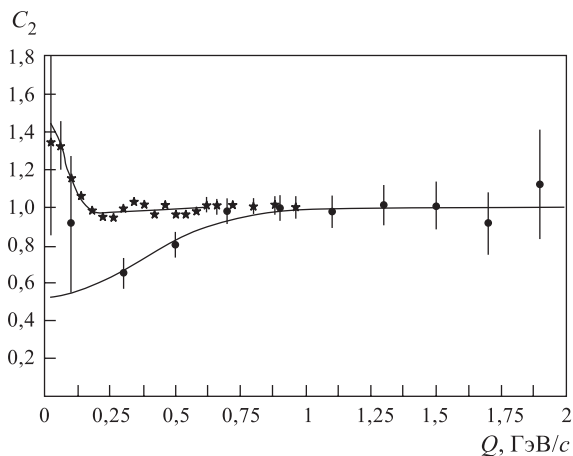
relation function) at small relative momenta differs from a unity.

The correlation femtoscopy of the strange particles is at the stage of formation. First data on correlations of the  $\Lambda$  hyperons with low relative momenta were recently obtained in the LEP (CERN) [6] and KEK (Japan) [7] experiments. The data from LEP showed a decrease of the production area sizes with increasing of produced particle masses. However, the size for  $\Lambda$  hyperons was observed to be surprisingly small. The relative polarization of hyperons was measured in experiments [6]. It was shown that probability of states with parallel spin is much smaller at a small relative momentum. On the other hand, studying the  $\Lambda\Lambda$  correlations, produced in the nuclear cascade [7], allowed us to obtain the length of the  $\Lambda\Lambda$  scattering. In this experiment, the kaon

С другой стороны, изучение корреляций пар  $\Lambda$ -гиперонов, образованных в ядерном каскаде [7], позволило получить длину  $\Lambda\Lambda$ -рассеяния. В этом эксперименте исследовалась реакция двойной перезарядки каонов ( $K^-$ ,  $K^+$ ) на ядрах углерода при начальном импульсе 1,65 ГэВ/с с регистрацией двух  $\Lambda$ -гиперонов. Отметим, что реакции двойной перезарядки мезонов на ядрах впервые наблюдались в ЛЯП ОИЯИ Ю. А. Батусовым, С. А. Бунятовым, В. М. Сидоровым и В. А. Ярбой.

На материале, полученном сотрудничеством ЭКСЧАРМ [8], проводится систематическое исследование корреляций с малым относительным импульсом пионов, каонов [9] и  $\Lambda$ -гиперонов [10], образованных в нейтрон-углеродных взаимодействиях при средней

Зависимость корреляционной функции  $C_2$  от разности 4-импульсов  $Q$  для пар  $\Lambda\Lambda$  (●) и  $\pi^-\pi^-$  (★). Фон получен моделированием



Correlation function  $C_2$  for  $\Lambda\Lambda$  (●) and  $\pi^-\pi^-$  (★) versus the difference  $Q$  of the 4-momenta. The background was simulated by FRITIOF

double charge exchange ( $K^-$ ,  $K^+$ ) reaction on carbon nuclei was investigated at the initial momentum of 1.65 GeV/c with the registration of two  $\Lambda$  hyperons. It should be noted that the double charge exchange reactions of mesons on nuclei for the first time were observed in LNP, JINR, by Yu. A. Batusov, S. A. Bunjatov, V. M. Sidorov, and V. A. Jarba.

The systematic research of correlations with small relative momentum of pions, kaons [9], and  $\Lambda$  hyperons [10], produced in neutron-carbon interactions, is being carried out using data of the EXCHARM collaboration [8] at aver-

energy neutron energy of 51 GeV. Results on  $\Lambda$ -hyperon correlations do not contradict either LEP ( $e^+e^-$  interactions), or KEK ( $\Lambda\Lambda$  formation in the nuclear cascade). It is connected with the production of two hyperons in a single nucleon-nucleon interaction. The dependence of the production area size on the particle masses is confirmed.

This effect is illustrated in Figure, where the correlation functions are shown depending on the 4-momenta difference of  $\pi^-\pi^-$  and  $\Lambda\Lambda$  systems. The significant difference of hyperon correlation function behaviour at a small momentum difference is clearly seen. The deviation of the function from a unity corresponds to a much larger momentum difference and thus, a smaller size of the generation area. It should be noted that the hyperon production area obtained in the EXCHARM experiment is much larger than the result of the  $e^+e^-$  experiment at LEP.

At present, a study of the kaon correlations in all the possible charge states is being carried out using data from the EXCHARM experiment. One of the important features of this study is a pronounced role of the underthreshold production of resonances with the masses about 980 MeV. Taking into account the resonance width (50–100 MeV) and the

age neutron energy of 51 GeV. The results on  $\Lambda$ -hyperon correlations do not contradict either LEP ( $e^+e^-$  interactions) or KEK data ( $\Lambda\Lambda$  formation in the nuclear cascade). It is connected with the production of two hyperons in a single nucleon-nucleon interaction. The dependence of the production area size on the particle masses is confirmed.

This effect is illustrated in Figure, where the correlation functions are shown depending on the 4-momenta difference of  $\pi^-\pi^-$  and  $\Lambda\Lambda$  systems. The significant difference of hyperon correlation function behaviour at a small momentum difference is clearly seen. The deviation of the function from a unity corresponds to a much larger momentum difference and thus, a smaller size of the generation area. It should be noted that the hyperon production area obtained in the EXCHARM experiment is much larger than the result of the  $e^+e^-$  experiment at LEP.

At present, a study of the kaon correlations in all the possible charge states is being carried out using data from the EXCHARM experiment. One of the important features of this study is a pronounced role of the underthreshold production of resonances with the masses about 980 MeV. Taking into account the resonance width (50–100 MeV) and the



учетом их ширины (50–100 МэВ), могут распадаться на каон-антикаон и существенно исказить корреляционную функцию. Однако есть надежда, что сравнение распределений в разных зарядовых состояниях поможет корректно учесть вклад подпороговых резонансов. Таким образом, изучение пар  $\Lambda$ -гиперонов, каонов и пионов с малыми относительными импульсами в одном эксперименте единой методикой позволит сделать очередной шаг в становлении корреляционной фемтоскопии странных частиц.

Результаты исследований корреляций  $\Lambda$ -гиперонов составили основу кандидатской диссертации О. В. Булекова, успешно защищенной им в конце прошлого года в МИФИ.

### Список литературы

1. Копылов Г. И., Подгорецкий М. И. // ЯФ. 1972. Т. 15. С. 392.
2. Ледницки Р., Любошиц В. Л. // ЯФ. 1982. Т. 35. С. 1316.

kaon–antikaon decay mode, these resonances can significantly distort the correlation function. There is a hope that a correct analysis of different charge states will allow us to estimate contribution of these underthreshold resonances.

Thus, the study of the  $\Lambda$  hyperon, kaon, and pion pairs with small relative momenta in one experiment and by one approach will make the next step in the correlation femtoscopy of strange particles.

The results of the investigation of the  $\Lambda$ -hyperon correlations formed the basis of the PhD thesis by O. V. Bulekov, defended in MEPI at the end of the last year.

### References

1. Kopylov G. I., Podgoretsky M. I. // Sov. J. Nucl. Phys. 1972. V. 15. P. 219.
2. Lednicky R., Lyuboshitz V. L. // Sov. J. Nucl. Phys. 1982. V. 35. P. 770.

3. Lednicky R. et al. // Phys. Lett. B. 1996. V. 373. P. 30.
4. Lednicky R. // Physics of Atomic Nuclei. 2004. V. 67. P. 72.
5. Лексин Г. А. // Соросовский образовательный журнал. 1997. Т. 11. С. 70.
6. Alexander G. et al. // Phys. Lett. B. 1999. V. 452. P. 159.
7. Ohnishi A. et al. // Nucl. Phys. A. 2000. V. 670. P. 297–300.
8. Aleev A. N. et al. // ИЕТ. 1995. V. 38, No. 4, Part 1. P. 425–433.
9. Поленкевич И. А. // Сб. науч. тр. конф. УНИРОС-2003. МИФИ, 2003. С. 31–32;
- Еремин С. В. // Там же. С. 29–30.
10. Aleev A. N. и др. Препринт ОИЯИ Р1-2003-191. Дубна, 2003.

3. Lednicky R. et al. // Phys. Lett. B. 1996. V. 373. P. 30.
4. Lednicky R. // Physics of Atomic Nuclei. 2004. V. 67. P. 72.
5. Leksin G. A. // Soros educational journal. 1997. V. 11. P. 70.
6. Alexander G. et al. // Phys. Lett. B. 1999. V. 452. P. 159.
7. Ohnishi A. et al. // Nucl. Phys. A. 2000. V. 670. P. 297–300.
8. Aleev A. N. et al. // ИЕТ. 1995. V. 38, No. 4, Part 1. P. 425–433.
9. Polenkevich I. A. // Proc. UNIROS-2003. MEPI, 2003. P. 31–32.
- Eremin S. V. // Ibid. P. 29–30.
10. Aleev A. N. et al. JINR Preprint P1-2003-191. Dubna, 2003.

*Н. И. Замятин, А. Е. Черемухин*

## Кремниевые планарные детекторы России для эксперимента CMS

Экспериментальные установки, создаваемые для ускорителя LHC (ЦЕРН, Женева), базируются на широкомасштабном применении планарных кремниевых детекторов. Наибольшего масштаба оно достигло в эксперименте CMS — более  $200 \text{ м}^2$  чувствительной площади кремниевых детекторов только в центральной трековой системе. Кроме того, в данном эксперименте потребуются более  $18 \text{ м}^2$  стриповых кремниевых детекторов для активных плоскостей предливневой части гомогенного электромагнитного калориметра на основе кристаллов  $\text{PbWO}_4$ . Для такого огромного количества кремниевых детекторов потребуется вырастить кристаллы высокоомного кремния детекторного качества (удельное сопротивление  $\rho > 2 \text{ кОм}\cdot\text{см}$ , время жизни носителей заряда  $\tau > 10^{-3} \text{ с}$ ) в объеме большем, чем за все предыдущие годы. В мире есть всего несколько фирм-произ-

водителей кристаллов высокоомного кремния детекторного качества: «Wacker Siltronic» (Германия), «Topsil» (Дания), «Shin Etsu Handotai» (Япония).

С 1988 г. группа ЛФЧ ОИЯИ в кооперации с ЦЕРН и российской электронной промышленностью ведет исследования по широкомасштабному применению кремниевых детекторов в экспериментах по физике частиц на создаваемых суперколлайдерах. Основными особенностями применения детекторов в эксперименте CMS являются:

- работа в сильном магнитном поле до 4 Тл;
- высокое (25 нс) быстродействие при частоте столкновений пучков 40 МГц;
- большой (до  $2 \cdot 10^{14}$  нейтрон/см<sup>2</sup>/10 лет) радиационный фон.

*N. I. Zamiatin, A. E. Cheremukhin*

## Silicon Planar Detectors from Russia for the CMS Experiment

Experimental facilities which are constructed for the LHC at CERN, Geneva, are based on a large scale application of the silicon planar detectors that reached in the CMS experiment more than  $200 \text{ м}^2$  sensitive area of silicon detectors in the central tracker system. Moreover, this experiment will require more than  $18 \text{ м}^2$  of silicon strip detectors for the active planes of the preshower end-cap detector of the homogeneous electromagnetic calorimeter (ECAL) based on  $\text{PbWO}_4$  crystals. For the huge amount of silicon detectors it is necessary to grow up high-purity silicon crystals of the detector quality (resistivity  $\rho > 2 \text{ k}\Omega\cdot\text{cm}$ , carriers lifetime  $\tau > 10^{-3} \text{ s}$ ) with a production capacity much higher than during all the previous years. Only several producers in the world can satisfy this production rate: Wacker

Siltronic (German), Topsil (Denmark), Shin Etsu Handotai (Japan).

Since 1988, JINR LPP silicon group in cooperation with CERN and Russian microelectronic industry has carried out investigations on the large-scale application of silicon detectors in high-energy physics experiments at the new supercollider LHC. Main features of the silicon detectors application in CMS experiment are:

- work in a strong magnetic field (up to 4 T);
- fast read-out (25 ns) at a 40 MHz beam collision frequency;
- a high level of radiation background (up to  $2 \cdot 10^{14}$  neutrons/cm<sup>2</sup>/10 years).

The first two requirements are naturally realized with silicon detectors. But the radiation hardness problem ap-

Первые два требования естественно реализуются с помощью кремниевых детекторов. Проблема радиационной стойкости оказалась очень серьезной и потребовала длительных исследований научными коллективами разных стран. Изучение радиационной стойкости кремниевых детекторов является важной частью работ по созданию реальной установки, которая должна проработать при высоких радиационных фонах в течение 10 лет. По результатам моделирования, за 10 лет эксплуатации ускорителя ожидаемый флюенс быстрых нейтронов достигнет величины  $1,6 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$  и, соответственно, заряженных адронов —  $0,4 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$  в области предливневой части электромагнитного калориметра CMS. Наибольшей повреждающей способностью обладают быстрые нейтроны. Воздействие радиации на кремниевый детектор приводит к появлению структурных дефектов в кристаллической структуре и возникновению глубоких электрически активных центров в энергетически запрещенной зоне кремния. Радиационные дефекты являются центрами термической генерации свободных носителей и центрами захвата носителей заряда ионизации при их сборе в электрическом поле детектора (полезный сигнал).

В результате облучения возрастает обратный ток детектора. Рост темнового тока за счет генерации носителей в объеме детектора  $\Delta I = \alpha_I \Phi V$  ( $\Phi$  — флюенс частиц,  $V$  — объем чувствительной части детектора) характеризуется токовой константой объемного повреждения  $\alpha_I$ , которая, по данным многочисленных исследований, равна  $(5 \pm 1) \cdot 10^{-17} \text{ А} \cdot \text{см}^{-1}$  для быстрых нейтронов при температуре  $+20^\circ \text{C}$  без учета самоотжига [1, 2]. Рост темнового тока детектора, приводящий к ухудшению соотношения сигнал/шум, может быть уменьшен за счет понижения рабочей температуры детектора, поскольку ток объемной генерации для кремния уменьшается в два раза на каждые  $8^\circ \text{C}$  при понижении температуры. В результате исследований рабочая температура в зоне нахождения кремниевых детекторов была принята равной  $-5^\circ \text{C}$ . Помимо этого разработана специальная электроника регистрации с коротким временем формирования 25 нс, что снижает вклад в шум обратного тока детектора. Перечисленные технические решения позволяют, в режиме калибровки предливневого детектора на мюонах, регистрировать сигналы от частиц минимальной ионизации при соотношении сиг-

peared to be very serious and it needed long-term investigations by different scientific collaborations from many countries. Radiation hardness research is an important part of work to construct an experimental facility, operating at high-level radiation background during 10 years after the LHC commissioning. According to the results of the simulation, the expected fluence of fast neutrons in the preshower part of the ECAL is to be  $1.6 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  and  $0.4 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  for charged hadrons, respectively. Fast neutrons are the most damaging particles. Radiation exposure causes structural defects in lattice and deep-level centers in the forbidden gap of the silicon crystal. The defects are the centers of thermal generation of free charge carriers and capture centers of ionization charge, while being collected in an electrical field of the detector.

As a result of irradiation, the detector dark current increases. The increase of the dark current is due to the carrier generation in the detector bulk:  $\Delta I = \alpha_I \Phi V$ , where  $\Phi$  is particle fluence,  $V$  is the sensitive area of the detector, and according to numerous investigations [1, 2] it is characterized by the bulk damage constant  $\alpha_I$  equal to  $(5 \pm 1) \cdot 10^{-17} \text{ A} \cdot \text{cm}^{-1}$  for fast neutrons at  $+20^\circ \text{C}$  without

regard for self-annealing. The detector dark current increase, which leads to a worse signal-to-noise ratio, could be diminished by the working temperature decrease, since the bulk current generation decreases 2 times every  $8^\circ \text{C}$  of the temperature drop. As a result of the mentioned above, the working temperature of the silicon detectors was assumed to be  $-5^\circ \text{C}$ . Additionally, specialized read-out electronics was elaborated with the fast signal shaping time of 25 ns which reduces dark current contribution to the total noise level. All the listed above technical solutions enable one to register the minimum ionization particle (m.i.p.) signal with signal-to-noise ratio equal to 6 for silicon detectors strongly irradiated with fast neutrons. A high signal-to-noise ratio for m.i.p. is necessary while calibrating the preshower detector with the muon beam.

The joint JINR–CERN experimental research has revealed that the planar silicon detectors remain operational after fast irradiation of neutrons with fluence of  $5 \cdot 10^{14} \text{ neutrons/cm}^2$  [3, 4]. The decrease in charge collection efficiency of 8% for fast neutrons and 4% for 24 GeV protons every  $10^{14} \text{ cm}^{-2}$  of irradiation occurs while registered [5] (Fig. 1). Thus, the experimental irradiation data accumulat-

нал/шум, равном 6, на сильно облученных нейтронами детекторах ( $\Phi = 2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ ).

В результате совместных экспериментальных исследований ОИЯИ и ЦЕРН установлено, что планарные кремниевые детекторы работоспособны после облучения флюенсом быстрых нейтронов  $5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$  [3, 4]. При облучении планарных кремниевых детекторов происходит снижение эффективности собранного заряда

Рис. 1. Зависимость эффективности сбора заряда ионизации от флюенса быстрых нейтронов для частиц минимальной ионизации

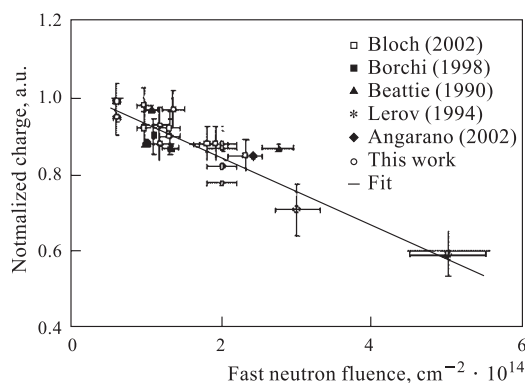


Fig. 1. Normalized charge as a function of fluence for neutron irradiated detectors

ed in investigations allow one to predict the detector behavior in strong radiation and to consider the negative radiation damage effects during a long-term operation of the detectors.

For 15 years LPP has cooperated effectively [6–9] with CERN and the Russian microelectronic industry (RIMST and ELMA, Zelenograd). The cooperation started with design and production of the so-called PAD detectors  $20 \times 20 \times 0.4 \text{ mm}$  which are to be applied in the hadron calorimeter of the L\*(SSC) project and for radiation hardness investigations. Development of the planar silicon strip detector technology in Russia for the preshower detector of the CMS ECAL was the main result of this cooperation. The high-level detector technology is the feature and principal achievement of this design: the detector breakdown voltage exceeds 300 V, that is 10 times higher than the full depletion voltage (Fig. 2 and 3). These strict requirements to the detector parameters have never been claimed before. The technology of manufacturing the planar silicon detectors can be applied to X-ray and alpha particles spectrometry, photo de-

ионизации для частиц минимальной ионизации на 8 % для быстрых нейтронов и на 4 % для протонов (24 ГэВ) на каждые  $10^{14} \text{ см}^{-2}$  [5] (см. рис. 1). Таким образом, накопленные экспериментальные данные радиационных исследований и прогнозирование поведения облучаемых кремниевых детекторов при длительной работе в радиационных полях позволяют учесть негативное воздействие радиации при разработке и эксплуатации установок.

На протяжении последних 15 лет ЛФЧ ОИЯИ эффективно сотрудничает с ЦЕРН и российской электронной промышленностью (НИИМВ и НПО ЭЛМА, г. Зеленоград) [6–9]. Начинались эти совместные работы с так называемых «падовых» детекторов размером  $20 \times 20 \times 0,4 \text{ мм}$  для применения их в адронном калориметре проекта L\*(SSC), а также для радиационных исследований. Основным результатом сотрудничества стала разработка и создание в России технологии изготовления планарных кремниевых стриповых детекторов для предливневой части ECAL CMS. Особенностью и главным достижением этой разработки является высочайший уровень технологии детекторов с напряжением

Рис. 2. Распределение по напряжению пробоя 957 детекторов, изготовленных в Зеленограде

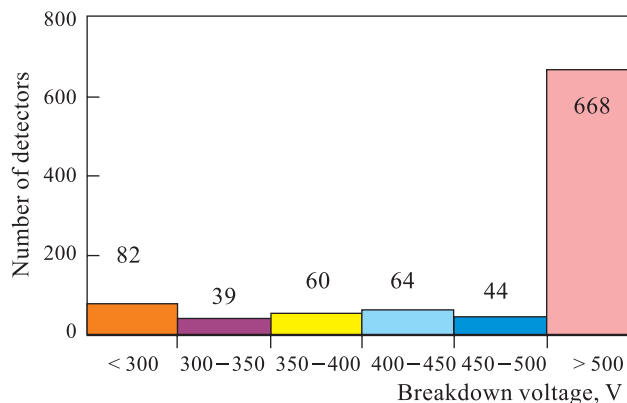


Fig. 2. Breakdown voltage distribution for 957 detectors produced in Zelenograd

tectors, etc. There are only several producers of the detectors with similar parameters in the world — Hamamatsu, Micron Semicond., SINTEF, SGT, and others.

JINR contribution to the CMS preshower detector is to produce 1900  $63 \times 63 \times 0.3 \text{ mm}$  strip detectors. All the detectors must be tested at JINR, assembled in micromodules (Fig. 4), and then delivered to CERN for the final CMS mounting. This is an important deal for the Russian indus-

электрического пробоя более 300 В, превышающим напряжение полного обеднения детектора в 10 раз (см. рис. 2, 3). Такие жесткие требования к детекторам никогда ранее не предъявлялись. Технология позволяет выпускать планарные кремниевые детекторы для других научных и прикладных применений (рентгеновская спектрометрия, альфа-спектрометрия, фотоприемники и др.). В мире известно несколько фирм («Hamamatsu», «Micron Semicond.», SINTEF, SGT и др.), выпускающих детекторы с аналогичными параметрами.

Вкладом ОИЯИ в создание предливневого детектора CMS является изготовление 1900 стриповых детекторов с размерами  $63 \times 63 \times 0,3$  мм. Все детекторы тестируются в ОИЯИ и собираются в микромодули (рис. 4), после этого отправляются в ЦЕРН для монтажа в составе установки CMS. Для промышленности России  $8 \text{ м}^2$  — самый крупный заказ по изготовлению детекторов такого класса, и к настоящему времени он выполнен на 60 %.

В ЛФЧ подготовлена технологическая инфраструктура, позволяющая применять кремниевые планарные детекторы в будущих физических экспериментах. Совместно со специалистами из НЦФЧВЭ (Минск) в ЛФЧ создана измерительная аппаратура входного контроля

Рис. 3. Зависимость полного темного тока серийного детектора от напряжения обратного смещения

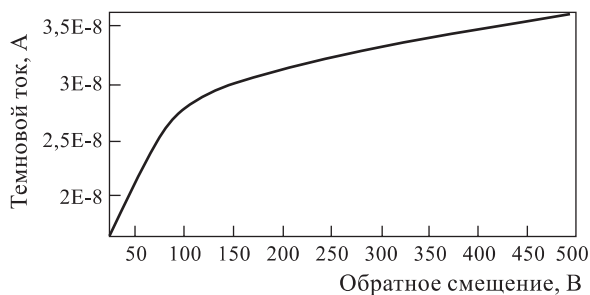


Fig. 3. Dark current as a function of reverse bias for a serial detector

try: an  $8 \text{ м}^2$  total area of high quality detectors, 60% of which have already been completed.

The technological infrastructure has been constructed at LPP to fulfill the planar silicon detectors application in CMS and future physical experiments. A special test-bench for detectors input control was designed and realized in cooperation with NC PHEP BSU. The test-bench measures static electrical parameters — the IV and CV characteristics of non-irradiated and irradiated semiconductor detectors

статических электрических параметров — аппаратно-программный комплекс (АПК) для измерения вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик облученных и необлученных полупроводниковых детекторов [10]. С помощью АПК производится проверка соответствия изготовленных детекторов требованиям спецификации и соответствующий отбор детекторов по параметрам. В условиях массового производства параметры комплекса по производительности измерений и по их качеству соответствуют требованиям эксперимента CMS.

С 2001 г. совместно со специалистами ЦЕРН успешно эксплуатируется созданная в ЛФЧ база данных результатов измерений. Разработана технология облучения детекторов [11], измерения параметров облученных детекторов и их хранения. Разработан и создан технологический комплекс для сборки детекторов в микро-

Рис. 4. Общий вид микромодуля

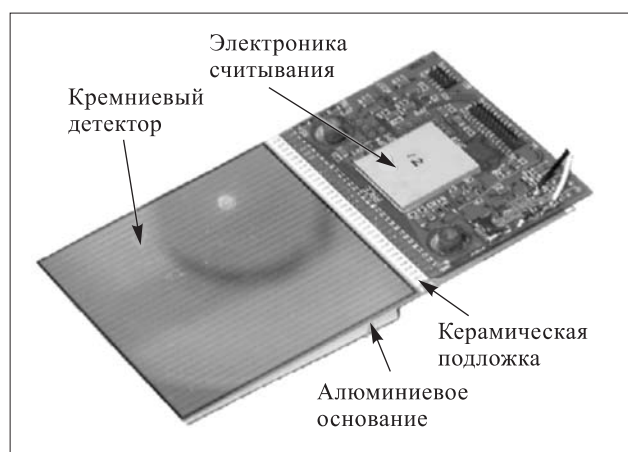


Fig. 4. The CMS preshower micromodule

[10]. By means of the test-bench the detectors have been examined about their specification compliance and selected according to their parameters. The test-bench parameters correspond to the CMS requirements on productivity and quality of measuring for detectors mass production.

Since 2001, the database of measurement results made at LPP has been jointly used by CERN and JINR experts. The detectors irradiation, storage, and measurement technology has been also developed [11]. A technological complex for assembling detectors into micromodules has been designed and constructed. It includes an automat for ultrasonic bonding, positioning with a  $\pm 20 \mu\text{m}$  accuracy and the gluing facility. The complex is lodged in clean rooms of the LPP clear zone with the dust purity class 100 [12].

модуль. Комплекс включает автомат для ультразвуковой сварки, установку для позиционирования с точностью  $\pm 20$  мкм и клейки. Технологический комплекс размещен в чистой зоне ЛФЧ в помещениях с классом чистоты 100 [12].

### Список литературы / References

1. *Golutvin I. et al.* JINR Preprint E14-95-97. Dubna, 1995.
2. *Golutvin I. et al.* // Nucl. Instr. Meth. 1995. V. A357. P. 55.
3. *Bloch Ph. et al.* // Part. Nucl. Lett. 2001. No. 4[107]. P. 25.
4. *Bloch Ph. et al.* // Nucl. Instr. Meth. 2000. V. A439. P. 344.
5. *Bloch Ph. et al.* // Nucl. Instr. Meth. 2004. V. A517. P. 121.
6. *Cheremukhin A. et al.* JINR Preprint E13-94-247. Dubna, 1994.
7. *Bloch Ph. et al.* // CERN CMS NOTE-2000/42. Geneva, 2000.
8. *Bloch Ph. et al.* // Nucl. Instr. Meth. 2002. V. A479. P. 265.
9. *Bloch Ph. et al.* // IEEE Transactions on Nuclear Science. V. 49, No. 1, February 2002.
10. *Голутвин И. А. и др.* Сообщение ОИЯИ P13-2003-203. Дубна, 2003 / *Golutvin I. et al.* JINR Commun. P13-2003-203. Dubna, 2003.
11. *Голиков В. В. и др.* Сообщение ОИЯИ P13-2001-281. Дубна, 2001 / *Golikov V. V. et al.* JINR Commun. P13-2001-281. Dubna, 2001.
12. *Балалыкина Т. И. и др.* Сообщение ОИЯИ P13-98-6. Дубна, 1998 / *Balalykina T. I. et al.* JINR Commun. P13-98-6. Dubna, 1998.

### 18–19 марта в Дубне состоялась очередная сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ.

Председателем сессии Комитет полномочных представителей избрал В. И. Недилько (Республика Беларусь).

Полномочные представители заслушали и обсудили доклад директора Института В. Г. Кадышевского «О выполнении рекомендаций Ученого совета, решений Комитета полномочных представителей и о деятельности ОИЯИ в 2003 г.; о планах Института на 2004 г.».

Комитет полномочных представителей одобрил деятельность дирекции ОИЯИ по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 2003 г., по реализации совместных научно-исследовательских программ со странами-участницами, по расширению круга научных партнеров ОИЯИ, особенно отметил:

- проведение актуальных теоретических и экспериментальных исследований, итогом которых стали новые важные результаты, обогатившие мировую науку;
- эксперименты по синтезу новых элементов 115 и 113; выполнение планов по созданию детекторов ATLAS, CMS и ALICE для сооружения в ЦЕРН коллайдера LHC;
- выполнение плана-графика работы базовых установок Института в 2003 г.; установки ОИЯИ отработали 14265 часов, что соответствует наилучшим показателям по обеспечению запросов пользователей на проведение экспериментов на пучках реактора и ускорителей Института за последние 12 лет;
- прогресс в развитии и совершенствовании установок ОИЯИ, в том числе получение ускоренного пучка

### A regular session of the Committee of Plenipotentiaries of the Governments of the JINR Member States was held in Dubna on 18–19 March 2004.

The Plenipotentiary of the Republic of Belarus V. Nediiko was elected chairman of the session of the Committee of Plenipotentiaries (CP).

The CP took note of the report presented by JINR Director V. Kadyshesky «Implementation of the Recommendations of the JINR Scientific Council and of the Decisions of the JINR Committee of Plenipotentiaries, JINR's Activities in 2003 and Plans for 2004».

The CP approved the activity of the JINR Directorate on the implementation of the JINR Plan of Research and International Cooperation in 2003, on the realization of collaborative research programmes with the Member States, and on the involvement of new scientific partners. In particular, the CP noted:

- performance of topical theoretical and experimental studies, which have resulted in new significant scientific output enriching world science;
- experiments on the synthesis of new elements 115 and 113; activities for the construction of the ATLAS, CMS, and ALICE detectors for CERN's LHC;
- fulfilment of the schedule of operation of the Institute's basic facilities in 2003: the total running time of the facilities was 14265 hours, which is the best data achieved over the last 12 years on users' requests for experiments at the Institute's reactor and accelerators;
- progress in the development and upgrade of the JINR basic facilities, including the successful acceleration

ка ионов железа на нуклотроне, проведение запланированных работ по созданию нового подвижного отражателя для ИБР-2, продолжение работ по монтажу линейного ускорителя электронов установки ИРЕН, а также работы на первой очереди установки DRIBs, нацеленные на проведение первых двух экспериментов в 2004 г.;

— начало работы Дубненской международной школы современной теоретической физики (проект DIAS-TH) и инициативы Учебно-научного центра ОИЯИ по проведению совместных семинаров в научных центрах стран-участниц Института, что способствует более полному информированию научной общественности, молодых ученых и студентов об образовательной и научной деятельности ОИЯИ.

Комитет принял к сведению проект «Международный интернет-журнал для школьников по естествен-

ным наукам» и, учитывая большую важность привлечения в науку талантливой молодежи стран-участниц, рекомендовал продолжить работу над проектом.

КПП утвердил рекомендации 94-й и 95-й сессий Ученого совета ОИЯИ, а также план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 2004 г. и поручил дирекции ОИЯИ обеспечить в 2004 г. первоочередное выделение средств на приоритетные задачи, рекомендованные 95-й сессией.

Сессия одобрила предложение дирекции Института по заключению Соглашения между Объединенным институтом ядерных исследований и Департаментом по науке и технологиям Южно-Африканской Республики.

Заслушав и обсудив доклад помощника директора Института по экономическим и финансовым вопросам В. В. Катрасева «О финансовой деятельности ОИЯИ в 2003 г. и плане на 2004–2005 гг.», Комитет

полномочных представителей принял к сведению информацию об исполнении бюджета ОИЯИ за 2003 г.

- по расходам — в сумме 30 753,0 тыс. долларов США;
- по доходам — в сумме 32 837,5 тыс. долларов США.

КПП утвердил бюджет ОИЯИ на 2004 г. с общей суммой расходов 38,063 млн долларов США, а также взносы и выплаты задолженностей государств-членов ОИЯИ на 2004 г.

Комитет определил размер бюджета ОИЯИ по доходам и расходам в 2005 г. в сумме 37,6 млн долларов США и утвердил ориентировочные суммы взносов и выплаты задолженностей государств-членов ОИЯИ на 2005 г.

Сессия перенесла выплату странами-участницами задолженностей, возникших в 2002–2003 гг., на период с 2011 г. с учетом итогов выполнения Программы реструктуризации задолженностей и реформирования системы расчета и уплаты взносов на

of the iron beam at the Nuclotron, execution of the scheduled work on the construction of a new movable reflector for the IBR-2 reactor, continuation of the assembly of the linear electron accelerator for the IREN facility as well as ongoing activity within Phase I of the DRIBs projects aimed at two experiments to be carried out in 2004;

— start of the Dubna International Advanced School of Theoretical Physics (project DIAS-TH) and the initiatives of the JINR University Centre in holding joint seminars in research centres of the Institute's Member States, which contributes to promoting JINR's educational and scientific activities within the international scientific community, among young scientists and students.

The CP noted the presentation of the new project «International Internet Magazine for School Students in Natural Sciences». Considering the great importance of involvement of talented

young people from the Member States to science, it was recommended to continue the work on this project.

The CP approved the recommendations of the 94th and 95th sessions of the JINR Scientific Council and the JINR Topical Plan of Research and International Cooperation for 2004. The JINR Directorate was commissioned to give funding in 2004 to the priority activities as recommended at the 95th session of the Scientific Council.

The CP approved the proposal of the JINR Directorate concerning the conclusion of a cooperation agreement between the Joint Institute for Nuclear Research and the Department of Science and Technology of the Republic of South Africa.

Based on the report «JINR's Financial Activity in 2003 and Plan for 2004–2005» presented by JINR Assistant Director for Economic and Financial Issues V. Katrasev, the CP took note of the information on the execution of the

JINR budget in 2003: in expenditure — US\$ 30 753.0 thousand and in income — US\$ 32 837.5 thousand.

The CP approved the JINR budget for 2004 with the total expenditure amounting to US\$ 38.063 million as well as the Member States' contributions and the sums of Member States' debts to be paid in 2004.

The estimate of the JINR budget for 2005 in income and expenditure was set by the CP to be US\$ 37.6 million. Also fixed were the provisional sums of the Member States' contributions to the JINR budget and the sums of Member States' debts to be paid in 2005.

The CP resolved to postpone the payments by Member States of the debts that occurred in 2002–2003 for a period after the year 2011, taking into account the results of implementation of «The Programme of Restructuring of Debts and Reforming of the System of Calculation and Payment of Contributions for 2004–2010».

2004–2010 гг., а также поручила дирекции, по представлению стран-участниц, рассматривать предложения по реструктуризации и досрочному (до 2011 г.) выполнению обязательств по выплате взносов за 2002–2003 гг. на взаимоприемлемых условиях.

КПП одобрил финансовую деятельность Института в 2003 г. по реализации «Научной программы развития ОИЯИ на 2003–2009 гг.» и принял

к сведению информацию дирекции о плане на 2004–2005 гг.

Заслушав и обсудив доклад начальника планово-производственного отдела Института А. В. Рузаева «О нормативных документах, регулирующих финансовую деятельность ОИЯИ», Комитет полномочных представителей согласился с рекомендацией Финансового комитета и рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ об

утверждении редакции нормативных документов, регулирующих финансовую деятельность Института, и открыл для подписания полномочными представителями редакцию нормативных документов, включающую изменения в Уставе и Финансовом протоколе Института, которую на основании полномочий от правительства государств-членов Института необходимо подписать до очередной сессии КПП в марте 2005 г.



Дубна, 18 марта. Заседание сессии Комитета полномочных представителей стран-участниц ОИЯИ.

На снимках внизу: участники заседания — почетный доктор ОИЯИ Б. С. Юлдашев (слева) и награжденный почетным дипломом ОИЯИ О. Б. Абдинов

Dubna, 18 March. Meeting of the regular session of the Committee of Plenipotentiaries of the JINR Member States.

Down in the photo: participants of the meeting — Honorary Doctor of JINR B. Yuldashev (left) and JINR Honorary Diploma holder O. Abdinov



Комитет постановил принимать к рассмотрению дополнительные поправки и изменения в редакцию Устава и Финансового протокола ОИЯИ после подписания этих документов в соответствии со статьей 20 (пункт 2) Устава Института большинством полномочных представителей и вступления их в действие. Поправки редакционного характера, поступившие в дирекцию, могут быть согласованы с полномочными представителями по переписке.

Сессия утвердила «Финансовые нормы ОИЯИ» в редакции, представленной рабочей группой при председателе КПП и одобренной Финансовым комитетом ОИЯИ, и поручила дирекции руководствоваться этим документом в своей финансовой деятельности.

Заслушав и обсудив доклад председателя Финансового комитета В. С. Чмеля «О работе Финансового комитета 19–20 февраля 2004 г.», Комитет полномочных представителей

утвердил протокол заседания Финансового комитета 19–20 февраля 2004 г., а также отчет Объединенного института ядерных исследований за 2002 г.

- об исполнении бюджета по расходам — 26 798,4 тыс. долларов США;
- с суммой заключительного баланса на 01.01.2003 г. — 139 420,0 тыс. долларов США.

КПП обратился с просьбой к полномочному представителю правительства Российской Федерации в ОИЯИ организовать проведение ревизии финансово-хозяйственной деятельности ОИЯИ за 2003 г. в объеме, аналогичном предыдущей ревизии. Для проведения анализа итогов ревизии была образована Контрольная комиссия из представителей Республики Болгарии, Социалистической Республики Вьетнам, Российской Федерации и Чешской Республики.

Заслушав и обсудив сообщение директора Института В. Г. Кадышевского об утверждении в должности главного инженера ОИЯИ, Комитет полномочных представителей на основании результатов открытого голосования утвердил в должности главного инженера ОИЯИ члена-корреспондента РАН Григория Дмитриевича Ширкова на срок полномочий директора ОИЯИ.

Заслушав и обсудив информацию председателя КПП В. И. Недилько о создании комиссии по выборам директора ОИЯИ, Комитет полномочных представителей назначил выборы директора ОИЯИ на очередной сессии КПП в марте 2005 г. и образовал комиссию по выборам из представителей Республики Белоруссии, Монголии, Республики Польша, Российской Федерации, Словацкой Республики и председателя НТС ОИЯИ. Руководство комиссией поручено представителю Российской Федерации академику В. А. Матвееву.

The CP approved the Institute's financial activity in 2003 concerning the implementation of «The Programme of JINR's Scientific Research and Development for 2003–2009» and noted the Directorate's information on the plan for 2004–2005.

Based on the report by JINR Budget and Financial Planning Department Chief A. Ruzaev «On Basic Documents Regulating the Financial Activity of JINR», the CP agreed with the recommendation of the Finance Committee and of the Working Group under the CP Chairman to approve the revised texts of the basic documents regulating JINR's financial activity. The CP opened these basic documents, which include amendments in the Institute's Charter and Financial Protocol, for signature by the Plenipotentiaries. Based on the powers from the governments of the Member States, the Plenipotentiaries should sign these documents before the next session of the CP in March 2005.

The CP resolved to accept for consideration any additional amendments

in the texts of the JINR Charter and Financial Protocol after the signature of these documents by the majority of Plenipotentiaries, in accordance with article 20 (item 2) of the Charter, and after their coming into force. Minor editing corrections forwarded to the Directorate can be agreed upon with Plenipotentiaries by correspondence.

The CP approved the text of the «Financial Regulations of JINR» presented by the Working Group under the CP Chairman and commissioned the Directorate to be guided by it in the financial activity.

Based on the report presented by the Chairman of the Finance Committee, V. Chmel, on the Committee's meeting held on 19–20 February 2004, the CP approved the Protocol of this meeting and the Directorate's report on the execution of the JINR budget in 2002 with expenditure of US\$ 26 798.4 thousand, and with the summary account as of 01.01.2002 being US\$ 139 420.0 thousand.

The CP asked the Plenipotentiary of the Russian Federation to organize a

review of JINR's economic and financial activities for the year 2003 in a volume similar to the previous one. To examine the results of the review, a control commission was set up, consisting of the representatives of Bulgaria, Czech Republic, Russia, and Vietnam.

Based on the information by JINR Director V. Kadyshevsky about the election of the JINR Chief Engineer, the CP elected by open vote G. Shirkov as Chief Engineer of JINR until the completion of the term of office of the JINR Director.

Based on the information by the CP Chairman V. Nedilko on the organization of a committee for the election of the JINR Director and after due discussion the CP resolved to schedule the election of the JINR Director for the next CP meeting in March 2005 and to set up the election committee composed of the representatives of Belarus, Mongolia, Poland, Russia, Slovakia and of the Chairman of the JINR Science and Technology Council. The CP appointed Academician V. Matveev, representa-

КПП поручил комиссии подготовить предложения и направить полномочным представителям подробную информацию о кандидатах и их программах не позже чем за два месяца до очередной сессии Комитета полномочных представителей, а также выработать рекомендации по введению должности научного руководителя ОИЯИ, его статусу и полномочиям.

В связи с предложениями ряда членов Ученого совета Института, высказанными на 95-й сессии, комитет поручил комиссии выработать рекомендации по вопросу о председателе Ученого совета ОИЯИ.

**Заседание Финансового комитета состоялось в Дубне  
19–20 февраля под председательством представителя  
от Республики Беларусь В. С. Чмеля.**

Финансовый комитет заслушал доклад директора Института академика В. Г. Кадышевского о выполнении рекомендаций Ученого совета и решений КПП ОИЯИ, о деятельности Института в 2003 г. и планах на 2004 г.

Комитет одобрил деятельность дирекции по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 2003 г., по реализации совместных научно-исследовательских программ со странами-участницами и расширению круга научных партнеров ОИЯИ, а также отметил успехи коллектива Института по выполнению научной программы ОИЯИ, эксперименты по синтезу элементов 115 и 113, выполнение плана-графика работы базовых установок в 2003 г., в течение которого достигнуты наи-

лучшие показатели по обеспечению запросов пользователей на проведение экспериментов на пучках реактора и ускорителей Института.

Заслушав информацию В. Г. Дроженко о работе Контрольной комиссии, Финансовый комитет утвердил отчет дирекции ОИЯИ за 2002 г. об исполнении бюджета по расходам — 26798,4 тыс. долларов США, с суммой заключительного баланса на 01.01.2003 г. — 139420,0 тыс. долларов США.

Финансовый комитет принял к сведению доклад В. В. Катрасева об исполнении бюджета ОИЯИ за 2003 г. «Финансовая деятельность ОИЯИ в 2003 г. и план на 2004–2005 гг.» и рекомендовал Комитету полномочных представителей утвердить бюджет ОИЯИ на 2004 г. с общей суммой расходов 38,063 млн долларов США.

tive of Russia, to be Chairman of the election committee.

The CP commissioned the committee to prepare its proposals and to forward to the Plenipotentiaries detailed information about the candidates and their programmes not later than two months before the next session of the CP, also to work out recommendations concerning establishment of the position of Scientific Leader of JINR, his status, and mandate.

Taking into account the observations made by some members of the JINR Scientific Council at its 95th session, the CP also commissioned the election committee to work out recommendations concerning the Chairman of the JINR Scientific Council.

**A regular meeting of the JINR Finance Committee  
was held in Dubna on 19–20 February 2004. It was chaired  
by V. Chmel, a representative of the Republic of Belarus.**

At the meeting, JINR Director V. Kadyshevsky reported on the implementation of the recommendations of the JINR Scientific Council and of the decisions of the JINR Committee of Plenipotentiaries (CP), on JINR's activities in 2003 and plans for 2004.

The Finance Committee approved the activity of the JINR Directorate on the implementation of the JINR Plan of Research and International Cooperation in 2003, on the realization of collaborative research programmes with the Member States, and on the involvement of new scientific partners. It also noted the achievements of JINR staff in the implementation of the JINR scientific programme, in particular, the experiments on the synthesis of elements 115

and 113, the fulfilment of the schedule of the operation of the Institutes' basic facilities in 2003, during which the best data were achieved over the last 12 years on users' requests for experiments at the Institute's reactor and accelerators.

Taking as a basis the information on the work of the Control Commission, presented by V. Drozhenko, the Finance Committee approved the Directorate's report for 2002 on the execution of the JINR budget in expenditure amounting to US\$ 26 798.4 thousand, with the summary account as of 01.01.2003 being US\$ 139 420.0 thousand.

The Finance Committee took note of the report «JINR's Financial Activity

Обсудив доклад А. В. Рузаева «О нормативных документах, регулирующих финансовую деятельность ОИЯИ», Финансовый комитет рекомендовал КПП согласиться с рекомендацией рабочей группы при председателе КПП об утверждении редакции нормативных документов, регулирующих финансовую деятельность Института. Комитет предложил открыть на очередной сессии КПП

для подписания нормативные документы, включающие изменения в Уставе и Финансовом протоколе Института, с просьбой к полномочным представителям, на основании полномочий от правительств государств-членов ОИЯИ, подписать новую редакцию Устава и Финансового протокола до сессии КПП в марте 2005 г.

Финансовый комитет утвердил «Финансовые нормы ОИЯИ» в редакции, представленной рабочей группой при председателе КПП и дирекцией Института, и поручил дирекции после утверждения этого документа на сессии КПП руководствоваться им в своей финансовой деятельности.

Дубна, 19 февраля. Заседание Финансового комитета ОИЯИ



Dubna, 19 February. Meeting of the JINR Finance Committee

in 2003 and Plan for 2004–2005», presented by V. Katrasev, and recommended that the CP approve the JINR budget for 2004 with the total expenditure amounting to US\$ 38.063 million.

Based on the report by A. Ruzaev «On Basic Documents Regulating the Financial Activity of JINR», the Finance Committee recommended that the CP agree with the recommendation of the Working Group under the CP Chairman

to approve the revised texts of the basic documents regulating JINR's financial activity. The Finance Committee proposed that these basic documents, which include amendments in the Institute's Charter and Financial Protocol, be opened for signature at the March 2004 session of the CP. It also asked the Plenipotentiaries, on the strength of the powers from the governments of the Member States, to sign the new ver-

sions of the Charter and of the Financial Protocol before the March 2005 session of the CP.

The Finance Committee endorsed the text of the «Financial Regulations of JINR» presented by the Working Group under the CP Chairman and commissioned the Directorate, after the approval of this document at the CP session, to be guided by it in the financial activity.

6 февраля в Минатоме РФ прошла рабочая встреча заместителя министра И. М. Каменских с вице-директором ОИЯИ А. Н. Сисакяном, директором ЛНФ А. В. Белушкиным, научным руководителем ИБР-2 В. Л. Аксеновым, заместителем главного инженера ОИЯИ А. В. Виноградовым. Обсуждались вопросы сотрудничества между организациями Минатома и ОИЯИ. В тот же день состоялась встреча представителей ОИЯИ с руководителем департамента атомной науки и техники О. О. Патарининым.



11–12 февраля ОИЯИ посетила делегация Южно-Африканской Республики: генеральный управляющий международными ресурсами Департамента на-

уки и технологии ЮАР д-р Н. Арендсе, специалист в области физики и техники ускорителей д-р С. Муллионс и первый секретарь посольства ЮАР в Москве Х. Джекобс.

После посещения Лаборатории ядерных реакций и Лаборатории нейтронной физики, где гостей познакомили с основными направлениями исследований и новыми проектами, состоялась беседа в дирекции ОИЯИ. Директор Института академик В. Г. Кадышевский рассказал об истории и развитии ОИЯИ, о сотрудничестве с ведущими исследовательскими центрами мира, представил основные направления семилетней программы.

Комментируя итоги встречи, д-р Н. Арендсе отметил, что физики ЮАР заинтересованы в сотрудни-



Дубна, 12 февраля.  
Делегация Южно-Африканской Республики на экскурсии в Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова

Dubna, 12 February.  
JINR is visited by a delegation from the South African Republic. An excursion to the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions

Deputy Minister for Atomic Energy of RF I. Kamenskikh had a working meeting with JINR Vice-Director A. Sissakian, FLNP Director A. Belushkin, IBR-2 Scientific Leader V. Aksenov, and Deputy JINR Chief Engineer A. Vinogradov on 6 February in the Ministry of Atomic Energy of RF. They discussed aspects of cooperation between JINR and the Ministry organizations. JINR representatives also had a meeting with Chief of the Ministry department of atomic science and technology O. Patarinin.



On 11–12 February, a delegation from the South African Republic (SAR) visited JINR. It included General Manager of international resources (department of sci-

ence and technology) of SAR Dr N. Arendse, physics and acceleration technology specialist Dr S. Mullions, and First Secretary of the SAR Embassy in Moscow H. Jacobs.

The guests were shown around the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions and the Frank Laboratory of Neutron Physics where they learned about the main trends of research and new projects. After that the guests had a reception in the JINR Directorate. JINR Director Academician V. Kadyshevsky spoke about the history and development of JINR, its cooperation with leading world research centres and acquainted the guests with the main items of the seven-year programme of research.

честве с учеными Дубны и что конечная цель переговоров — подготовка соглашения на правительственном уровне между ОИЯИ и Департаментом науки и технологии ЮАР.



12 февраля в Москве в Международном общественном фонде социально-экономических и политологических исследований («Горбачев-фонд») состоялась встреча М. С. Горбачева с директором ОИЯИ В. Г. Кадышевским и вице-директором А. Н. Сисакяном. Во время продолжительной беседы руководители ОИЯИ рассказали М. С. Горбачеву о деятельности международного научного центра 18 стран, о планах развития широкого международного сотрудничества ученых, а также об организации совместно с ЦЕРН серии выставок «Наука сближает народы». М. С. Горбачев говорил о проектах фонда. Обсуждались вопросы сотрудничества между ОИЯИ и «Горбачев-фондом» в ряде программ, представляющих взаимный интерес. Во встрече участвовал советник президента фонда по международным связям и прессе В. А. Поляков.



18 февраля в Министерстве иностранных дел РФ состоялась рабочая встреча заместителя министра

С. И. Кисляка с директором ОИЯИ В. Г. Кадышевским и вице-директором А. Н. Сисакяном. Руководители ОИЯИ рассказали заместителю министра о деятельности Института и развитии международного научно-технического сотрудничества, а также об организации серии выставок «Наука сближает народы».

С. И. Кисляк выразил поддержку инициативам Института, результатом которых является реальное сближение людей. Обсуждался ряд вопросов текущей деятельности ОИЯИ в Российской Федерации. Во встрече также участвовали Чрезвычайный и Полномочный Посол РФ Е. Г. Кутовой, начальник отдела МИД А. В. Убеев.



27 февраля в Президиуме РАН в Москве президент РАН академик Ю. С. Осипов принял вице-директора ОИЯИ А. Н. Сисакяна. Во время встречи были обсуждены вопросы сотрудничества научных центров РАН и ОИЯИ, организации Боголюбовской конференции в Москве и Дубне (2–6 сентября 2004 г.), издания собрания сочинений Н. Н. Боголюбова, а также организации Международной (Рочестерской) конференции по физике высоких энергий (июль–август 2006 г.).

Дубна, 11 марта. Группа первых выпускников кафедры электроники физических установок МИРЭА (дубненский филиал) с дирекцией ОИЯИ после вручения дипломов



Dubna, 11 March. A group of first graduates from the department of electronics of physics facilities MIREA (Dubna department) are received at the JINR Directorate after having their diplomas

Дубна, 26 марта. День образования ОИЯИ. На сцене Дома культуры «Мир» лауреаты конкурса учителей Дубны — стипендиаты ОИЯИ 2004 года



Dubna, 26 March. JINR's anniversary day. The laureates of the Dubna competition for teachers — JINR scholarship holders of 2004 are on the stage of the culture centre «Mir»

Commenting the results of the visit, Dr N. Arendse marked that SAR physicists are interested in cooperation with Dubna scientists. He indicated that the final aim of the negotiations was to prepare an agreement on the governmental level between JINR and the Department of Science and Technology of SAR.



On 12 February in Moscow, at the International Public Fund for Social, Economic, and Political Research «Gorbachev-Fund», JINR Director V. Kadyshesky and JINR Vice-Director A. Sissakian had a meeting with M. Gorbachev, the President of the Fund. During a long talk JINR leaders told M. Gorbachev about the activities of the international scientific centre of 18 Member States, the development of wide international cooperation of scientists and the series of joint JINR—CERN exhibitions under the title «Science Bringing Nations Together». They discussed aspects of cooperation between JINR and «Gorbachev-Fund» in a number of programmes of mutual interest. Fund's President Advisor on international contacts and mass media V. Polyakov took part in the discussions.



A working meeting of Deputy Minister for Foreign Affairs of RF S. Kislyak with JINR Director V. Kady-

shesky and JINR Vice-Director A. Sissakian was held on 18 February at the RF Ministry of Foreign Affairs. JINR leaders informed the deputy minister about the activities at JINR, the development of the international scientific-technical cooperation and the organization of international exhibitions «Science Bringing Nations Together».

S. Kislyak supported JINR initiatives, which resulted in real improvement in the process of bringing people together. They also discussed current activities of JINR in the Russian Federation. RF Extraordinary and Plenipotentiary E. Kutovoj and Chief of a MFA department A. Ubeev took part in the discussions.



On 27 February, at the Presidium of the Russian Academy of Sciences in Moscow, RAS President Academician Yu. Osipov received JINR Vice-Director A. Sissakian. During the meeting, they discussed aspects of cooperation between scientific centres of RAS and JINR, the organization of a Bogoliubov conference in Moscow and in Dubna (2–6 September), publication of works by N. Bogoliubov, and the organization of an international (Rochester) conference on high energy physics (July–August 2006).

5 февраля состоялся официальный визит украинской делегации в ОИЯИ. Заместитель министра образования и науки Украины, полномочный представитель правительства Украины в ОИЯИ В. С. Стогний, член-корреспондент НАН Украины Б. В. Гринев и профессор Г. М. Зиновьев были приняты в дирекции ОИЯИ директором Института академиком В. Г. Кадышевским и вице-директорами профессором А. Н. Сисакяном и профессором Ц. Выловым. В беседе, посвященной состоянию и перспективам сотрудничества научных центров Украины с Дубной, приняли участие главный ученый секретарь ОИЯИ В. М. Жабицкий, главный инженер Г. Д. Ширков, помощник директора В. В. Катрасев, директор ЛЯР М. Г. Иткис, профессор Ю. А. Будагов, начальник планово-производственного отдела А. В. Рузаев, руководитель группы украинских сотрудников в ОИЯИ В. Н. Робук. В тот же день гости побывали в лабораториях Института и встретились с группой украинских сотрудников, работающих в ОИЯИ.



Дубна, 5 февраля.  
Визит в ОИЯИ делегации  
Украины во главе с  
полномочным представителем  
правительства Украины в ОИЯИ  
В. С. Стогнием (второй слева)

Dubna, 5 February.  
A delegation from Ukraine headed  
by Plenipotentiary of the  
Ukrainian government at JINR  
V. Stognij (second on the left)  
on a visit at JINR



A delegation from Ukraine came to JINR on an official visit on 5 February. Deputy Minister of Education and Science of Ukraine, Plenipotentiary of the government of Ukraine at JINR V. Stognij, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine B. Grinev, and Professor G. Zinoviev were received at the JINR Directorate by JINR Director Academician V. Kadyshevsky and JINR Vice-Directors Professors A. Sissakian and Ts. Vylov. They discussed the status and prospects of cooperation of Ukrainian scientific centres with Dubna. JINR Chief Scientific Secretary V. Zhabitsky, Chief Engineer G. Shirkov, Assistant Director V. Katrasev, FLNR Director M. Itkis, Professor Yu. Budagov, Chief of Planning department A. Ruzaev, and leader of Ukrainian JINR staff members V. Robuk took part in the discussion.

The guests visited JINR laboratories and met with Ukrainian specialists who work at JINR.



16–17 февраля в Доме международных совещаний ОИЯИ проходило 14-е заседание Координационного комитета по сотрудничеству ВМБФ–ОИЯИ, для участия в котором в Дубну прибыла делегация Федерального министерства образования и научных исследований ФРГ. Сопредседатели комитета — А. Н. Сисакян, П. Браун-Мунцингер. На заседании были рассмотрены итоги 2003 г. и определены задачи на 2004 г.

После приветственного слова директора ОИЯИ В. Г. Кадышевского вице-директор А. Н. Сисакян сделал подробный доклад «О деятельности ОИЯИ в 2003 г., о программе научных исследований в 2004 г. и об основных результатах и планах сотрудничества ОИЯИ с научными центрами ФРГ». С информацией о бюджете ОИЯИ и использовании немецких средств выступил помощник директора по финансово-экономическим вопросам В. В. Катрасев, а о работах по участию ОИЯИ в новых программах на ускорительном комплексе GSI — директор ЛЯП А. Г. Ольшевский.

В делегацию ВМБФ вошли ведущие эксперты, которые дали высокую оценку сотрудничеству между ОИЯИ и науч-

The 14th annual meeting of the Joint Steering Committee for the Implementation of the BMBF–JINR Agreement on Cooperation was held on 16–17 February in Dubna at the JINR International Conference Hall. A delegation of the Federal Ministry of Education and Scientific Research of Germany participated in it. Co-Chairmen of the Committee were A. Sissakian and P. Braun-Munzinger. Results of the year 2003 and new tasks for 2004 were considered at the meeting.

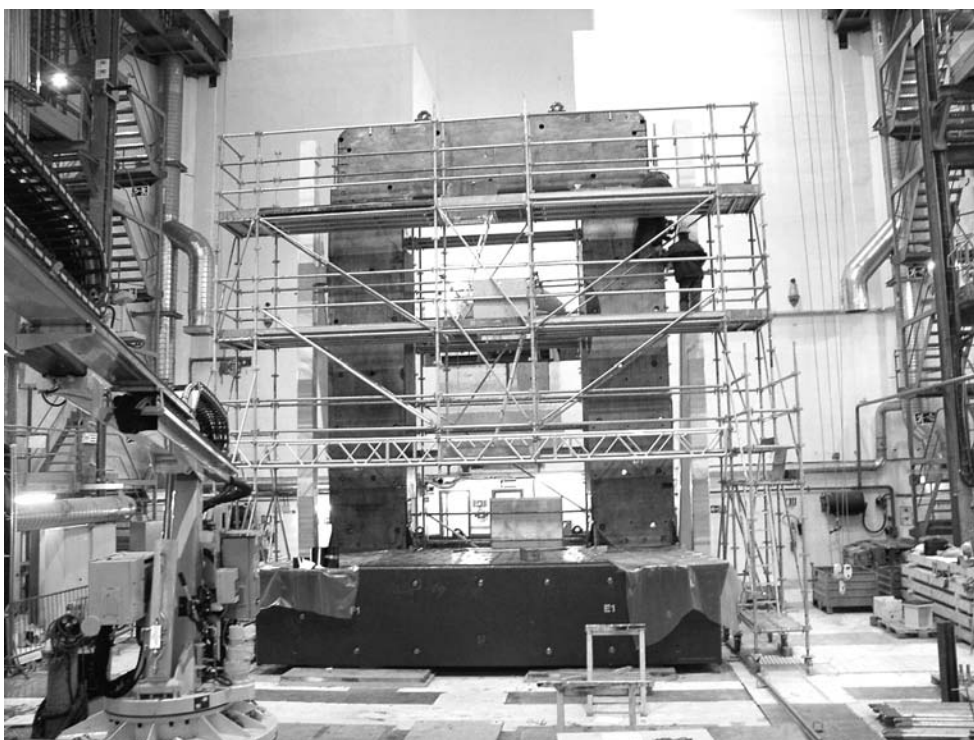
After the greeting words by JINR Director V. Kadyshevsky, JINR Vice-Director A. Sissakian made a detailed report «On the Activities at JINR in 2003, on the Programme of Scientific Research in 2004, and Main Results and Plans of Cooperation of JINR with Scientific Centres of Germany». JINR Assistant Director on Finance and Economic Issues V. Katrasev informed the participants about the JINR budget and application of German contributions. DLNP Director A. Olchevski spoke about the JINR participation in new projects and the GSI accelerator complex.

BMBF delegation included leading experts who highly evaluated the cooperation of JINR with German scientific cen-



ЦЕРН, Женева. Восемь первых дубненских модулей, фрагмент адронного калориметра установки ATLAS, перед спуском в шахту ускорителя LHC

CERN, Geneva. Eight first modules produced in Dubna, as a fragment of the hadron calorimeter for ATLAS, is to be installed in the LHC pit



ЦЕРН, Женева. Ярмо дипольного магнита установки ALICE, изготовленного в Дубне, на сборке в подземной шахте ускорителя LHC

CERN, Geneva. Dipole magnet yoke for ALICE, produced in Dubna, is being assembled in the underground pit of the LHC accelerator



ными центрами ФРГ. По итогам заседания был подписан протокол. В день отъезда для членов делегации были организованы экскурсии в лаборатории ОИЯИ.



11 марта в Дубне прошла встреча дирекций ОИЯИ и НИКИЭТ им. Н. А. Доллежала в лице генерального директора профессора Б. А. Габараева, главного конструктора В. П. Сметанникова, директора отделения А. Н. Орлова. От ОИЯИ во встрече участвовали директор академик В. Г. Кадышевский, вице-директор профессор А. Н. Сисакян и др. Был обсужден ряд вопросов сотрудничества. Гости посетили лаборатории Института.

### Сотрудничество между ОИЯИ и Университетом Токио

19 марта в г. Токио (Япония) подписано Соглашение об академическом обмене между ОИЯИ и Научной аспирантурой Университета Токио сроком на 5 лет. Оно будет способствовать развитию сотрудничества двух центров и предполагает проведение совместных исследований и симпозиумов, а также обмен специалистами и студентами.

Со стороны ОИЯИ по поручению дирекции Института в подписании участвовали директор Лаборатории высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина профессор А. И. Малахов и начальник сектора кандидат физико-математических наук В. П. Ладыгин, со стороны Университета Токио — декан Научной аспирантуры профессор С. Окамура и директор Центра ядерных исследований профессор Х. Сакаи.

Дубна, 17 февраля. Участники 14-го заседания Координационного комитета ВМБФ–ОИЯИ



Dubna, 17 February. Participants of the 14th meeting of the Joint Steering Committee on BMBF–JINR cooperation

tres. A protocol was signed on the results of the meeting. On the last day of their visit the guests had excursions to JINR laboratories.



On 11 March, the Directorates of JINR and NIKIET (N. A. Dollezhal Research Institute for Power Engineering) met in Dubna. NIKIET was represented by General Director Professor B. Gabaraev, Chief Engineer-Designer V. Smetannikov, and Chief of a department A. Orlov. From JINR Director Academician V. Kadyshesky, Vice-Director Professor A. Sissakian and other executives took part in the meeting. The sides discussed issues of cooperation. The guests visited the Institute's laboratories.

### Cooperation between JINR and Tokyo University

An Agreement on a 5-year academic exchange between JINR and Graduate School of Science of Tokyo University was signed on 19 March in Tokyo, Japan. The Agreement will promote the development of cooperation between the two centres and presupposes joint research and symposia, as well as the exchange of specialists and students.

On behalf of the Directorate of the Joint Institute for Nuclear Research, Director of the Veksler and Baldin Laboratory of High Energies Professor A. Malakhov and Department Leader Doctor V. Ladygin took part in the signing of the document. Tokyo University was represented by Dean of the Graduate School of Science of Tokyo University Professor S. Okamura and Director of the Centre for Nuclear Study of Tokyo University Professor H. Sakai.

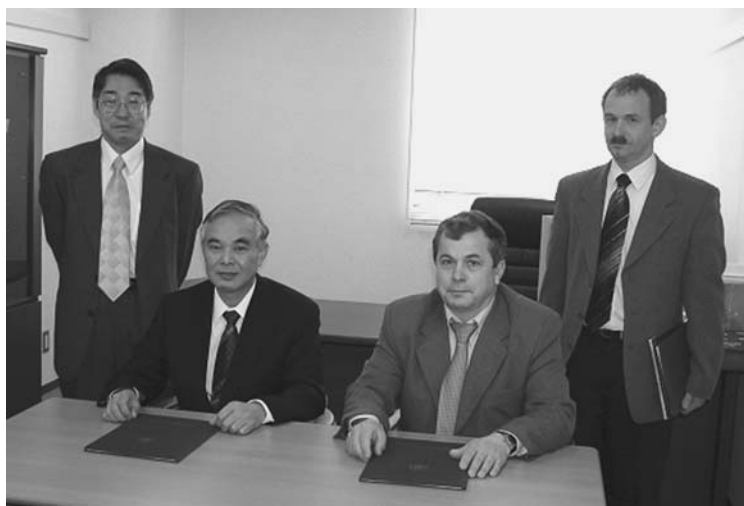
Подписание соглашения было инициировано группой ученых из ЛВЭ и Университета Токио, активно сотрудничающих в области спиновой физики при промежуточных и высоких энергиях на протяжении пяти последних лет. После подписания соглашения обе стороны выразили уверенность, что оно позволит продолжить и развивать сотрудничество не только в области спиновой физики, но и в других приоритетных направлениях исследований.

Во время визита делегации ОИЯИ в Центр ядерных исследований Университета Токио были обсуждены вопросы сотрудничества в области спиновой физики, связанной со структурой легких ядер и, в частности, структурой трехнуклонных сил. Эти исследования начаты коллаборацией ОИЯИ–Япония в RIKEN в 2000 г. в совместном эксперименте R308n при промежуточных энергиях. Планируется продолжение таких исследований на пучке поляризованных частиц нуклотрона ОИЯИ в рамках совместного проекта PHe3 при более высоких энергиях. Для этих целей в Центре ядерных исследований Университета Токио модернизируется поляризованная  $^3\text{He}$ -мишень, ранее уже использованная в Японии.

Условия эксперимента в Дубне требуют существенного увеличения мощности системы оптической накачки поляризации мишени и ее плотности, что является достаточно сложной технической задачей, в решении которой в 2003–2004 г. коллаборацией достигнут значительный прогресс. Кроме того, обсуждался вопрос об участии ученых Японии в работах по повышению интенсивности пучка поляризованных дейтронов на нуклотроне. Физики из Университета Токио готовы активно сотрудничать и в этом направлении исследований, в частности, в работах по поляриметрии при высоких энергиях.

В целом, результаты многочисленных дискуссий и обсуждений показали обоюдную заинтересованность сторон в продолжении совместных исследований в области спиновой физики, а также в развитии технологий поляризованных мишеней и источников, их применении на нуклотроне.

*Директор ЛВЭ А. И. Малахов,  
начальник сектора ЛВЭ В. П. Ладыгин*



Япония, 19 марта.  
Подписание Соглашения между ОИЯИ  
и Научной аспирантурой Университета Токио.  
На снимке (слева направо): Х. Сакаи, С. Окамура,  
А. И. Малахов и В. П. Ладыгин

Japan, 19 March.  
The signing of the Agreement between JINR and the  
Graduate School of Science of Tokyo University.  
In the photo (from left to right): H. Sakai, S. Okamura,  
A. Malakhov, and V. Ladygin

The signing of the Agreement has been initiated by a group of scientists from VBLHE and Tokyo University, who have been actively cooperating in spin physics at intermediate and high energies for the last five years. After the Agreement was signed, both sides expressed their confidence in the development of further contacts not only in spin physics but also in other priority trends of research.

During their visit to the Centre for Nuclear Study of Tokyo University, the JINR delegation discussed aspects of cooperation in spin physics, which is connected with the structure of light nuclei, and, in particular, with the structure of three-nucleon forces. This research was initiated by the JINR–RIKEN (Japan) collaboration in 2000, in the joint R308n experiment at intermediate energies. The research is planned to be continued at the polarised particle beam at the JINR Nuclotron in the frames of the joint PHe3 project at higher energies. A polarized  $^3\text{He}$  target, used in Japan some time ago, is being modernized for these purposes at the Centre for Nuclear Study of Tokyo University.

Experimental conditions in Dubna need considerable increase in the capacity of the system for optical pumping of polarization, development of additional systems for the measurements of the target polarisation and density. These tasks are technically sophisticated and their implementation brought considerable progress in 2003–2004 for the collaboration. Besides, the participation of Japanese scientists in the activities to increase the beam intensity of polarized deuterons at the Nuclotron was regarded. Physicists from Tokyo University are ready to collaborate in this research too, in particular, in polarimetry at high energies.

On the whole, numerous discussions and consultations resulted in the joint concern of both sides in the continuation of joint research in spin physics and in the development of techniques for polarized targets and sources and their application at the Nuclotron.

*VBLHE Director A. Malakhov,  
Department Leader V. Ladygin*

С 25 по 31 января в Дубне на базе Лаборатории информационных технологий проходила XI Международная конференция «*Математика. Компьютер. Образование*» — одна из серии конференций, проводимых по инициативе Межрегиональной общественной организации «Женщины в науке и образовании». Целью этих конференций является объединение усилий российских и зарубежных ученых, специалистов, преподавателей, направленных на развитие науки и образования в России и других странах СНГ, а также на сохранение традиций российской науки и образования и их интеграции в международное сообщество. Конференция «Математика. Компьютер. Образование» ежегодно проводится во время зимних студенческих каникул поочередно в Дубне и Пущино с 1994 г.

В организации конференции принимали участие: Объединенный институт ядерных исследований, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Пущинский научный центр РАН, Центральный экономико-математический институт РАН, Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Институт философии РАН. В конференции участвовало более 300 человек — ученые, преподаватели вузов, колледжей, лицеев, среднеобразовательных и

специальных школ, аспиранты и студенты, иностранные ученые.

Особый интерес вызвали пленарные заседания с докладами и лекциями видных ученых: Ю. П. Пытьева «Возможность. Элементы теории и применения», Г. Г. Еленина «Математические эксперименты с моделями открытых неидеальных систем», Ю. Ц. Оганесяна «Поиск и открытие новых трансурановых элементов», Вернера Эбелинга «Эволюция с точки зрения физики — история, принципы и перспективы». Также большой интерес вызвали пленарные доклады ученых из ОИЯИ: А. В. Зарубина «Детекторы нового поколения в физике высоких энергий», В. В. Иванова «Статистическая модель информационного трафика», В. П. Гердта «Квантовый компьютеринг», С. П. Ивановой «Развитие системы образования в Учебно-научном центре ОИЯИ», Ю. А. Панебратцева «Международный научно-образовательный интернет-журнал для школьников по естественным наукам» и др.

В рамках конференции традиционно работали секции: «Компьютеры в науке и образовании», «Вычислительные методы и математическое моделирование», «Математические модели в химии, биологии и медицине», «Математические методы в экономике и экологии»,

On 25–31 January, the Laboratory of Information Technologies hosted the XI International Conference «*Mathematics. Computer. Education*» initiated by the Interregional Association «Women in Science and Education». The purpose of such conferences is to integrate the efforts of Russian and foreign scientists, specialists, and teachers directed towards developing science and higher education in Russia and other countries of CIS as well as preserving the traditions of the Russian science and education and their integration in the international community.

Traditionally, since 1994, the conference «Mathematics. Computer. Education» has been held annually during students' winter holidays alternately in Dubna and Puschino.

The conference was organized by the Joint Institute for Nuclear Research, Moscow State University, Puschino Centre for Science, Central Institute of Economics and Mathematics of PAS, Institute of Applied Mathematics of RAS, Institute of Philosophy of RAS.

More than 300 scientists, higher school lecturers, teachers of high schools, colleges, and specialized schools as well as students and post-graduate students attended the

conference. The conference languages were Russian and English, the official languages of JINR.

Considerable interest was generated by the plenary sessions with reports and lectures delivered by outstanding scientists such as «Possibility, Elements of Theory and Application» by Yu. P. Pytiev, «Mathematical Experiments with Open Non-Ideal Systems' Models» by G. G. Yelenin, «Search and Discovery of New Transuranium Elements» by Yu. T. Oganessian, «The Evolution from the Viewpoint of Physics History, Concepts and Perspectives» by Werner Abeling. The reports delivered by JINR scientists — «New Generation Detectors in HEP» by A. V. Zarubin, «Statistical Model of Information Traffic» by V. V. Ivanov, «Quantum Computing» by V. P. Gerdt, «Development of the Education System at the JINR UC» by S. P. Ivanova and «International Scientific Educational Internet-Magazine of Natural Sciences for Students» by Yu. A. Panebratsev — attracted particular interest of the conference attendees.

The conference was structured around the topics:

- Computers in science and education;
- Computational methods and mathematical simulation;
- Mathematical models in chemistry, biology, and medicine;

«Анализ и моделирование социально-экономических процессов», «Естественно-научное и гуманитарное образование».

Под председательством Е. Журавлевой (Союз писателей г. Санкт-Петербурга) был проведен круглый стол «Культурное пространство России: книги, журналы, конференции, Интернет», в котором принимали участие: А. В. Борисов, И. С. Мамаев (издательство «Регулярная и хаотическая динамика»), Б. В. Орешин (издательство «Прогресс-Традиция»), И. В. Гудович (Воронежский государственный университет), Д. В. Ширков (ОИЯИ), П. Гудков (МИФИ), Г. И. Рузайкин (журнал «Мир ПК»), А. В. Гиглавый (лицей информационных технологий), В. И. Самохвалова (журнал «Полигнозис»), С. Л. Соловейчик (газета «1 Сентября»), Е. Д. Казиминова (журнал «Я и все»).

Одновременно и в тесном контакте с конференцией на базе пансионата «Ратмино» международный интеллект-клуб «Глюон» проводил финал 8-го Международного турнира «Компьютерная физика–2004», на который были приглашены 40 лучших школьников России в составе шести команд из разных уголков страны (Москва, Самара, Ростов-на-Дону и др.). Цель турнира — привлечь одаренных школьников, проявивших интерес

к фундаментальной науке и информатике. Турнир состоит из двух частей: заочный тур (задание готовится 4 месяца) — «Комбинационное рассеяние» и очный тур — «Мозговой штурм» (задание готовится за 36 часов).

Для участников конференции было организовано посещение лабораторий ОИЯИ.

*Председатель оргкомитета  
Г. Ризниченко*



С 26 по 29 января в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова проходила международная конференция «*Классические и квантовые интегрируемые системы*», посвященная памяти замечательного российского физика-теоретика М. В. Савельева. Эти конференции ранее проводились в Институте физики высоких энергий (г. Протвино) и организовывались известными физиками-теоретиками и друзьями М. В. Савельева профессорами Г. П. Пронько и А. В. Разумовым. В прошлом году организаторы «протвинской» серии обратились в ОИЯИ с просьбой провести очередное совещание в Дубне.

- Mathematical models in economics and ecology;
- Analysis and simulation of social and economic processes;
- Natural science and humanitarian education.

Round-table discussions «Cultural Environment of Russia: Books, Journals, Conferences, Internet» conducted by E. Zhuravleva (Writers' Union, St.-Petersburg) were organized in the frames of the conference. The attendants were A. V. Borisov and I. S. Mamayev (Publishing House «Regular and Chaotic Dynamics»), B. V. Oreshin (Publishing House «Progress-Tradition»), I. V. Gudovich (Voronezh State university), D. V. Shirkov (JINR), P. Gudkov (MIPI), G. I. Ruzaykin («PC World»), A. V. Giglavy (Lyceum of information technologies), I. V. Samokhvalova (journal «Polygnosis»), S. L. Soloveytchik («The 1-st of September» newspaper), E. D. Kazimirova (journal «Me and All»).

Simultaneously and in a close contact with the Conference in the JINR Holiday Hotel «Ratmino» the 8-th International Intellect Club «Gluon» conducted the final part of the International Tournament «Computer Physics» attended by 40 best high-school students of Russia divided into 6 teams from various cities (Moscow, Samara, Rostov-na-Donu). The purpose of the Tournament is to attract gifted students who have exhibited interest in fundamental science and

computer science. The competition consists of two parts: a correspondence competition — a presentation is prepared for 4 months (Combinational Scattering) and a full-time competition — Brain Storm — a presentation is prepared for 36 hours.

The Conference attendees visited the JINR laboratories.

*Professor G. Yu. Riznichenko,  
Chairman of the Organizing Committee*



On 26–29 January, the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics hosted an international conference «*Classical and Quantum Integrable Systems*» dedicated to the memory of the Russian theoretical physicist M. V. Saveliev. These conferences were earlier held at the Institute for High Energy Physics (Protvino) and were organized by Professors G. P. Pron'ko and A. V. Razumov, theorists and friends of M. V. Saveliev. Last year, the organizers of the «Protvino» series of conferences applied to JINR with a request to organize the next meeting in Dubna.

New results and methods of constructing exact solutions for classical integrable models and their quantization

На конференции были представлены новые результаты и методы построения точных решений для классических интегрируемых моделей и их квантования, а также новые результаты, полученные в последнее время при исследовании квантовых моделей статистической физики (доклады А. В. Забродина, П. П. Кулиша, А. В. Разумова, Ю. Г. Строганова и В. Риттенберга). Большое внимание привлекли исследования влияния граничных условий на поведение интегрируемых систем (доклады Э. Корригана, Н. Маккэя). Различные аспекты теории симметрий интегрируемых систем (как классических, так и квантовых) и их роль в явлении интегрируемости обсуждались в обзорных докладах Л. Д. Фаддеева (о роли модулярного дубля), А. С. Лосева (о гомологической и струнной программах), В. Н. Толстого (о методе экстремальных проекторов).

Тема симметрий тем или иным образом затрагивалась в большинстве докладов участников конференции.

Было также представлено важное направление исследований, связанное с суперсимметричными, некоммутативными и многомерными обобщениями интегрируемых теорий поля (доклады Е. А. Иванова, П. П. Кулиша и Л. О. Чехова). Применение методов теории интегрируемых систем при исследовании физических процессов и моделировании явлений в гидродинамике, в гравитации и космологии было представлено в докладах Г. А. Алексева, Г. П. Пронько, М. А. Олшанецкого и А. Т. Филиппова.

Особой формой симметрии как классических, так и квантовых систем является дуальность. Эта симметрия позволяет связывать друг с другом различные интегрируемые квантовые теории поля. Отметим важность концепции дуальности при исследовании интегрируемых аспектов суперсимметричных теорий Янга–Миллса и теорий (супер)струн. Этой проблеме были посвя-

Москва, 24 марта.  
Политехнический музей.  
Семинар, посвященный 170-летию со дня рождения Д. И. Менделеева и 135-летию Периодического закона.  
С лекцией о синтезе новых элементов выступает академик Ю. Ц. Оганесян (ОИЯИ)

Moscow, 24 March.  
Moscow Polytechnics museum.  
Seminar dedicated to the 170th anniversary since D. Mendeleev's birthday and 135 years of the Periodic law. Academician Yu. Oganessian (JINR) is presenting a lecture on the synthesis of new elements



as well as recent results of the research into quantum models of statistical physics (A. V. Zabrodin, P. P. Kulish, A. V. Razumov, Yu.G. Stroganov, and V. Rittenberg) were reported at the conference. Of much interest were the investigations of the effect of boundary conditions on the behaviour of integrable systems (E. Corrigan, N. Mackay). Different aspects of the theory of symmetries of integrable systems (both classical and quantum) and their role in the integrability phenomenon were discussed in the talks by L. D. Faddeev (the role of modular double), A. S. Losev (homologous and string programmes), and V. N. Tolstoy (the method of extremal projectors).

The theme of symmetries was touched upon in one way or another in most of the talks given at the Conference. An important line of research into supersymmetric, noncommutative, and multidimensional generalizations of integrable field theories (E. A. Ivanov, P. P. Kulish, and

L. O. Chekhov) was represented as well. Methods of the theory of integrable systems as applied to investigation of physical processes and modelling phenomena in hydrodynamics, gravitation, and cosmology, were discussed by G. A. Alekseev, G. P. Pron'ko, M. A. Olshanetsky, and A. T. Filippov.

A special form of symmetry of both classical and quantum systems is duality. This symmetry allows for various integrable quantum field theories to be related with each other. We should emphasize the importance of the concept of duality in studying integrable aspects of Yang–Mills supersymmetric theories and (super)string theories. This problem was dwelled upon by A. S. Gorsky, A. S. Losev, and I. V. Polyubin.

New results obtained in two-dimensional conformal field theories were reported by V. A. Belavin, A. B. Zamolodchikov, and A. B. Zamolodchikov. The develop-

щены доклады А. С. Горского, А. С. Лосева и И. В. Полюбина.

Новые результаты, полученные в двумерных конформных теориях поля, были представлены в докладах В. А. Белавина, Ал. Б. Замолодчикова и А. Б. Замолодчикова. Развитие новых методов математической физики и математики, применяемых при исследовании интегрируемых систем, обсуждалось в докладах В. В. Фока, А. И. Молева и В. П. Спиридонова. В ряде докладов упоминались получившие в последнее время широкую известность в мире интегрируемые эллиптические системы, впервые построенные и исследованные сотрудником ЛТФ ОИЯИ В. И. Иноземцевым.

Успешное проведение конференции стало возможным благодаря финансовой поддержке ОИЯИ, программы «Гейзенберг–Ландау» и Российского фонда фундаментальных исследований.



С 30 января по 7 февраля в рамках научно-образовательного проекта «Дубненская международная школа современной теоретической физики (DIAS-TH)» в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова проходила *2-я Зимняя международная школа по тео-*

*ретической физике*. В ней принимали участие студенты и аспиранты Московского физико-технического института, Московского, Томского, Казанского и Самарского государственных университетов, Санкт-Петербургского отделения Математического института им. В. А. Стеклова, Математического института Национальной академии наук Украины, Киевского государственного университета и Киевского политехнического института. Общее число слушателей школы — 50 человек.

На школе было прочитано четыре курса лекций, посвященных изучению классических и квантовых интегрируемых систем. Лекторами были сотрудники ЛТФ, Института теоретической и экспериментальной физики, Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау и Физического института им. П. Н. Лебедева. Школа была организована таким образом, что в первой половине дня участники слушали лекции, а во второй половине дня разбирали пройденный материал и решали задачи, предложенные лекторами. Такая форма организации оказалась очень эффективной, это позволило участникам усвоить сложный и новый для них материал.

В текущем году планируется следующая программа «DIAS-TH»: Летняя школа по современной матема-

ment of new methods of mathematical physics and mathematics applied to investigation of integrable systems were discussed by V. V. Fock, A. I. Molev, and V. P. Spiridonov. The now world-famous integrable elliptic systems, first constructed and studied by the BLTP theorist V. I. Inozemtsev, were mentioned in a number of talks.

The success of the conference is due to the financial support of JINR, the Heisenberg–Landau programme, and the Russian Foundation for Basic Research.



The Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics organized the *2nd International Winter School of Theoretical Physics* in the framework of the research and educational project «Dubna International Advanced School of Theoretical Physics (DIAS-TH)». It was held on 30 January – 7 February. Students and post-graduate students from the Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Tomsk, Kazan, Samara and Kiev State Universities, Mathematical Institutes of the Ukrainian and Russian Academies of Sciences and the Kiev Institute of Technology participated in the school. The total number of participants was fifty. Four courses devoted to classical and quantum integrable

systems were organized. Among the lecturers were scientists from the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics, the Landau Institute of Theoretical Physics, the Lebedev Physical Institute, and the Institute of Theoretical and Experimental Physics. The school was organized in such a form that during the first half of the day students listened to the lectures and then they learned the material of lectures and solved the problems proposed by the lecturers. This form of the school appeared to be very useful and helped the participants to learn new and complicated material.

The DIAS-TH plan for the running year is the following: Advanced Summer School on Modern Mathematical Physics (1–31 July); International School on Selected Topics in Nuclear Theory (1–31 July); international summer school and workshop «Hot Points in Astrophysics and Cosmology» (1–31 August) and VIII research workshop «Nucleation Theory and Applications» (1–31 October).

For further information please contact:

Tel.: +7(09621) 65277; Fax: +7(09621) 65084

E-mail: [diastp@thsun1.jinr.ru](mailto:diastp@thsun1.jinr.ru); Home page: <http://thsun1.jinr.ru/>



тической физике (1–31 июля); Международная школа по избранным вопросам теории ядра (1–31 июля); Международная летняя школа и рабочее совещание «Актуальные проблемы астрофизики и космологии» (1–31 августа); 8-е рабочее совещание «Теория нуклеации и ее применения» (1–31 октября).

Более подробную информацию можно получить: тел.: +7(09621) 65277; факс: +7(09621) 65084; e-mail: diastp@thsun1.jinr.ru; home page: <http://thsun1.jinr.ru/>



Со 2 по 6 февраля в Дубне проходила *VIII Конференция молодых ученых и специалистов ОИЯИ*, организованная Объединением молодых ученых и специалистов (ОМУС) ОИЯИ.

На открытии конференции вице-директор ОИЯИ профессор А. Н. Сисакян отметил, что сейчас особенно

важно продолжать и сохранять традицию проведения в Институте школ и конференций молодых ученых, поскольку сегодня реализация любого научного проекта — это работа в коллективе, а вузы навыка коллективной работы не дают.

В конференции участвовало более 80 молодых сотрудников из лабораторий ОИЯИ, а также из университетов и научно-исследовательских центров Гомеля, Киева, Москвы, Ростова, Сарова, Твери, Тулы.

Научная программа конференции содержала секции: «Конденсированные среды», «Нейтронная ядерная физика», «Физика элементарных частиц», «Теоретическая физика», «Экспериментальная ядерная физика», «Радиационные и радиобиологические исследования», «Современные методы ускорения заряженных частиц и ускорительная техника», «Информационные технологии и их применение». Молодые ученые выступали с

Дубна, 2 февраля. Встреча научной молодежи ОИЯИ с ведущими учеными Института



Dubna, 2 February. JINR young scientists meet leading researchers of the Institute

The *VIII Conference of JINR Young Scientists and Specialists* was held in Dubna on 2–6 February. It was organized by the union of JINR young scientists and specialists (UYSS) JINR.

At the opening of the conference, JINR Vice-Director Professor A. Sissakian stressed that today it is especially important to keep and continue the tradition of schools and conferences for young scientists at JINR because the implementation of any modern scientific projects demands group

work, while graduates of higher education institutions are not taught the skills to work in a team.

More than 80 young staff members from JINR laboratories, together with their colleagues from universities and research centres of Gomel, Kiev, Moscow, Rostov, Sarov, Tver, and Tula took part in the conference.

The scientific programme of the conference included the following sections: condensed matter physics, neutron nuclear physics, elementary particle physics, theoretical physics, experimental nuclear physics, radiation and radio-

докладами на заседаниях секций. В последний день работы конференции авторы лучших докладов в каждой секции были награждены дипломами и подарками.

2 февраля в рамках конференции был проведен круглый стол «Научная программа ОИЯИ: настоящее и будущее» с ведущими учеными ОИЯИ, пришедшими на эту встречу, чтобы, как подчеркнул вице-директор Института профессор А. Н. Сисакян, вместе с молодыми учеными посмотреть на перспективы развития Института, причем неформально, не задаваясь целью сформулировать какие-либо рекомендации.

Почетный директор ЛФЧ председатель НТС ОИЯИ профессор И. А. Савин во вступительном слове сказал, что идея такой встречи была предложена академиком Д. В. Ширковым на совместном заседании дирекций

ЛТФ, ЛФЧ и ЛЯП, поскольку для самой молодежи это может быть полезно с точки зрения выбора цели и карьерных перспектив.

На встрече директора и ведущие научные сотрудники лабораторий Института знакомили молодежь с физикой сегодняшнего дня и своими прогнозами на будущее. Молодежная аудитория не осталась равнодушной — было много вопросов и реплик. Напоследок прозвучало пожелание совету ОМУС сделать такие встречи традиционными.

Особенностью нынешней конференции стало и то, что в программу пленарных заседаний вошли лекции, которые читались как для молодых ученых и специалистов — участников конференции, так и для студентов первых-третьих курсов вузов — слушателей очередной



Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова.  
Международный семинар «Применение и развитие идей Лобачевского в современной физике», посвященный юбилею профессора Н. А. Черникова (слева)

Bogoiubov Laboratory of Theoretical Physics. International seminar «Application and Development of the Lobachevsky Ideas in Modern Physics», dedicated to the jubilee of Professor N. Chernikov (left)

biological research, modern methods of charged particles acceleration and accelerator facilities, information technology and its application. Young scientists made reports at the sections' meetings. On the last day of the conference the authors of the best reports in each section were presented with diplomas and gifts.

A round-table discussion «JINR Scientific Programme: Present and Future» was held on 2 February in the frames of the conference. Leading JINR scientists attended the discussion to consider prospects of the development of the Institute together with young colleagues in an informal atmosphere, as stressed by JINR Vice-Director A. Sissakian, without any purpose to formulate recommendations.

Honorary LPP Director, Chairman of the JINR scientific-technical council Professor I. Savin said in his introduc-

tory speech that the idea of such discussions had been suggested by Academician D. Shirkov at the joint meeting of the directorates of BLTP, LPP, and DLNP, as he regarded these discussions useful for young scientists for their career priorities.

At the discussion, directors and leading scientists of the Institute laboratories talked to young participants about modern physics and their prognosis for the future. The young audience was not indifferent — there were many questions and remarks. It was suggested to the UYSS council to establish a tradition of such discussions.

A particular feature of this conference was the inclusion of lectures into the programme not only for young scientists and specialists — participants of the event, but also for the first-third year students — attendants of the regular School



Школы по современной нейтронографии, ежегодно проводимой ЛНФ ОИЯИ и межфакультетским центром МГУ «Строение вещества и новые материалы». Были прослушаны лекции по различным аспектам нейтронных исследований и физики твердого тела, об уникальном реакторе ИБР-2, о нейтронных исследованиях Марса. Студенты, приехавшие на школу, выполнили цикл лабораторных работ по дифракции нейтронов, малоугловому рассеянию нейтронов и рефлектометрии в ЛНФ, а по конфокальной микроскопии — в филиале НИИЯФ МГУ.



26–27 февраля в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова проходил международный семинар «*Применение и развитие идей Лобачевского в современной физике*», посвященный 75-летию профессора Николая Александровича Черникова. В работе семинара приняли участие около 50 физиков из Армении, Белоруссии, Болгарии, Германии, Польши, России и ОИЯИ. Семинар был организован при финансовой поддержке Министерства промышленности, науки и технологий РФ.

on modern neutronography, which is held annually by FLNP (JINR) and interfaculty centre of MSU «Matter Structure and New Materials».

The participants listened to the lectures on different aspects of neutron research and condensed matter physics, the unique IBR-2 reactor and neutron research of Mars. Students carried out laboratory practice on neutron diffraction, small angle scattering of neutrons and reflectometry at FLNP and on confocal microscopy at the SRINP MSU department.



An international seminar «*Application and Development of the Lobachevsky Ideas in Modern Physics*» dedicated to the 75th birthday of Professor Nikolai Aleksandrovich Chernikov took place on 26–27 February at the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics. The seminar was attended by more than 50 physicists from Armenia, Belarus, Bulgaria, Germany, Poland, Russia, and JINR. The seminar was supported by the Ministry of Industry, Science and Technology of the Russian Federation.



20 февраля комитет по премиям Отделения ускорителей заряженных частиц Европейского физического общества под председательством доктора С. Майерса (ЦЕРН) принял решение о присуждении премии ЕФО в области ускорителей заряженных частиц за 2004 год члену-корреспонденту Российской академии наук Игорю Николаевичу Мешкову (ОИЯИ) — за многочисленные плодотворные достижения в развитии науки в области ускорителей заряженных частиц за последние 40 лет. В частности, за создание и внедрение техники, позволяющей осуществить идею электронного охлаждения и довести ее до уровня практического прибора и инструмента ускорительной техники, а также за его вклад в развитие международного научного сотрудничества в области ускорителей заряженных частиц.



Following the meeting of the EPS-IGA 2004 Prize Selection Committee chaired by Dr. Steve Myers (CERN) on 20 February 2004, the 2004 Accelerator Prize is awarded to Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences **Igor Meshkov**, JINR, Dubna «for seminal contributions to numerous advances in accelerator science over the past 40 years. In particular for his development and implementation of the techniques which allowed the original brilliant idea of electron cooling to become a hardware reality and an accelerator tool. In addition for his devotion to and promotion of international collaboration in accelerator physics».

## ИБР-2: 20 лет на службе науке

9 февраля 1984 г. реактор ИБР-2 был принят в постоянную эксплуатацию. Этому историческому событию предшествовали длительные исследования во время физического и энергетического пуска с 1977 по 1984 г.

Приемку реактора выполняла Государственная комиссия, которую возглавлял А. М. Петросьянц — председатель Госкомитета по использованию атомной энергии СССР. В комиссию входили крупнейшие специалисты СССР в области реакторной техники: Н. А. Доллежал — директор НИКИЭТ, главный конструктор ИБР-2, О. Д. Качачковский — директор ФЭИ (г. Обнинск), В. А. Цыканов — директор НИИАР (г. Димитровград). От ОИЯИ в комиссии были директор ЛНФ И. М. Франк, главный инженер ОИЯИ Ю. Н. Денисов и заместитель директора ЛНФ Ю. С. Язвический. Были представлены также специалисты Госатомнадзора, Минздрава СССР, отдела охраны труда ЦК профсоюза. Всего в комиссии было 13 человек, кроме того, привлекалась группа экспертов (более 20 человек) из различных организаций и ОИЯИ.

Государственная комиссия была назначена еще в 1977 г. перед физическим пуском ИБР-2 без теплоносителя и в дальнейшем давала разрешение на проведение физического пуска с натрием и энергетического пуска.

Заседание 9 февраля было последним. Был заслушан доклад В. Д. Ананьева об итогах работ по энергетическому пуску реактора ИБР-2. Затем очень четко доложили Б. Н. Бунин — о состоянии СУЗ ИБР-2, В. С. Дмитриев (НИКИЭТ) — о состоянии и работоспособности подвижного отражателя, В. А. Архипов — о радиационной обстановке на ИБР-2. С интересом было воспринято сообщение о первых физических экспериментах на пучках ИБР-2 — Ю. М. Останевич выступал, как всегда, ярко и убедительно. Дискуссия была живой и конструктивной. Комиссия высоко оценила результаты работы по энергетическому пуску, готовность персонала. Но оставался открытым вопрос, какой уровень мощности разрешить при эксплуатации. Следует пояснить, что к этому времени нами были изучены и освоены два режима: 25 Гц до 2 МВт и 5 Гц до 1 МВт. Дирекция ОИЯИ склонялась к тому, чтобы ограничиться достигнутым. С этим комиссия не согласилась и, детально проанализировав ситуацию с режимом 5 Гц (именно он был так нужен физикам-экспериментаторам), постановила принять ИБР-2 в эксплуатацию на мощности 2 МВт в режимах 5 и 25 Гц. Нам давалось два месяца для постепенного выхода на 2 МВт при 5 Гц.

9 апреля 1984 г. эта мощность была успешно достигнута, выполнены все необходимые исследования реактора, которые полностью подтвердили возможность работы на мощности 2 МВт при 5 Гц. Итак, пусковой период на реакторе был завершен, начался новый этап плановых физических исследований на выведенных нейтронных пучках. Сегодня, 20 лет спустя, подводя итог этому периоду из истории ИБР-2, мы должны вспомнить наших учителей, наших научных руководителей — Дмитрия Ивановича

## IBR-2: 20 years of Service to Science

The IBR-2 reactor was approved as an operating research facility on 9 February 1984. This historical event had been preceded by prolonged research during the physical and energetic start-up from 1977 to 1984.

The official approval of the reactor as an operating facility was done by the State Commission headed by A. M. Petrosyants, Chairman of the USSR State Committee on the use of nuclear power. Among the members of the Commission were prominent specialists of the USSR in the field of reactor technologies: Director of NIKIET, Chief Designer of the IBR-2 reactor N. A. Dollezhal, Director of PEI (Obninsk) O. D. Kazachkovsky, Director of NIAR (Dimitrovgrad) V. A. Tsykanov. Representing JINR in the Commission were LNP Director I. M. Frank, JINR Chief Engineer Yu. N. Denisov, and LNP Deputy Director Yu. S. Yazvitsky. Specialists from State Atomic Inspectorate (Gosatomnadzor), Health Ministry of the USSR, and the Department on Labour Protection of the All-Union Central Committee of Trade Unions were also present. In all, the Commission included 13 members; apart from that, it involved a group of experts (more than 20 people) from various organizations and JINR.

The State Commission was appointed back in 1977 before the physical start-up of the IBR-2 reactor without a coolant and further on gave a permission to conduct the physical start-up with sodium and the energetic start-up as well.

The meeting on 9 February was the last one. V. D. Ananiev's report was heard on the results of work on the energetic start-up of the IBR-2 reactor. Then B. N. Bunin reported on the status of the IBR-2 reactor control and safety systems; V. S. Dmitriev (NIKIET), on the status and efficiency of the movable reflector; V. A. Arkhipov, on the radiation situation at the IBR-2 reactor. The talk on the first physics experiments on the IBR-2 reactor beams was met with interest, Yu. M. Ostanovich's speech being as usual vivid and convincing. The discussion was lively and constructive. The Commission highly appreciated the results of work on the energetic start-up and the personnel's readiness. But the question remained outstanding which power level to allow for operation. It should be explained now that by then we had studied and learned to use two power modes, 25 Hz up to 2 MW and 5 Hz up to 1 MW. The JINR Directorate members were inclined to restrict themselves to the achieved. The Commission did not agree to that and, having analyzed in detail the situation with the 5 Hz mode (which physicists-experimenters needed so badly), decided to approve the IBR-2 reactor as an operating facility with a power of 2 MW and two operational modes, 5 Hz and 25 Hz.

On 9 April 1984, this power level was successfully reached and all the required reactor studies carried out, which fully confirmed that operation at a power of 2 MW at 5 Hz was possible. Thus, the start-up stage at the reactor was completed and a new stage of planned physics investigations on the extracted neutron beams began. Today, 20 years later, summing up the results of this period in the history of the IBR-2 reactor,

Блохинцева и Илью Михайловича Франка, без которых реактора ИБР-2 просто не было бы. Необходимо также сказать, что в создание реактора ИБР-2 и его исследования во время пуска определяющий вклад внесли Н. А. Хрястов (НИКИЭТ), М. Т. Воронцов (ГСПИ), Е. П. Шабалин, Б. Н. Бунин, А. И. Бабаев.

Все последующие годы реактор успешно работал на физический эксперимент, обеспечив пользователям около 43500 часов. Достаточно быстро было освоено 12 нейтронных пучков в экспериментальных залах, заработала облучательная установка «Регата». Все 20 лет работы ИБР-2 не были годами рутинной эксплуатации, шло постоянное развитие и совершенствование установки.

Постепенно повышалась стабильность работы реактора, т. е. сокращалось количество непредвиденных срабатываний аварийной защиты (отказ оборудования, посадки в электрических сетях, ошибки персонала). Этот показатель за 20 лет улучшен в два раза. В большой степени это зависело от надежной работы системы управления и защиты (СУЗ) реактора, которая включает в себя сложнейшую электронику контроля реакторных параметров и большое количество приборов, а также от первоклассных специалистов службы СУЗ: Б. Н. Бунина, Л. В. Едунова, Н. П. Анцупова, В. Г. Ермилова, Ю. Н. Тихомирова.

Одной из главных задач эксплуатации реактора была своевременная замена подвижного отражателя (ПО), ресурс работы которого ограничивался 7–8 годами. Всего на ИБР-2 было использовано три машины: ПО-1 (1977–1986), ПО-2 (1987–1994), ПО-2Р (1995–2003). В каждой последующей учитывался опыт эксплуатации предыдущей. Ни один из подвижных отражателей не имел поломок и выводился из работы только по одной причине — выработке установленного ресурса. В этом заслуга В. П. Воронкина, В. К. Титкова, А. Ф. Зацепина, В. Д. Сизарева (НИКИЭТ).

Очень высокую надежность за годы эксплуатации установки показали тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ), разработанные И. С. Головниным в ВНИИНМ им. А. А. Бочвара и изготовленные на ПО «Маяк». Не было ни одного случая разгерметизации ТВЭЛОВ. Как показали исследования двух максимально нагруженных тепловыделяющих сборок, выполненные в 2001–2002 гг. в специализированной лаборатории, оболочка и топливная композиция ТВЭЛА сохранили работоспособность и допускают дальнейшую безопасную эксплуатацию. Работами по топливу ИБР-2 на всех этапах успешно руководил А. И. Бабаев.

Надежно работает натриевая система охлаждения реактора. Как известно, натрий, являясь очень эффективным теплоносителем, в то же время требует особо пристального внимания от персонала, четкого соблюдения всех технологических требований. Конечно, залогом успешной работы этой системы явился качественный монтаж натриевых контуров (прежде всего сварка трубопроводов), выполненный специалистами монтажного треста. Значительный вклад в создание натриевой системы внес Ю. В. Кульпин.

we must recall our teachers, our scientific leaders, Dmitriy Ivanovich Blokhintsev and Ilya Mikhailovich Frank, without whom the IBR-2 reactor would never exist. It is also necessary to add that a major contribution into the creation of the IBR-2 reactor and its studies during the start-up was made by N. A. Khryastov (NIKIET), M. T. Vorontsov (GSPI), E. P. Shabalin, B. N. Bunin, and A. I. Babaev.

Over all the following years the reactor has successfully operated to meet the requirements of the physics experiment, having offered approximately 43 500 hours to the users. Twelve neutron beams in the experimental halls were mastered rather quickly, the irradiating facility «Regata» began to work. None of the 20 years of the IBR-2 reactor running have been years of routine operation but there has been constant development and improvement of the facility.

Gradually stability of the reactor operation has increased, that is the number of emergency shutdowns (failures of equipment, voltage dip in the power supply systems, personnel errors) has decreased. Over the 20 years, this index has improved by a factor of two. To a great extent this depended on the reliable work of the reactor control and safety system, which includes very complex electronic equipment ensuring reactor parameter control and a great number of measuring devices, as well as on the work of the first-class specialists from the reactor control and safety unit: B. N. Bunin, L. V. Edunov, N. P. Antsupov, V. G. Ermilov, Yu. N. Tikhomirov.

One of the main tasks of the reactor operation has been timely replacement of the movable reflector, the working resources of which are limited by 7–8 years. In all, three machines have been used at the IBR-2 reactor: MR-1 (1977–1986), MR-2 (1987–1994), MR-2R (1995–2003). In each succeeding machine the working experience of the former was taken into account. None of the movable reflectors has had any breakdowns and all of them have been put out of operation only due to one reason — their exhausted resources. The credit for this is shared by V. P. Voronkin, V. K. Titkov, A. F. Zatselin, V. D. Sizarev (NIKIET)

Over the years of the facility's operation, a very high level of reliability has been shown by the fuel elements elaborated by I. S. Golovnin in the Bochvar Institute VNIINM and manufactured at the PO «Mayak». There have been no fuel element cladding failures. As was shown by the investigations of two maximally loaded fuel assemblies, carried out in a specialized laboratory in 2001–2002, the fuel element jacket and composition have retained their working condition and allow further safe operation. At all the stages, the work on the IBR-2 reactor fuel has been successfully directed by A. I. Babaev.

The sodium cooling system of the reactor shows reliable operation. As known, sodium, being a very effective fuel coolant, at the same time requires special attention of the personnel, strict fulfilment of all technological requirements. And successful operation of this system is certainly due to the high-quality assembly of the sodium circuits (first and foremost, to the high-quality pipeline welding) performed by specialists of

Хотелось бы остановиться на высокой экономичности нашего реактора. При большой импульсной мощности ИБР-2 (1500 МВт) его средняя мощность невелика, всего 2 МВт, и, как следствие этого, расход ядерного топлива (его выгорание) мал. Так, за время эксплуатации реактор догружался топливом всего дважды. Относительно невелики и другие эксплуатационные расходы. Все это позволило нам преодолеть трудности 90-х годов. Все 20 лет на реакторе ИБР-2 строго выдерживался график работы на физический эксперимент.

Еще один пример совершенствования ИБР-2 — это создание источника холодных нейтронов (криогенного замедлителя) на основе метана. Первый опытный образец такого замедлителя был опробован в 1992 г., а в 1999 г. под руководством Е. П. Шабалина и А. А. Белякова был запущен штатный криогенный замедлитель разработки НИКИЭТ (И. Т. Третьяков), который увеличил поток холодных нейтронов в 10 раз для трех пучков реактора.

Все эти годы на ИБР-2 постоянно осуществляется строгий контроль за радиационной обстановкой. При выполнении сложных регламентных работ (перегрузка топлива, замена ПО, замедлителей и т. д.) персоналом реактора во главе с А. В. Виноградовым проводилась тщательная подготовка. В результате не было никаких радиационных инцидентов. Это в решающей степени заслуга В. А. Архипова и С. В. Куликова.

the mounting trust. A considerable contribution into the creation of the sodium system was made by Yu. V. Kulpin.

I would like to dwell on the high energy economy of our reactor. With a high peak power in pulse (1500 MW), the average power of the IBR-2 reactor is small, only 2 MW. Due to this, the nuclear fuel consumption (its burn-up) is small. Thus, the reactor has been loaded with extra fuel only twice during the time of its operation. Relatively low are other operational expenses. All this allowed us to overcome the difficulties of the 1990s. Over all the 20 years, the work schedule on physical experiments at the IBR-2 reactor has been followed strictly.

One more example of upgrading the IBR-2 reactor is the creation of a cold neutron source (cryogenic moderator) based on methane. The first moderator prototype was tested in 1992, and a regular cryogenic moderator worked out by NIKIET (I. T. Tretyakov) was started up in 1999 under the guidance of E. P. Shabalin and A. A. Belyakov. This moderator has ensured an increase of the cold neutron flux by a factor of 10 for three beams of the reactor.

Over all these years, strict radiation control has been exerted at the IBR-2 reactor. Thorough preparatory work has been done by the reactor personnel under A. V. Vinogradov's guidance while performing complex work (fuel reloading, replacement of the movable reflector, moderators etc.). As a result, no radiational incidents have occurred. Credit for this is to a great extent shared by V. A. Arkhipov and S. V. Kulikov.



Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка.  
Транспортировка нового подвижного отражателя ИБР-2  
с испытательного стенда в здание реактора

Frank Laboratory of Neutron Physics.  
Transporting the new movable reflector of IBR-2  
from the test-bench to the reactor building

Очевидно, что каждая установка, а ядерная в особенности, требует обновления, замены оборудования, которое выработало установленный ресурс. Понимая это, мы уже с 1995 г. начали работы по модернизации ИБР-2. Однако финансовые трудности в ОИЯИ в то время не позволяли развернуть ее широким фронтом. Поэтому нами в 1999 г. была разработана «Концепция модернизации ИБР-2 на период до 2010 г.», которая предполагает постепенную, с учетом реальных финансовых возможностей ОИЯИ, подготовку нового оборудования для реактора и, параллельно, работу ИБР-2 до выработки его остаточного ресурса.

По завершении модернизации ИБР-2 в 2010 г. мы планируем создать новый модернизированный реактор ИБР-2М повышенной безопасности и надежности (ресурс тепловыделяющих элементов будет увеличен в 1,5 раза, подвижного отражателя — в 2,5 раза). При этом поток тепловых нейтронов увеличится в 1,5 раза при неизменной средней мощности 2 МВт. Все это позволит использовать новый реактор ИБР-2М после 2010 г. в течение 20–25 лет.

Переломным оказался 2000 г. Проект модернизации ИБР-2 получил финансовую поддержку Минатома России, которая нашла отражение в Соглашении между Минатомом России и ОИЯИ о модернизации ИБР-2. Здесь я должен сказать о большой роли В. Л. Аксенова, тогда директора лаборатории, в инициировании и подготовке этого документа. Начиная с 2000 г. темп работ по модернизации существенно ускорился. На сегодня в модернизацию ИБР-2 вложено средств около 40 процентов от полной стоимости.

За это время выполнена большая часть конструкторских работ по новому реактору, изготовлены твэлы для новой топливной загрузки, изготовлен и испытан новый подвижный отражатель ПО-3. Таким образом, я оцениваю ситуацию оптимистически и считаю, что медленно, но верно мы приближаемся к цели.

За годы работы ИБР-2 вокруг реактора сложился сильный коллектив специалистов и рабочих, способный решать сложные технические задачи. Хочется сказать самые теплые слова благодарности нашей старой гвардии: Е. П. Шабалину, А. И. Бабаеву, Б. Н. Бунину, В. П. Воронкину, В. П. Попову, А. И. Селезневу, В. П. Пластинину и другим специалистам, которые по-прежнему находятся на переднем крае работ по ИБР-2. Конечно, нам очень нужен приток молодых людей. Это серьезный вопрос для будущего нашего реактора. К сожалению, он решается крайне медленно.

В связи с 20-летним юбилеем ИБР-2 хочу выразить искреннюю признательность и благодарность всем, кто принимал участие в проектировании, изготовлении, строительстве, пуске и эксплуатации реактора.

*В. Д. Ананьев*

It is obvious that every facility, and especially a nuclear one, requires modernization, replacement of its equipment, which has exhausted its defined resources. Bearing this in mind, work on upgrading the IBR-2 reactor has already begun in 1995. However, JINR's financial difficulties did not allow then launching extensive work. That is why in 1999 we worked out the «Conception of the IBR-2 Reactor Refurbishment for the Period up to 2010», which envisages gradual preparation of new equipment for the reactor with account of JINR's real financial resources and, parallel with this, the IBR-2 reactor working until its residual operational resources have been exhausted.

Upon completing the modernization of the IBR-2 reactor in 2010, we are planning to create a new modernized IBR-2M reactor of enhanced safety and reliability (the resources of the fuel elements will be increased by a factor of 1.5; those of the movable reflector, by a factor of 2.5). Along with this, the thermal neutron flux will increase by a factor of 1.5 at a stable average thermal power of 2 MW. All this will allow operating the new IBR-2M reactor after 2010 for a period of 20–25 years.

2000 turned out to be a crucial year. The programme of the IBR-2 reactor modernization received financial support from Russia's Ministry of Atomic Energy, which found reflection in the «Agreement between the Ministry of Atomic Energy of Russia and JINR on the IBR-2 reactor refurbishment». Here I must mention the important role of V. L. Aksenov, then Director of the Laboratory, on initiating and preparing this document. Beginning with 2000, work on modernization has speeded up considerably. As for now, about 40 percent of the total expenditures have already been put into the IBR-2 reactor refurbishment.

Over this period, a greater part of design work on the new reactor has been done, fuel elements for the new fuel loading have been fabricated, a new PO-3 movable reflector has been fabricated and tested. Thus, I consider the situation optimistic and believe that slowly but steadily we are approaching our goal.

Over the years of the IBR-2 reactor operation there has been formed a dedicated team of specialists and workers able to solve the most complex technical problems. I would like to address the warmest words of gratitude to our «old guards» — E. P. Shabalin, A. I. Babaev, B. N. Bunin, V. P. Voronkin, V. P. Popov, A. I. Seleznev, V. P. Plastinin, and other specialists, who are as usual at the forefront of work at the IBR-2 reactor. We badly need an influx of young people, of course. This poses a very serious problem for the future of our reactor. Unfortunately, this problem is being solved extremely slowly.

In connection with the 20th anniversary of the IBR-2 reactor I would like to express sincere gratitude to all who have taken part in designing, manufacturing, building, commissioning, and operating the reactor.

*V. D. Ananiev*

### 80 лет Х. Шопперу

28 февраля исполнилось 80 лет выдающемуся немецкому физику и организатору науки профессору **Хервигу Шопперу**, ныне — президенту Совета SESAME.

Два срока подряд (1981–1988 гг.) Х. Шоппер был генеральным директором ЦЕРН, в 1993–2002 гг. — членом международного Ученого совета ОИЯИ, в 1994–1996 гг. — президентом Европейского физического общества. Профессор Х. Шоппер — кавалер российского ордена Дружбы (1996 г.). Ему принадлежит ключевая роль в организации и реализации проекта по созданию в Иордании под эгидой ЮНЕСКО нового Международного научного центра по исследованиям и передовым технологиям SESAME, в котором странами-участницами являются Израиль, Палестинская Национальная Автономия, Иран, Иордания, Турция, Египет и другие государства.

Дирекция ОИЯИ направила юбиляру поздравительную телеграмму, в которой, наряду с пожеланиями доброго здоровья и благополучия, отмечены значительные научные достижения профессора Х. Шоппера и его большой вклад в многолетнее сотрудничество с ОИЯИ.

### H. Schopper is 80

On 28 February, the outstanding German physicist and science organiser, President of the SESAME Council **Herwig Schopper** celebrated his 80th anniversary.

Twice, in 1981–1988, he was CERN Director General; in 1993–2002, member of the international Scientific Council at JINR, in 1994–1996, president of the European Physics Society. Professor H. Schopper was awarded the Russian Order of «Friendship» in 1996. He has played a key role in the organization and realization of a project in Jordan under the auspices of UN to establish a new international scientific centre for research and advanced technology SESAME, where Israel, Palestinian Autonomy, Iran, Jordan, Turkey, Egypt, and other countries are member states.

JINR Directorate forwarded H. Schopper a telegramme with congratulations, wishing good health and prosperity, and marking his scientific achievements and large contribution to the long standing cooperation with JINR.



Дубна, 1982 г. Генеральный директор ЦЕРН профессор Х. Шоппер (слева) и директор ОИЯИ академик Н. Н. Боголюбов

Dubna, 1982. Director General of CERN Professor H. Schopper (left) and JINR Director Academician N. Bogoliubov

**50 лет ЦЕРН**

8 марта в Женеве начались официальные празднования в честь 50-летия создания Европейской лаборатории ядерных исследований (ЦЕРН). В этот день была выпущена почтовая марка Швейцарии, посвященная юбилею организации. В Женеве состоялась пресс-конференция, на которой была представлена марка и подробно освещены мероприятия по празднованию юбилея в странах-участницах ЦЕРН.

Юбилею посвящены такие события, как выставка художественных работ, проникнутых идеями научных достижений, концерт классической музыки, несколько публичных лекций и выставок. 29 сентября сотрудники ЦЕРН, отмечающие свой 50-летний юбилей в этом году, задуют свечи на огромном праздничном торте. Официальная церемония, посвященная юбилею, состоится в октябре в новом выставочном центре — павильоне «Планета инноваций». Будет проведен день открытых дверей. Среди других мероприятий — всеевропейская интернет-сессия по системе сбора информации GRID.

По материалам сайта <http://www.interactions.org>

**CERN is 50**

*Celebrations to mark the 50th anniversary of CERN officially begin on 8 March with the launch of a Swiss postage stamp dedicated to the Organization. At a press conference in Geneva, the stamp was presented and details of events to mark the anniversary throughout the Organization's Member States were unveiled.*

*Among events planned by the Member States to mark the anniversary are an art exhibition inspired by science, a concert of classical music, and several public lectures and exhibitions. On 29 September, people celebrating their 50th birthday this year will blow out the candles on a giant birthday cake.*

*At CERN, events throughout the year will culminate in October with an official ceremony to be held in the Organization's new exhibition and networking centre, the Globe of Innovation, and a public Open Day. Other events will include a Europe-wide scientific challenge on the Web, and a bid to assemble a record amount of computing power in a single world-spanning computing Grid.*

For further information: [www.interactions.org](http://www.interactions.org)

□ Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества Объединенного института ядерных исследований на 2004 год / Объединенный институт ядерных исследований. — Дубна: ОИЯИ, 2003. — 286 с.  
Topical Plan for JINR Research and International Cooperation in 2004 / Joint Institute for Nuclear Research. — Dubna: JINR, 2003. — 286 p.

□ *Мешков И. Н.* Классическая механика: Учеб. пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2003. — 278 с.: ил. — (Учебно-методические пособия Учебно-научного центра ОИЯИ. УНЦ, 2003-21).

*Meshkov I.* Classical Mechanics: Manual. — Dubna: JINR, 2003. — 278 p.: ill. — (Manual of JINR UC, 2003-21).

□ Международная конференция по избранным проблемам современной физики (12; 2003; Дубна): Труды XII Международной конференции..., посвященной 95-й годовщине со дня рождения Д. И. Блохинцева (1908–1979). Дубна, 8–11 июня 2003 г. — Дубна: ОИЯИ, 2003. — 379 с.: ил.

International Conference on Selected Problems of Modern Physics (12; 2003; Dubna). Sec. 1. Problems of Quantum Field Theory: XII Intern. Conf. on ..., Dedicated to the 95th Anniversary of the Birth of D. I. Blokhintsev (1908–1979). Dubna, Russia, June 8–11, 2003: Proc. of the Conf. / Ed.: V. M. Barbashov et al. — Dubna: JINR, 2003. — 379 p.: il. — (JINR; Д1,2-2003-219) . — Bibliogr.: ends of papers.

□ Релятивистская ядерная физика: от сотен МэВ до ТэВ: Труды 7-го международного совещания (Стара Лесна, Словакия, 25–30 августа 2003 г.). — Дубна: ОИЯИ, 2003. — 285 с.

Relativistic Nuclear Physics: from Hundreds of MeV to TeV: Proceedings of the 7th International Workshop (Stara Lesna, Slovak Republic, August 25–30, 2003). — Dubna: JINR, 2003. — 285 p.

□ Письма в ЭЧАЯ. 2004. Т. 1, № 2(119).

Particles and Nuclei, Letters. 2004. V. 1, No. 2(119).

Вышли в свет очередные выпуски журнала «Физика элементарных частиц и атомного ядра».

- Выпуск 1 (2004. Т. 35) включает следующие статьи:  
*Савин И. А., Нагайцев А. П.* Спиновая структура нуклонов: экспериментальный статус.

*Бандурин Д. В., Скачков Н. Б.* О применении процесса «фотон + струя» для установления абсолютной шкалы энергии струи и определения глюонного распределения на тэватроне в Run II.

*Баян К., Флин П., Годловски В., Первушин В.* Исследование периодичности красных смещений квазаров.

*Царев В. А.* Регистрация космических лучей ультравысоких энергий радиометодом.

- Выпуск 2 (2004. Т. 35) содержит статьи:  
*Пупышев В. В.* Методы сплайн-функций в проблеме нескольких тел.

*Никитин А. Н., Иванкина Т. И.* Нейтронография в науках о Земле.

*Джолос Р. В.* Тройная точка на фазовой диаграмме холодного ядра.

*Дубинов А. Е., Ефимова И. А., Корнилова И. Ю., Сайков С. К., Селемир В. Д., Тараканов В. П.* Нелинейная динамика электронных пучков с виртуальным катодом.

*Вейгманн Г.* Нейтронно-спектроскопические исследования на GELINA.

Regular issues of the journal «Physics of Elementary Particles and Atomic Nuclei» have been published.

- Issue 1 (2004. V. 35) includes:  
*Savin I. A., Nagaitsev A. P.* Spin Structure of Nucleons: Experimental Status.

*Bandurin D. V., Skachkov N. B.* On the Application of « $\gamma$  + jet» Process for Setting the Absolute Scale of Jet Energy and for Determining the Gluon Distribution at the Tevatron in Run II.

*Bajan K., Flin P., Godlowski W., Pervushin V.* In Search for Quasar Redshift Periodicity.

*Tsarev V. A.* Detection of Ultrahigh Energy Cosmic Rays by Radio Method.

- Issue 2 (2004. V. 35) includes:  
*Pupyshev V. V.* Spline-Function Methods in Few-Body Problem.

*Nikitin A. N., Ivankina T. I.* Neutron Scattering in Geosciences.

*Jolos R. V.* Triple Point on the Phase Diagram of a Cold Nucleus.

*Dubinov A. E., Efimova I. A., Kornilova I. Yu., Saikov S. K., Selemir V. D., Tarakanov V. P.* Nonlinear Dynamics of Electron Beams with Virtual Cathode.

*Weigmann H.* Neutron Spectroscopy Investigations with GELINA.